

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



TESIS DE GRADO

**TUTOR INTELIGENTE CON REALIDAD AUMENTADA
PARA DESARROLLAR EL INCREMENTO DE LA MASA
MUSCULAR CON ENTRENAMIENTOS Y ALIMENTACIÓN**

**Tesis de Grado para obtener el Título de Licenciatura en Informática
Mención Ingeniería de Sistemas Informáticos**

POSTULANTE: YOKY CORONEL CHAVEZ

TUTOR METODOLÓGICO: LIC. GROVER ALEX RODRIGUEZ RAMIREZ

ASESOR: LIC. JUAN GONZALO CONTRERAS CANDIA

LA PAZ – BOLIVIA

2017



**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

Dedico el presente trabajo a Dios por darme fuerzas y sabiduría para seguir adelante, que nunca me hizo faltar nada y poder terminar con esta etapa de mi vida.

A mis dos ángeles quienes me dieron vida, educación, apoyo y por haberme guiado hasta mi culminación de estudios con todo mi corazón mis padres... los agradezco con toda mi alma.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por estar siempre a mi lado, dándome fuerzas para seguir adelante y guiarme cada paso, para culminar mis estudios.

Agradezco a mis padres por brindarme apoyo, comprensión y motivación constante, para poder cumplir mi anhelado sueño.

Agradezco a mi tutor metodológico, Lic. Grover Alex Rodriguez Ramirez, por haberme ayudado y orientado el desarrollo de mi tesis, por cada corrección y observación que me dio en el camino para lograr a culminar mi tesis de grado.

Agradezco a mi tutor metodológico, Lic. Juan Gonzalo Contreras Candía, 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 del trabajo.

Agradezco al M. Sc. Reynaldo Javier Zeballos Daza, por guiarme para el desarrollo de mi trabajo.

Agradezco al Ph. D. Yohoni Cuenca Sarzuri, por sus consejos para desarrollar mi trabajo de investigación, y sobre todo por ser un gran amigo.

Finalmente, quiero agradecer a todos mis docentes ya que ellos me enseñaron valorar los estudios y a superarme cada día.

RESUMEN

El mundo actual es un mundo de constante evolución y desarrollo en el campo de programación de dispositivos móviles. En la actualidad los dispositivos móviles se han convertido una herramienta muy importante para el ser humano en su vida cotidiana, para los cuales su importancia se basa en llevar a donde queramos con los programas favoritos, juegos navegación de internet, etc.

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.

En el presente trabajo de investigación “Tutor Inteligente con Realidad Aumentada Para Desarrollar el Incremento de la Masa Muscular con Entrenamientos y Alimentación” ayudara a las personas que carecen de masa muscular a desarrollarse con una alimentación adecuada y con un instructor que guiara los entrenamientos en el gimnasio.

La presente tesis se utiliza la metodología ingeniería de software educativo (MeISE) propuesta por María Antonieta Abud Figueroa, la estructura cuenta con un agente inteligente para la evaluación del usuario.

Finalmente en los resultados obtenidos una vez implementado el prototipo tutor inteligente móvil, con pruebas realizadas a jóvenes de diferentes edades e incluso chicas en un gimnasio, se demostró que el tutor inteligente coadyuva al proceso entrenamientos y una buena alimentación para ayudar a desarrollar la masa muscular de la población.

PALABRAS CLAVES

Tutor inteligente, realidad aumentada, alimentos, entrenamientos, aplicación móvil, software educativo.

ABSTRACT

The world today is a world of constant evolution and development in the field of mobile device programming. Nowadays mobile devices have become a very important tool for the human being in their daily life, for which its importance is based on taking us wherever we want with the favorite programs, internet surfing games, etc.

The augmented reality in mobile devices has evolved so much in video games I have even been applying in different fields of technology for the user to interact with multimedia content that presents augmented reality.

In this research work “Tutor Intelligent with Augmented Reality to Develop the Increase to Muscle Mass with Training and Nutrition”. It will help to people who lack muscle mass to develop with adequate nutrition and with an instructor who It will guide the trainings in the fitness center.

The present thesis is used the methodology of educational software (MeISE) proposed by Maria Antonieta Abud Figueroa, the structure has an intelligent agent for the evaluation of the user.

Finally, in the results obtained once the smart mobile tutor prototype was implemented, with tests performed on young people of different ages and even girls in a gym, It was demonstrated that the intelligent tutor helps the process of training and a good diet to help develop muscle mass of the population.

KEYWORDS

Smart tutor, augmented reality, food, training, mobile application, educational software.

ÍNDICE GENERAL

- ❖ DEDICATORIA
- ❖ AGRADECIMIENTOS
- ❖ RESUMEN
- ❖ ABSTRACT

CAPÍTULO I: MARCO PRELIMINAR

1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	3
1.2.1. TRABAJOS SIMILARES	6
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.4. OBJETIVOS	7
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	7
1.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO	7
1.5. HIPÓTESIS	8
1.6. JUSTIFICACIÓN	8
1.6.1. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA	8
1.6.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	8
1.6.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	8
1.6.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	9
1.7. ALCANCES Y LIMITES.....	9
1.7.1. ALCANCES.....	9
1.7.2. LIMITES.....	9
1.8. APORTES	10
1.9. METODOLOGÍA.....	10
1.9.1. METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO.....	11

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. INGENIERÍA DE SOFTWARE	12
2.1.1. METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO	12
2.1.1.1. ETAPA CONCEPTUAL.....	14
2.1.1.2. ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL	15
2.1.1.3. PLAN DE ITERACIONES.....	16

2.1.1.4. DISEÑO COMPUTACIONAL.....	17
2.1.1.5. DESARROLLO	18
2.1.1.6. FASE DE DESPLIEGUE.....	18
2.2. SISTEMAS OPERATIVOS MÓVILES	19
2.2.1.ANDROID	19
2.2.1.1. ESTRUCTURA DE UNA APLICACIÓN ANDROID	20
2.2.2.IOS	22
2.2.3.BLACKBERRY OS.....	22
2.2.4.WINDOWS PHONE OS.....	22
2.3. REALIDAD AUMENTADA	23
2.3.1.DEFINICIÓN	23
2.3.2.CAPTACIÓN DE ESCENA	24
2.3.3.IDENTIFICACIÓN DE ESCENA.....	25
2.3.4.ELEMENTOS DEL SISTEMA	26
2.3.4.1. ELEMENTO CAPTURADOR	26
2.3.4.2. ELEMENTO DE SITUACIÓN	26
2.3.4.3. ELEMENTO PROCESADOR.....	27
2.3.4.4. ELEMENTO SOBRE EL CUAL PROYECTAR	27
2.3.5.VISUALIZACIÓN DE ESCENA.....	27
2.3.6.DISPOSITIVOS PARA EL DESARROLLO DE RA	28
2.3.7.CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE REALIDAD AUMENTADA	29
2.3.7.1. SISTEMAS EN EL RECONOCIMIENTO DE MARCAS	29
2.3.7.2. SISTEMAS BASADOS EN GEOLOCALIZACIÓN.....	29
2.3.7.3. SISTEMAS EN EL RECONOCIMIENTO DE FORMAS.....	29
2.3.8.HERRAMIENTAS DE DESARROLLO PARA RA.....	30
2.3.8.1. ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO.....	30
2.3.8.2. FRAMEWORKS PARA REALIDAD AUMENTADA.....	30
2.3.8.3. ARLAB	30
2.3.8.4. ARTOOLKIT	31
2.3.8.5. DROID AR.....	32
2.3.8.6. LAYAR.....	32
2.3.8.7. METAIO	33
2.3.8.8. NYARTOOLKIT	34
2.3.8.9. VUFORIA.....	34

2.3.8.10. STUDIERTUBE ES.....	35
2.3.8.11. D'FUSION STUDIO.....	36
2.3.9.OPENGL Y OPEN GL ES.....	36
2.3.10. BLENDER.....	37
2.3.11. MAKEHUMAN.....	38
2.3.12. UNITY.....	40
2.3.12.1. CARACTERÍSTICAS DE UNITY.....	40
2.4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	42
2.5. AGENTES INTELIGENTES.....	43
2.5.1.ESTRUCTURA DEL AGENTE.....	43
2.5.1.1. CAPACIDAD DE PERCEPCIÓN.....	44
2.5.1.2. CAPACIDAD DE ACCIÓN.....	44
2.5.1.3. OBJETIVO.....	44
2.5.1.4. ENTORNO.....	44
2.5.2.AGENTES MÓVILES.....	44
2.5.3.SISTEMAS DE AGENTES.....	45
2.5.4.LENGUAJES PARA COMUNICACIÓN ENTRE AGENTES MÓVILES.....	46
2.5.5.TUTORES INTELIGENTES.....	46
2.5.5.1. MODELOS DE AGENTES SISTEMA TUTOR INTELIGENTE.....	47
2.5.5.2. SISTEMAS DE TUTOR INTELIGENTES Y MULTIAGENTES.....	48
2.6. SWI-PROLOG.....	50
2.7. SOMATOTIPO.....	51
2.7.1.TIPOS DE SOMATOTIPO.....	52
2.7.1.1. ENDOMORFO.....	52
2.7.1.2. MESOMORFO.....	54
2.7.1.3. ECTOMORFO.....	55
2.8. REQUERIMIENTOS MACRONUTRIENTES.....	56
2.8.1.PROTEÍNAS.....	56
2.8.2.LÍPIDOS O GRASAS.....	56
2.8.3.HIDRATOS DE CARBONO.....	57
2.8.4.FIBRA.....	57
2.9. PROGRAMA ACCESIBLE DE AUMENTAR LA MASA MUSCULAR.....	58
2.10. FATIGA MUSCULAR.....	59
2.11. TÉCNICAS DE ENTRENAMIENTO.....	59

2.12. FORMAS DE INCREMENTO DE MASA MUSCULAR.....	60
2.13. EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA.....	61
2.13.1. PESO	61
2.13.2. TALLA.....	62
2.13.3. ÍNDICE DE MASA CORPORAL	62
2.14. VITAMINAS Y MINERALES.....	63
2.15. ALIMENTACIÓN DEL FISCULTURISTA.....	65
2.16. SUPLEMENTOS DEPORTIVOS	66

CAPÍTULO III: MARCO APLICATIVO

3.1. INTRODUCCIÓN	67
3.2. ETAPAS DE LA METODOLOGÍA INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	68
3.2.1.ETAPA DE DEFINICIÓN.....	68
3.2.1.1. FASE CONCEPTUAL.....	69
3.2.1.2. FASE DE ANÁLISIS Y DISEÑO INICIAL	80
3.2.1.3. FASE DE PLAN DE ITERACIONES	86
3.2.2.ETAPA DE DESARROLLO	88
3.2.2.1. FASE COMPUTACIONAL	88
3.2.2.2. FASE DE DESARROLLO	92

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. INTRODUCCIÓN	105
4.2. TEST A PERSONAS CON DEFICIENCIA DE MASA MUSCULAR	105
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS	108

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	112
5.2. RECOMENDACIONES.....	113

REFERENCIAS BIBLIGRÁFICAS

ANEXOS

DOCUMENTOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Actividades y Artefactos de la Fase Conceptual	14
Tabla 2.2 Actividades y Artefactos de la Fase de Análisis y Diseño Inicial	15
Tabla 2.3 Actividades y Artefactos de la Fase del plan de Iteraciones	16
Tabla 2.4 Actividades y Artefactos de la Fase de Diseño Computacional.....	17
Tabla 2.5 Artefactos de la Fase de Desarrollo.....	18
Tabla 2.6 Actividades y Artefacto de la Fase de Despliegue	19
Tabla 2.7 Información General Sistema Operativo Android.....	20
Tabla 2.8 Información General Sistema Operativo iOS.....	22
Tabla 2.9 Información General Sistema Operativo RIM Blackberry.....	22
Tabla 2.10 Información General Sistema Operativo Windows Phone.....	23
Tabla 2.11 Entornos de desarrollo.....	30
Tabla 2.12 Clasificación Internacional del IMC en el adulto.....	62
Tabla 3.1 Lista de riesgos y atenciones.....	70
Tabla 3.2 Equipo de trabajo.....	71
Tabla 3.3 Programación de Actividades.....	71
Tabla 3.4 Modelo de Actores	74
Tabla 3.5 Especificación del caso de uso: Iniciar Aplicación	75
Tabla 3.6 Especificación del caso de uso: Realizar Evaluación.....	76
Tabla 3.7Especificación del caso de uso: Obtener Resultado	77
Tabla 3.8 Especificación del caso de uso: Visualizar Modelos 3D.....	77
Tabla 3.9 Especificación del caso de uso: Apoyo de Procesos de Entrenamientos.....	78
Tabla 3.10 Descripción de módulos	80
Tabla 3.11 SubObjetivo 1	83
Tabla 3.12 SubObjetivo 2.....	84

Tabla 3.13 SubObjetivo 3.....	84
Tabla 3.14 SubObjetivo 4.....	85
Tabla 3.15 Plan de Iteraciones 1.....	86
Tabla 3.16 Plan de Iteraciones 2.....	87
Tabla 3.17 Plan de Iteraciones 3.....	87
Tabla 3.18 Orden de plan iteraciones	88
Tabla 3.19 Plan de trabajo por iteración.....	89
Tabla 4.1 Aceptación y agrado de la aplicación.....	105
Tabla 4.2 Reconocimiento de entrenamientos de los modelos.....	106
Tabla 4.3 Evaluación del test somatotipo.....	106
Tabla 4.4 Conocimientos de mezclas alimentarias.....	107
Tabla 4.5 Representación de los entrenamientos en escena	107
Tabla 4.6 Calificaciones del grupo experimental.....	108
Tabla 4.7 Calificaciones del grupo de control.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Arquitectura de la metodología MeISE.....	13
Figura 2.2 Taxonomía de la realidad aumentada.....	23
Figura 2.3 Ejemplo de realidad aumentada	24
Figura 2.4 Marcador para realidad aumentado	26
Figura 2.5 Geolocalización en funcionamiento	33
Figura 2.6 Metaio – Unifere Mobile SDK.....	33
Figura 2.7 Ejemplos de Nyartoolkit	34
Figura 2.8 Tracking con Studiertube	35
Figura 2.9 Ventana principal de blender	38
Figura 2.10 Ventana principal del makehuman.....	39
Figura 2.11 Ventana principal de unity	41
Figura 2.12 Estructura de un agente inteligente	43
Figura 2.13 Arquitectura general del sistema tutor inteligente	47
Figura 2.14 Modelo de comunicación entre agentes del STI	49
Figura 2.15 Ventana principal de SWI-Prolog.....	51
Figura 2.16 Características de una persona endomorfa	53
Figura 2.17 Características de una persona mesomorfa	54
Figura 2.18 Características de una persona ectomorfa	55
Figura 3.1 Representación gráfica de la metodología con la RA y tutor inteligente....	67
Figura 3.2 Modelo Instruccional	69
Figura 3.3 Diagrama de casos de uso	75
Figura 3.4 Arquitectura de la aplicación	82
Figura 3.5 Algoritmo para el agente inteligente	90

Figura 3.6 Diagrama de navegación para el botón empezar.....	90
Figura 3.7 Diagrama de navegación para el botón entrenadora	91
Figura 3.8 Diagrama de navegación para el botón entrenador	91
Figura 3.9 Diagrama de navegación para el botón entrenamientos.....	91
Figura 3.10 Diagrama de navegación para el botón alimentación	92
Figura 3.11 Funciones de los iconos	93
Figura 3.12 Diseño de marcador, según el tipo de entrenamiento	94
Figura 3.13 Target Manager, pagina web de vuforia	95
Figura 3.14 Creación de un humanoide en makehuman	95
Figura 3.15 Modelo de animación en blender	96
Figura 3.16 Mockup de la pantalla de inicio	97
Figura 3.17 Mockup de menú principal	97
Figura 3.18 Mockup de creditos	98
Figura 3.19 Mockup de tutorial 1,2 y 3	99
Figura 3.20 Mockup de entrenadores	99
Figura 3.21 Mockup de menú actividades.....	100
Figura 3.22 Mockup de evaluación de somatotipo con el agente inteligente.....	100
Figura 3.23 Mockup de tipos de somatotipos (Ectomorfo, mesomorfo y endomorfo)	101
Figura 3.24 Mockup de plan de dietas.....	102
Figura 3.25 Mockup de macronutrientes	103
Figura 3.26 Mockup de tipos de entrenamientos.....	103
Figura 3.27 Mockup de la interfaz de realiad aumentada con marcadores	104

CAPÍTULO I

MARCO PRELIMINAR

1.1. INTRODUCCIÓN:

La alimentación es la manera de proporcionar al organismo las sustancias esenciales para el mantenimiento de la vida. La nutrición, es el conjunto de procesos por los que el organismo transforma y utiliza las sustancias que contienen los alimentos ingeridos.

La nutrición especializada que las personas practican en los entrenamientos de diversa intensidad, determinan el rendimiento aportando la energía apropiada, que otorga nutrientes para la mantención y reparación de los tejidos especialmente del tejido muscular, mantener y regular el metabolismo¹ corporal.

En 1987 la Dirección de Alimentación y Nutrición del Ministerio de Salud y Previsión Social ha realizado un "Estudio sobre mezclas de cereales y leguminosas² de producción local como una alternativa para mejorar la desnutrición proteica y calórica" (Andrango y Jaramillo, 2011).

Hay muchas formas de alimentarse y es responsabilidad de la persona el saber elegir de forma correcta los alimentos que sean más convenientes para su salud y que influyan de forma positiva en su rendimiento físico.

Una dieta³ adecuada, en términos de cantidad y calidad, antes, durante y después del entrenamiento y de la competición, es imprescindible para optimizar el rendimiento del cuerpo humano (Palacios, Montalvo y Ribas, 2009).

Una buena alimentación del cuerpo humano no puede sustituir un entrenamiento incorrecto o una forma física regular, pero una dieta inadecuada puede perjudicar el rendimiento de un deportista bien entrenado.

¹ Conjunto de cambios físicos y químicos que se producen dentro del cuerpo humano para la obtención de energía.

² Las leguminosas son hierbas que tienen un fruto de tipo legumbre.

³ Cantidad de alimento que se le proporciona a un organismo en un periodo de 24 horas.

En nuestro país el aumento de la masa muscular depende del factor económico, ya que los que cuentan con una economía estable están en la capacidad de adquirir productos para el incremento de la masa muscular, mientras que, los que no poseen los mismos recursos, no pueden comprar estos productos, lo que refleja en la diferencia del aumento de masa muscular.

Hay diversas empresas que comercializan suplementos⁴ para las personas con el fin de aumentar la masa muscular, muchos sin comprobación científica pero gozando de elevados presupuestos promocionales, los mismos son consumidos en gran cantidad y no ofrecen en sus productos una correcta descripción sobre la cantidad que necesita una persona.

Estudios sobre el contenido de muchos suplementos nutricionales, demostraron que algunos contienen sustancias prohibidas por el Comité Olímpico Internacional y no están especificadas en las etiquetas, por lo que muchas de estas sustancias provocan la muerte a temprana edad (Andrango y Jaramillo, 2011).

Además de aumentar el tamaño muscular, el entrenamiento de resistencia mejora la fuerza del músculo, la salud del hueso y puede mejorar el rendimiento deportivo.

Los beneficios del entrenamiento de resistencia son importantes tanto para los hombres como para las mujeres por lo cual ayudarán a mantenerse sanos y a compensar el proceso natural de envejecimiento (Kraemer y Spiering, 1991).

En los entrenamientos del gimnasio, se usan programas para cada ejercicio, que resaltan el aumento de fuerza muscular así con una duración del período de descanso entre cada serie de ejercicios (Kraemer y Spiering, 1991).

El término rendimiento deportivo, se considera una acción motriz, que permite a la persona expresar sus potencialidades físicas y mentales (Hawley y Burke, 2000).

El uso de tecnología, es sacar provecho utilizando un software de gran capacidad en las distintas actividades, como ser un tutor inteligente y la realidad aumentada, el cual beneficiaría el mejor entrenamiento e incremento de la masa muscular.

⁴ Es una vitamina y mineral para mejorar su salud.

1.2. ANTECEDENTES:

La realidad aumentada surgió por primera vez en los años 70, como una tecnología orientada a las experiencias en mundos virtuales, y a partir de ese momento se sucedieron diferentes aplicaciones y plataformas para desarrollar más tecnología y aplicaciones de realidad aumentada. Los agentes inteligentes, es uno de los últimos desarrollos en tecnología de agentes, y los últimos estudios relacionado con la programación remota se centran en el uso del lenguaje Java (Arnold y Gosting, 1998).

Los agentes inteligentes y la realidad aumentada aún se encuentran en un constante desarrollo, con el avance de la tecnología y en particular el creciente desarrollo de los dispositivos móviles, se abren muchas posibilidades para el desarrollo de aplicaciones móviles, años atrás muchos de los dispositivos móviles eran indispensables por su sistema operativo. Hoy en día las realidades aumentadas y agentes inteligentes se han convertido en una herramienta muy importante y útil en ciertos tipos de aplicaciones.

Una aplicación de realidad aumentada y agentes inteligentes para la guía adecuada de como incrementar la masa muscular, sería una opción segura, adecuada e interesante para desarrollar investigaciones de este fenómeno, a través de una herramienta que ayude a las personas o gimnasios encargadas de organizar su modo de entrenamiento y alimentación. Hoy en día existen una amplia gama de realidad aumentada, agentes inteligentes y modelos propuestos para encarar el problema, pero ninguno llego el punto de simular los entrenamientos de una persona para el incremento de su masa muscular.

El deporte y la actividad física son partes esenciales de una vida saludable, sin embargo es, necesario contar con una rutina y los consejos de un profesional para poder hacerlo de forma adecuada y ver los progresos. Por otro lado, en los últimos años la realidad aumentada y la inteligencia artificial están siguiendo un protagonismo cada vez más importante en diversas áreas de conocimiento, pero en la actualidad ninguna se aplicó en el área de entrenamientos en el gimnasio, las mejores aplicaciones para entrenar y hacer actividad física, al día de hoy son:

- ❖ **Jefit Workout & Fitness** es una completa aplicación que entrega toda la información que necesitas para realizar una rutina profesional de gimnasio. Jefit también cuenta con varias características interesantes como la posibilidad de realizar un entrenamiento enfocado a una determinada zona muscular y definir rutinas. Además posee un completo control del entrenamiento con recomendaciones y estadísticas de los ejercicios que te faltan hacer (Koldo, 2015).

Una de las características más destacables de esta app⁵ es que posee un completo instructivo sobre hacer cada ejercicio para la zona que necesitas. Además, es capaz de llevar un completo registro de tu peso y generar un estudio para tu cuerpo explicándote qué es recomendable ejercitar y qué no. Además, Jefit cuenta con una amplia cantidad de ejercicios, los cuales puedes conocer solamente haciendo un toque en la pantalla sobre la zona que deseas ejercitar (Koldo, 2015).

- ❖ **Adidas MiCoach** te ofrece una de las más completas experiencias de usuario en este tipo de aplicaciones. Esta cuenta con cinco tipos de entrenamientos estándar entre los que se encuentran: correr, caminar, hacer ciclismo y esquí nórdico. Cada entrenamiento posee distintos tipos de niveles marcados por colores que van desde los entrenamientos planos, progresivos, anaeróbicos o de fuerza y estiramientos (Penalva, 2010).

La aplicación es capaz de utilizar el GPS⁶ de nuestro dispositivo para tomar estadísticas de nuestro recorrido, y darte información sobre el tiempo del entrenamiento, calorías quemadas, distancia recorrida y velocidad. Pero Adidas MiCoach no sólo se limita a recopilar datos, sino actúa de entrenador a lo largo de todo el entrenamiento comentando si debemos acelerar o disminuir la velocidad para seguir la intensidad del entrenamiento (Penalva, 2010).

⁵ Se refiere sobre todo a aplicaciones destinadas a tablets o Smartphone.

⁶ Global Positioning System, es un sistema que permite determinar en toda la tierra la posición de un objeto.

- ❖ **Endomondo Sports Tracker**, igual que Adidas MiCoach, es un tracker⁷ de actividad física, pero es a su vez una red social en la que podrás competir y compartir con tus amigos los resultados de tu entrenamiento. Haciendo uso de la función GPS de tu dispositivo este asistente es capaz de registrar el recorrido que llevas a cabo durante tu entrenamiento en un mapa, de este modo puedes llevarla cuando vas a correr, caminar o andar en bicicleta, para obtener datos de la distancia recorrida, desniveles, velocidad máxima, media y mínima, etc. Además a cada cierta distancia este entrenador te irá indicando estos datos para que tengas una idea del ritmo que llevas (Endomondo ApS, 2015).

Hasta aquí nada fuera de lo común en este tipo de aplicaciones, pero la parte más interesante de esta app viene por el lado de su red social. En esta tus amigos pueden ver la actividad física que practicas y comentar en tiempo real, puedes fijar objetivos como distancias o calorías a quemar y crear competencias con amigos para ver quien supera tu marca. (Endomondo ApS, 2015).

- ❖ **Workout Trainer** es un entrenador personal que te permite planificar un entrenamiento basado en los aparatos de gimnasia o de ejercicios que puedes hacer en tu casa. Los entrenamientos se encuentran divididos en categorías realmente útiles como son perder peso, fortalecer la base, aumentar masa muscular, aumentar el tono muscular, aumentar la resistencia y mejorar la flexibilidad (Martin, 2014).

Todo el entrenamiento esta personalizado según nuestra edad, sexo, nivel de los ejercicios que queremos realizar (casual, moderado o intenso) y tiempo que queremos dedicar a cada una de las sesiones. Además, para que puedas hacer los ejercicios adecuadamente, Workout Trainer te dará indicaciones en forma de audio, fotos y vídeo (Martin, 2014).

⁷ Es un rastreador de un servidor especial.

- ❖ **Nike + Running**, es una aplicación diseñada específicamente para correr y tomar estadísticas de esta actividad física. Para ello, se vale del sensor acelerómetro y el GPS de tu dispositivo, de modo que solo tienes que tomar tu teléfono y correr (Vicente, 2016).

Entre los datos registrados, podremos encontrar la distancia que recorres, el ritmo que llevas y el tiempo que tardas. Mientras corres, los comentarios en formato de audio te permiten saber estas marcas a cada kilómetro para que puedas mantenerte concentrado en tu carrera (Vicente, 2016).

1.2.1. Trabajos similares

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. 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.

⁸ Realidad Aumentada

- ❖ “Tutor inteligente móvil para apoyar la enseñanza de matemáticas a niños con síndrome de down”

(Jauregui, 2016): Tesis de grado que aplica la inteligencia artificial en los móviles para los niños que tiene síndrome de down, concluyendo de manera positiva la viabilidad de la inteligencia artificial en los dispositivos móviles en la enseñanza de matemáticas a los niños de síndrome de down.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA :

Muchas personas no llegan a incrementar su masa muscular, lo cual se debe a factores que pueden ser como: la vida sedentaria, falta de ejercicios, entrenamientos que se debe realizar correctamente en el gimnasio y falta de una apropiada alimentación.

De ahí que surge una interrogante:

¿De qué manera se puede mejorar para incrementar la masa muscular de las personas que carecen de esta deficiencia en una población joven?

1.4. OBJETIVOS :

1.4.1. Objetivo general:

Desarrollar una aplicación basada en tecnología de la realidad aumentada y agente inteligente destinada a dispositivos móviles, para ayudar al incremento de la masa muscular de las personas que carecen de esta deficiencia.

1.4.2. Objetivo específico:

- ❖ Diseñar una arquitectura para el funcionamiento de la aplicación.
- ❖ Diseñar una interfaz de usuario simple y amigable.
- ❖ Diseñar todos los modelos 3D que serán mostrados mediante la realidad aumentada.
- ❖ Representar los entrenamientos en escena con la realidad aumentada.
- ❖ Formular mezclas alimentarias con diferentes proporciones de alimento.
- ❖ Conocer las causas que motivan el consumo de una dieta rica en proteínas.
- ❖ Evaluar el tipo de físico de una persona.

1.5. HIPÓTESIS:

La implementación de una aplicación de la realidad aumentada y agente inteligente, que aplique los entrenamientos en el gimnasio y una adecuada alimentación, ayudará a incrementar la masa muscular de personas con esta deficiencia.

1.6. JUSTIFICACIÓN:

1.6.1. Justificación científica:

El presente trabajo de investigación se justifica de manera científica, debido que se integrará intereses de la nutrición, la educación física 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 la realidad aumentada y agentes inteligentes, con entrenamientos y alimentación para el beneficio de las personas que carecen de masa muscular.

1.6.2. Justificación económica:

La justificación económica del presente trabajo se fundamenta en el hecho de que al realizar los entrenamientos en los gimnasios, provocan más inversión económica por el uso de los equipos del gimnasio y también muchos de los gimnasios cuentan con su entrenador personal, que permitirá que el ingreso económico se eleve más, pero con la realidad aumentada y agente inteligente permite disminuir los costos y tiempo que se invertirán en realizar los entrenamientos en el gimnasio.

1.6.3. 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

⁹ Autoridad de Telecomunicaciones y Transporte

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.

1.6.4. Justificación social:

El presente trabajo ayudará socialmente a las personas que carecen de masa muscular, el cual muchas de ellas no tienen conocimiento en los entrenamientos del gimnasio y falta de conocimiento de la alimentación.

Gran parte de las personas realizan sus propios entrenamientos, e incluso realizan sacrificios para conseguir el desarrollo muscular, pero con la ayuda de un instructor inteligente, muchas de las personas se beneficiará en tener buenos resultados y obtener un estado físico saludable

1.7. ALCANCES Y LÍMITES:

1.7.1. Alcances:

El alcance que se pretende lograr con el presente trabajo, es de ayudar a desarrollar un buen físico a las personas que carecen de masa muscular con entrenamientos adecuados en el gimnasio, con la aplicación de la realidad aumentada y los agentes inteligentes se incorporará un entrenador personal en el dispositivo móvil.

1.7.2. Límites:

- ❖ La limitación principal es que la herramienta será limitada por el número de ejercicios o entrenamientos que puede realizar una persona y la alimentación necesaria que puede consumir una persona.
- ❖ La aplicación estará limitada a funcionar en dispositivos móviles de gama media o superior que necesariamente deberán contar con una cámara y un sistema operativo Android v.2.3.2 o superior.
- ❖ El procesador debe tener por lo menos de cuatro núcleos Quad-core 2.3 GHz Krait 400.

1.8. APORTES:

El aporte que se quiere conseguir en este trabajo es la construcción de una aplicación basada en la realidad aumentada y agentes inteligentes, adecuada a nuestro medio que sirva de material para las personas que ejercitan las actividades físicas, además la aplicación sugerirá la nutrición que una persona debe consumir diariamente.

1.9. METODOLOGÍA:

La metodología que se aplicará será el método científico, que resume en los siguientes pasos:

❖ Observación

Consiste en la recopilación de hechos acerca de un problema o fenómeno natural que despierta nuestra curiosidad. Las observaciones deben ser lo más claras y numerosas posible, porque han de servir como base de partida para la solución.

❖ Identificación del problema

A partir de la observación surge la identificación del problema que se va estudiar el campo adquirido, en cual se va llevar a emitir algunas hipótesis.

❖ Hipótesis

Consiste en que nos proporciona una interpretación de los hechos de que disponemos, interpretación que debe ser puesta a prueba por observaciones y experimentos posteriores.

El objeto de una buena hipótesis consiste solamente en darnos una explicación para estimularnos a hacer más experimentos y observaciones.

❖ Experimentación

Consiste en la verificación o comprobación de la hipótesis. La experimentación determina la validez de las posibles explicaciones que nos hemos dado y decide el que una hipótesis se acepte o se deseche.

❖ Resultados

Los resultados de un experimento pueden describirse en tablas, gráficos y ecuaciones de manera que puedan ser analizadas con facilidad.

Para el desarrollo de la aplicación se usara la metodología de ingeniería de software educativo (MEISE).

1.9.1. Metodología De Ingeniería De Software Educativo (MeISE):

Una metodología de desarrollo de software se refiere al entorno que se usa para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo de un sistema de información.

La aplicación de una metodología adecuada al tipo de software a desarrollar facilita la elaboración y conlleva a la obtención de un producto final de calidad.

La metodología propuesta por María Antonieta Abud Figueroa en el 2009, es bastante completa y además es una buena guía para el desarrollo de software. Es una metodología de desarrollo de software educativo que propone un enfoque iterativo e incluye aspectos computacionales, pedagógicos y de comunicación. La cual señala un ciclo dividido en dos etapas, la definición y la otra de desarrollo de tal forma que se enfoca a entender los aspectos técnicos y pedagógicos del producto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

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”.

2.1.1. Metodología de Ingeniería De Software Educativo:

La metodología a usarse en el presente trabajo será: Metodología de Ingeniería de Software Educativo (MeISE), el cual tiene distintas fase a seguir como ser: conceptual, análisis y diseño inicial, plan de iteraciones, diseño computacional, desarrollo, despliegue.

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 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 el software. Una vez establecidos estos lineamientos, inicia la segunda etapa, en 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 completa (Abud, 2009).

Las fases propuestas para la etapa de definición son: las fases conceptual, durante la cual se identifican los requerimientos del software, 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 cual se divide el proyecto en partes funcionales que permitan mejor control en su desarrollo (Abud, 2009)..

En la etapa de desarrollo se tienen: la fase de diseño computacional, en la que se realizara 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.

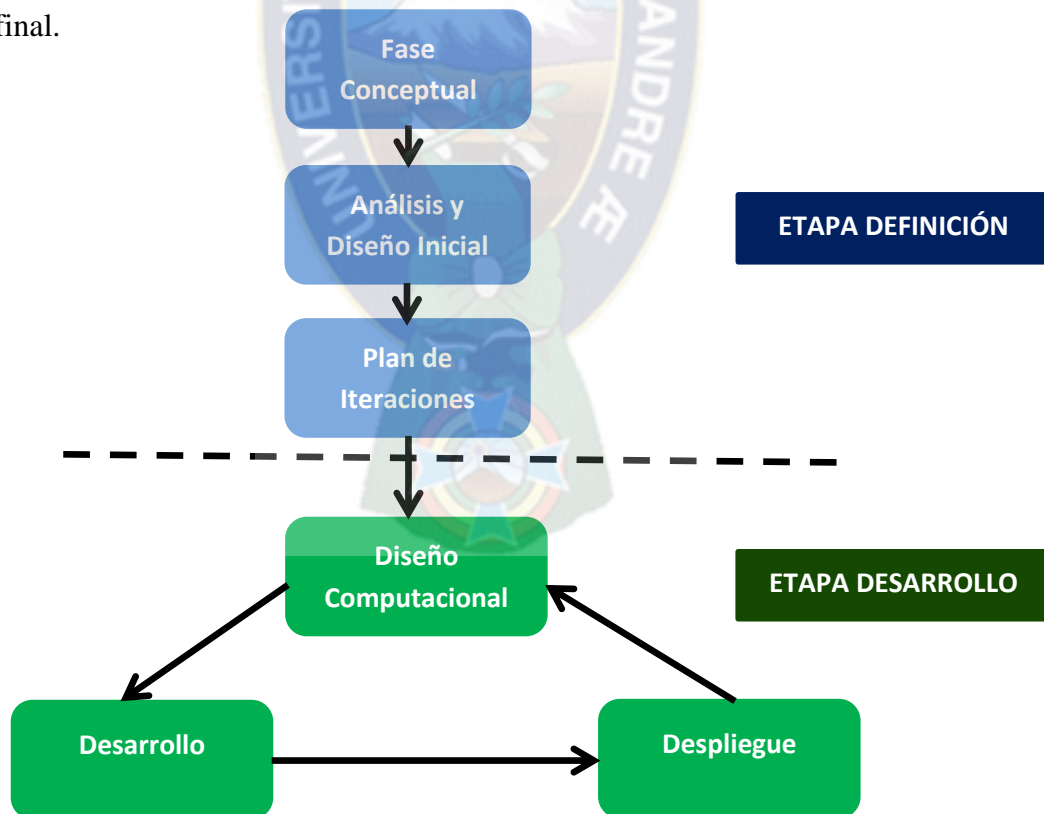


Figura 2.1. Arquitectura de la metodología MeISE
Fuente: (Abud, 2009)

2.1.1.1. Etapa Conceptual:

Esta etapa inicia con una investigación sobre los requerimientos que se cubrirán con el producto a desarrollar, delimitado su alcance. Se desarrolla el plan del proyecto, se evalúan riesgos y se establecen los criterios de éxito. En la tabla 2.1 se muestran las actividades a realizar y los artefactos que se generan esta fase.

Tabla 2.1: Actividades y Artefactos de la Fase conceptual

Fuente: (Abud, 2009).

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Analizar las necesidades educativas	Modelo instruccional (incluye temática a atender, objetivos, conocimientos previos, fuentes de información, modelo educativo a utilizar, elementos de motivación y formas de evaluación). Glosario (descripción de los términos que pueden causar confusión o duda).
Revisar alternativas de solución	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).
Elaborar estudio de riesgo	Lista de riesgos (establece los riesgos de trabajo, se elabora la programación de actividades, se asignan responsables a cada una y se determinan los tiempos estimados para llevarlas a cabo).
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 y se determina los tiempos estimados para llevarlas a cabo).

<p>Identificar la funcionalidad que se pretende alcanzar con el software</p>	<p>Modelo de actores (identifica los tipos de usuario que utilizaran el software y describe sus características). Modelo de casos de uso (establece las características mínimas que deben cumplirse para que el producto se acepte).</p>
<p>Establecer los criterios de medición de calidad del proceso, considerando aspectos tanto técnicos como pedagógicos.</p>	<p>Modelo de aceptación (incluye las características mínimas que deben cumplirse para que el producto se acepte)</p>

2.1.1.2. 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 2.2 se detallan estas actividades.

Tabla 2.2: Actividades y Artefactos de la Fase de Análisis y diseño Inicial

Fuente: (Abud, 2009).

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
<p>Identificar los requisitos funcionales y no funcionales que se cubrirán con el software</p>	<p>Modelo de requisitos (se denominan los requisitos que debe cumplir el software en cuanto a funcionalidad, comunicación y la interfaz).</p>
<p>Establecer la arquitectura del software</p>	<p>Descripción de la arquitectura (establecer la arquitectura base sobre la cual se desarrollara el software, se de considerar que dicha arquitectura sea capaz de atender adecuadamente las tareas de aprendizaje que se va a manejar).</p>

<p>Elaborar el diseño educativo</p>	<p>Modelo educativo (se definen el objetivo terminal y los sub objetivos, y en base a estos se establecen las tareas de aprendizaje apegadas al tipo de modelo educativo).</p>
<p>Elaborar el diseño de comunicación general del producto</p>	<p>Modelo de interfaz (diseño de las zonas de comunicación y pantallas que se seguirán a lo largo del desarrollo).</p> <p>Modelo de navegación (Diseño de los caminos de navegación generales que se presentaran al usuario).</p> <p>Prototipo de la interfaz de usuario (establecer las plantillas de diseño que se seguirán a lo largo del desarrollo).</p>

2.1.1.3. Plan de Iteraciones:

Una vez identificados los requisitos a cubrir con el software se procede a analizar cuantos subproductos funcionales pueden producirse de modo que se puedan liberar partes operativas del software 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 cubran los conocimientos base. En la tabla 2.3 se muestran los resultados de esta fase.

Tabla 2.3: Actividades y Artefactos de la Fase del Plan de Iteraciones.

Fuente:(Abud, 2009)

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
<p>Diseñar las iteraciones de la forma que las versiones ejecutables cubran objetivos didácticos bien planeados, de acuerdo a la secuencia de temas.</p>	<p>Plan de iteraciones (dividir el desarrollo en iteraciones, cuidando de que cada iteración cubre requisitos y objetivos educativos completos).</p>

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)
---	--

2.1.1.4. 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 2.4.

Tabla 2.4: 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 a través de diagramas de clases y secuencia, incluir la descripción de clases y métodos; para los desarrollos que requieren bases 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).

2.1.1.5. 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 2.5 se incluyen sus elementos a detalle.

Tabla 2.5: 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 establecidas. 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 incluido fallas al sistema).

2.1.1.6. 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 2.6. 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.

Tabla 2.6: Actividades y Artefacto de la Fase de Despliegue

Fuente: (Abud, 2009)

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Entregar producto al usuario	Producto (se debe entregar debidamente empacado, etiquetado y con información sobre su contenido, aplicación, población objetivo y requerimientos de instalación). Manual de usuario (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. SISTEMAS OPERATIVOS MÓVILES:

2.2.1. Android:

Android es un sistema operativo de Google basado en GNU/Linux ¹⁰ diseñado originalmente para dispositivos móviles. Android fue un proyecto inicialmente desarrollado por la empresa Android Inc. La cual fue comprada por Google en el 2005, es así que en 2008 lanzan la primera versión de este sistema operativo.

¹⁰ Es uno de los términos para referirse a la combinación de núcleo o kernel libre.

Las aplicaciones pueden ser escritas en una extensión de Java por medio de SDK¹¹ y se ejecutan por medio de una máquina virtual Dalvik, también puedes ser escritas en lenguaje nativo C/C++ por medio del NDK¹² (Salazar, 2013).

Tabla 2.7: Información General Sistema Operativo Android

Última versión	4.2 Jellybean
Lenguajes desarrollo	Java, C/C++
Idiomas	Multilenguaje

2.2.1.1. Estructura de una aplicación Android:

Un proyecto Android normalmente se divide en dos partes:

- ❖ **Interfaz:** Parte grafica que el usuario vera. Esto se programa normalmente en XML¹³.
- ❖ **Lógica:** Funcionalidad de la aplicación. Aquí podemos implementar que funciones se llevaran a cabo al pulsar y se programa en java.

A la hora de construir una aplicación en Android, hay que tener en cuenta que dicha aplicación puede estar compuesta de un tipo específico o de la combinación de ambos.

Los diferentes tipos de componentes con los que podemos crear aplicaciones en Android son los siguientes:

a) **Activity (Actividad):**

Sin duda es el componente más habitual de las aplicaciones para Android. Un componente Activity refleja una determina actividad llevada a cabo por una aplicación, y que lleva asociada típicamente una venta o interfaz de usuario; es importante señalar que no contempla únicamente el aspecto gráfico, sino que esta forma parte del componente Activity a través de vistas representadas por clases como View y sus derivadas. Este componente se implementa mediante la clase de mismo nombre Activity.

¹¹ Software Development Kit, conjunto de herramientas de desarrollo de software.

¹² Native Development Kit, permite a los desarrolladores reutilizar el código escrito en C/C++.

¹³ Es un subconjunto de SGML(Estándar Generalised Mark-up Language)

b) View (Vista):

Las vistas (view) son los componentes básicos con los que se construye la interfaz gráfica de la aplicación, análoga por ejemplo a los controles de Java o NET. De inicio, Android pone a nuestra disposición una gran cantidad de controles básicos, como cuadros de texto, botones, listas desplegables o imágenes, aunque también existe la posibilidad de extender la funcionalidad de estos controles básicos o crear nuestros propios controles personalizados.

c) Layout:

Un layout es un conjunto de vistas agrupadas de una determinada forma. Vamos a poner diferentes tipos de Layouts para organizar las vistas de forma lineal, en cuadrícula o indicando la disposición absoluta de cada vista.

d) Intent:

Un Intent es el elemento básico de comunicación entre los distintos componentes Android que hemos descrito anteriormente. Se pueden entender como los mensajes o peticiones que son enviados entre los distintos componentes de una aplicación o entre distintas aplicaciones.

❖ Almacenamiento y Recuperación de Datos:

SQLite: SQLite de datos Open Source, es muy popular en muchos dispositivos pequeños, como Android. El gestor de base de datos por defecto de Android es Lite. SQLite es una base de datos transaccional ligera que ocupa una cantidad muy pequeña de espacio en disco y memoria, de manera que es la elección perfecta para crear bases de datos en sistemas para móviles como Android o IOS.

Para crear y gestionar SQLite tendremos que usar `Android.database.sqlite` que se trata de un paquete genérico, no específico de ninguna base de datos. Aquí encontraremos las clases necesarias para crear y actualizar la base, para realizar queries, sentencias pre compiladas, insert, updates y delete, la implementación de Cursor, etc.

2.2.2. IOS

iOS es el sistema operativo para dispositivo móviles de la empresa Apple. La primera versión de este iOS fue introducida en el 2007 en el dispositivo móvil iPhones. Las aplicaciones para este sistema operativo son desarrolladas en el lenguaje Objective-C por medio del SDK para iOS (Salazar, 2013).

Tabla 2.8: Información General Sistema Operativo iOS

Última versión	6.0
Lenguajes desarrollo	Objective-C
Idiomas	Multilenguaje

2.2.3. 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).

Tabla 2.9: Información General Sistema Operativo RIM Blackberry

Última versión	10
Lenguajes desarrollo	Java, C/C++
Idiomas	Multilenguaje

2.2.4. 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

¹⁴ Research In Motion

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).

Tabla 2.10: Información General Sistema Operativo Windows Phone

Última versión	Windows Phone 8
Lenguajes desarrollo	C/C++, C#
Idiomas	Multilenguaje

2.3. REALIDAD AUMENTADA:

2.3.1. Definición:

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).

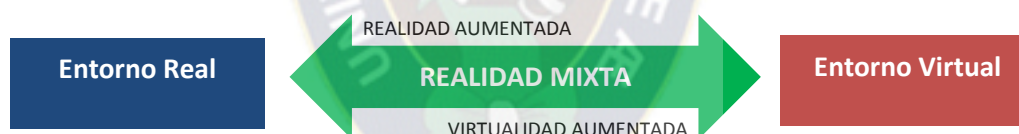


Figura 2.2. Taxonomía de la Realidad Mixta

Fuente: (Salazar, 2013)

Como se puede observar en la figura 2.2, 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.

¹⁵ Es un lenguaje que subyace a la presentación visual de una aplicación desarrollada en Microsoft

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.

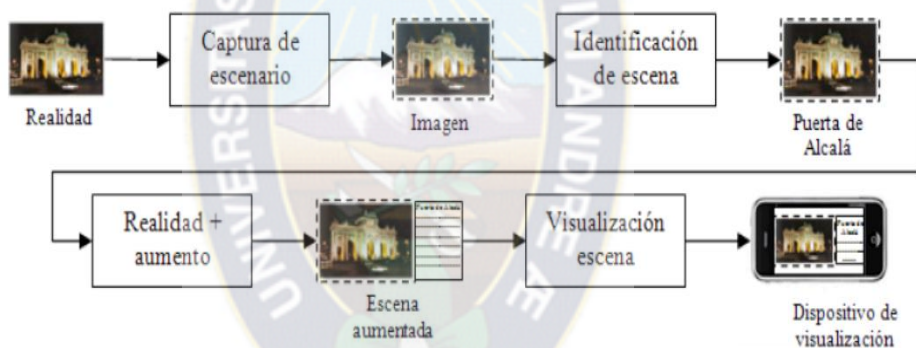


Figura 2.3. Ejemplo Realidad Aumentada

Fuente: (Abril, 2004)

2.3.2. Captación de escena:

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.

2.3.3. 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 que 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.

¹⁶ Head Up Displays

2.3.4. Elementos del sistema:

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

2.3.4.1. Elemento Captador:

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).

2.3.4.2. 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.

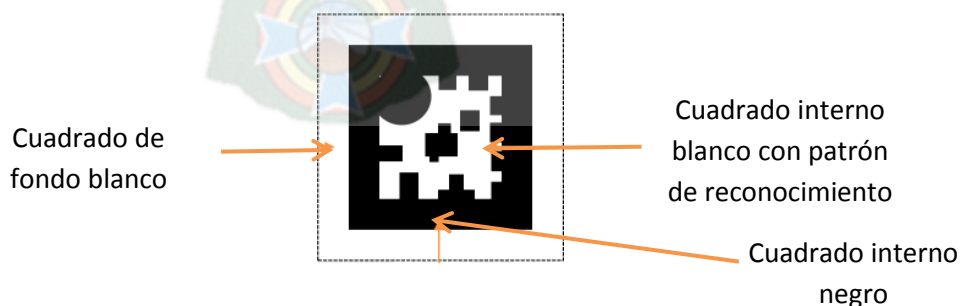


Figura 2.4: Marcador para Realidad Aumentada.

(Salazar, 2013)

❖ **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 geolocalización¹⁷, es decir si se apunta con el elemento capturado hacia una ubicación donde está definido un elemento virtual este se mostrara en la pantalla.

❖ **Reconocimiento de objetos:**

Este método se basa en reconocer objetos conocidos como edificios o la forma de un objeto específico; para luego corroborarlo con una base de datos y mostrar la información virtual que se requiera.

2.3.4.3. 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).

2.3.4.4. 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).

2.3.5. 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

¹⁷ Es la capacidad obtener una ubicación geográfica real de un objeto

¹⁸ Head Mounted Display, llamado gafas de realidad virtual

añade a la misma. Sin este proceso, la realidad aumentada no tendría razón de ser (Abril 2004).

2.3.6. 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

¹⁹ Heads-Up Display, muestra la información en pantalla.

transformará esta información en imágenes reales y virtuales combinadas y la desplegaran sobre la pantalla del dispositivo.

2.3.7. Clasificación de Sistemas de Realidad Aumentada:

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

2.3.7.1. 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 almacenaran 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.

2.3.7.2. 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.

2.3.7.3. 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.

2.3.8. Herramientas de desarrollo para Realidad Aumentada:

2.3.8.1. 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 2.11 se muestra los IDEs recomendados para los Sistemas Operativos móviles previamente descritos.

Tabla 2.11: 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

2.3.8.2. Frameworks para realidad aumentada:

Para el desarrollo de una aplicación con realidad aumentada además del IDE²⁰, es necesario un SDK, que no es más que una interfaz de programación de aplicaciones; la cual permite el uso de algún lenguaje de programación, dependiendo del sistema operativo móvil al cual está destinada la aplicación.

Así mismo, para desarrollar una aplicación en Realidad Aumentada se necesita un conjunto de herramientas ya sean librerías o SDK orientado al desarrollo de una aplicación con Realidad Aumentada, a continuación veremos algunas librerías y SDK utilizados para el desarrollo de aplicaciones con Realidad Aumentada orientada a dispositivos móviles.

2.3.8.3. ARLAB:

Es una compañía que desarrolla herramientas para la creación de aplicaciones con Realidad Aumentada. Sus herramientas brindan soporte para geolocalización,

²⁰ Entorno de desarrollo integrado

reconocimiento de imágenes, reconocimiento de marcadores, imágenes 3D, seguimiento de imágenes, seguimiento de objetos, botones virtuales, reconocimiento facial y seguimiento facial. Todos sus productos están orientados a iOS y Android; y requieren de pago (Salazar, 2013).

2.3.8.4. ArtoolKit:

Son un conjunto de librerías desarrollado por la empresa ARTOOLWORKS para el desarrollo de aplicaciones para Realidad Aumentada, para sistemas Operativos iOS y Android. En los dos casos permite la creación de aplicaciones nativas en Objective-C y C/C++ respectivamente. Estas librerías están bajo la licencia GPLv2 y licencias pagadas (Alcarria, 2010).

Según Cubillas (2014), entre las características más destacables figuran las siguientes:

- ❖ Un marco sencillo para la creación de aplicaciones de RA²¹ en tiempo real.
- ❖ Multiplataforma (Windows, Linux, Mac OS X).
- ❖ Superpone objetos virtuales 3D sobre marcadores reales (basado en algoritmo de visión por ordenador).
- ❖ Admite múltiples plataformas de video:
 - Múltiples fuentes de entrada (USB, Firewire, tarjeta capturadora).
 - Múltiples formatos (RGB/YUV420P, YUV).
- ❖ Seguimiento de varias cámaras.
- ❖ Interfaz GUI²².
- ❖ Seguimiento rápido de marcadores 6D (detección de plano en tiempo real).
- ❖ Sencilla rutina de calibración.
- ❖ Sencilla librería gráfica basada en GLUT (OpenGL Utility Toolkit, biblioteca de utilidades para programas OpenGL).
- ❖ Renderizado²³ rápido basado en OpenGL [OpenGL, 2014] (OpenGL es un software libre, multiplataforma que proporciona una serie de funciones para

²¹ Realidad aumentada.

²² Interfaz gráfica de usuario, es un programa informático que actúa de interfaz de usuario.

²³ Es un proceso de generar una imagen desde un modelo.

trabajar con objetos 2D y gráficos 3D en sistemas embebidos como dispositivos móviles, consolas etc.

- ❖ Soporte para 3D VRML²⁴ (Virtual Reality Modeling Language. "Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual").
- ❖ API (Application Programming Interface. "Interfaz de programación de aplicaciones"), simple y modular.
- ❖ Lenguajes de programación como Java y Matlab soportados con funcionalidad limitada.
- ❖ Set completo de utilidades y ejemplos.

2.3.8.5. Droid AR

Es un framework para desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada en Android. Está publicado como código abierto bajo la licencia GPLv3, permite aplicaciones basadas con marcadores y por geolocalización (Salazar, 2013).

2.3.8.6. Layar:

El software Layar es formado por una API²⁵ que provee una arquitectura software para el desarrollo de aplicaciones de RA sin la utilización de marcadores matriz 2D. Dichas aplicaciones, denominadas capas, son incorporadas al navegador móvil de RA de Layar, el cual es capaz de mostrar información, muy enfocada al ámbito del entretenimiento, turismo e incluso a los negocios (Alcarria, 2010).

Permite crear aplicaciones con Realidad Aumentada para dispositivos móviles, basado en web services. Tiene soporte para reconocimiento de imágenes y geolocalización (Salazar, 2013).

²⁴ Es un lenguaje para modelar mundos virtuales en 3D.

²⁵ Interfaz de programación de aplicaciones.



Figura 2.5. Geolocalización en funcionamiento.

Fuente: (Alcarria, 2010)

2.3.8.7. Metaio:

Conjunto de SDK orientados a distintos sectores. Ofrece un SDK para desarrollar aplicaciones orientadas a iOS y Android. Así como productos orientados al desarrollo de aplicaciones para Marketing, Ingeniería, Diseño Web, entre otros. El SDK para aplicaciones móviles da soporte para Realidad Aumentada basada en marcadores, geolocalización y reconocimiento de formas. Todos sus productos tienen un alto precio.

Según (Alcarria, 2010) las siguientes características más importantes son:

- ❖ Renderizado de animaciones 3D en tiempo real basado en OpenGL ES 1.X.
- ❖ Soporte para los desarrolladores mediante una API.
- ❖ Formatos 3D nativos: md2 y obj.
- ❖ Rastreo (tracking) basado en marcadores ID y plantillas.
- ❖ Soporte para el acceso a captura de vídeo.



Figura 2.6. Metaio – Unifeye Mobile SDK

Fuente: (Alcarria, 2010)

2.3.8.8. NyARToolKit:

Librería basada en ARToolkit de libre distribución que permite la creación de aplicaciones para dispositivos móviles en el sistema operativo Android y en el lenguaje Java. Tiene soporte para Realidad Aumentada basada en marcadores. Está publicado bajo la licencia de código abierto GPLv3 (Alcarria, 2010).

Según (Alcarria, 2010) se muestra una lista con las características a destacar de NyArtoolkit:

- ❖ Framework sencillo para el desarrollo de aplicaciones de RA.
- ❖ Soporte para librerías de video y diversos formatos de imagen.
- ❖ Funciones de calibración de la cámara.
- ❖ Soporte con gran variedad de librerías gráficas, gracias a la multitud de lenguajes en el que esta portada (OpenGL ES, VRML3D, etc.).
- ❖ API modular y bien estructurada.
- ❖ Soporte para dispositivos Android.



Figura 2.7. Ejemplos de NyArToolKit

Fuente: (Alcarria, 2010)

2.3.8.9. Vuforia:

SDK desarrollado por la empresa Qualcomm para desarrollar aplicaciones con Realidad Aumentada. Tiene un SDK para Android y otro para iOS, tiene soporte para Realidad Aumentada basada en marcadores y reconocimiento de imágenes; además de

funcionalidades como botones virtuales, distintos tipos de marcadores, imágenes 3D, entre otros. La programación es el lenguaje nativo (Alcarria, 2010):

Según Amin y Govilkar (2015), las características más importantes son las siguientes:

- ❖ Proporciona una detección más rápida de objetivos locales con capacidad de seguimiento 5 objetivos simultáneamente.
- ❖ Seguimiento eficiente en condiciones de poca luz y aunque el objetivo está parcialmente cubierto.
- ❖ Capacidades de seguimiento extendido, que permite a la aplicación para mantener los objetivos de seguimiento y ayuda a mantener una referencia constante para los aumentos de objeto, incluso cuando los objetivos no son visibles por la cámara en tiempo real.

2.3.8.10. Studiertube ES:

El framework StudierStube es una librería de visión por computador para la detección de la orientación y la posición de las marcas 2D con respecto a la cámara del dispositivos donde se esté ejecutando.

StudierStube ES ofrece características únicas y mejoras con respecto a su predecesor, siendo algunas de sus características que es multiplataforma y que soporta gran variedad de dispositivos que disponen de aceleración para gráficos 3D.

Pese a que guarda similitudes con ARToolkitPlus, éste ha sido reescrito para obtener un alto rendimiento, tanto en PC como en plataformas móviles.



Figura 2.8: Tracking con Studierstube

Fuente: (Alcarria, 2010)

2.3.8.11.D' Fusion Studio:

D' Fusión Studio es una plataforma patentada por total inmersión, una compañía francesa dedicada al campo de la realidad aumentada. D' Fusión logra integrar en tiempo real de gráficos interactivos dimensión en un flujo de video en directo.

Sus características son (Amin y Govilkar, 2015):

- ❖ Esta más basada en una interfaz de usuario que permite construir todo el escenario a través de la misma.
- ❖ Un escenario empaquetado funcionara tanto en Android y iOS.
- ❖ Soporta reconocimiento y seguimiento de rostros.

2.3.9. OpenGL y Open GL ES:

OpenGL es una especificación estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que produzcan y consuman gráficos en 2D y 3D (Shreiner, Woo, Neider y Davis, 1997). Esta interfaz dispone de más de 250 funciones definidas. El funcionamiento básico consiste en aceptar primitivas tales como puntos, líneas y polígonos y convertirlas en píxeles.

En el caso de los dispositivos móviles existe la variante llamada Open GL ES ²⁶ que es una simplificación de OpenGL para dispositivos móviles y terminales empotrados. La especificación OpenGL ES ha tenido una altísima aceptación de los fabricantes de teléfonos móviles, siendo utilizada por líderes del mercado. Algunos ejemplos de plataformas que utilizan la tecnología OpenGL ES para manejo de gráficos 2D y 3D son: Android, IOS y PlayStation 3.

²⁶ Open GL for Embedded Systems.

2.3.10. Blender :

Blender es un software multiplataforma dedicado al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales. Se enmarca dentro del tipo de aplicaciones denominadas CAD²⁷.

Se puede utilizar para modelar, aplicar texturas, simulaciones de agua, animación, renderizado, partículas y otras simulaciones, edición no lineal, composición, y la creación de aplicaciones 3D interactivas, incluyendo juegos. El programa fue inicialmente distribuido de forma gratuita pero sin el código fuente, con un manual disponible para la venta, aunque posteriormente pasó a ser software libre. Actualmente es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, Linux y Solaris.

A continuación enumeramos las características más destacadas que presenta este programa (Alcarria, 2010):

- ❖ Multiplataforma, libre, gratuito. El espacio en disco que ocupa este software es realmente pequeño comparado con otros paquetes de 3D, dependiendo del sistema operativo en el que se ejecuta.
- ❖ Capacidad para una gran variedad de primitivas geométricas, incluyendo curvas, mallas poligonales, vacíos, curvas Bezier, etc.
- ❖ Junto a las herramientas de animación se incluyen cinemática inversa, deformaciones por armadura o cuadrícula, vértices de carga y partículas estáticas y dinámicas.
- ❖ Edición de audio y sincronización de vídeo.
- ❖ Características interactivas para juegos como detección de colisiones, recreaciones dinámicas y lógica.
- ❖ Posibilidades de renderizado interno versátil e integración externa con potentes trazadores de rayos libres como kerkythea, Yafray o Yafrid.
- ❖ Lenguaje Python para automatizar o controlar varias tareas. Es posible la creación de scripts para tratar los objetos poligonales que hay en la escena.
- ❖ Blender acepta formatos gráficos como TGA, JPG, Iris, SGI, o TIFF. También puede leer ficheros Inventor.

²⁷ Computer Aided Design.

- ❖ Motor de juegos 3D integrado, con un sistema de bloques lógicos. Para más control se usa programación en lenguaje Python.
- ❖ Simulaciones dinámicas para partículas y fluidos.
- ❖ Modificadores apilables, para la aplicación de transformación no destructiva sobre mallas.
- ❖ Sistema de partículas estáticas para simular cabellos y pelajes, al que se han agregado nuevas propiedades entre las opciones de shaders para lograr texturas realistas.

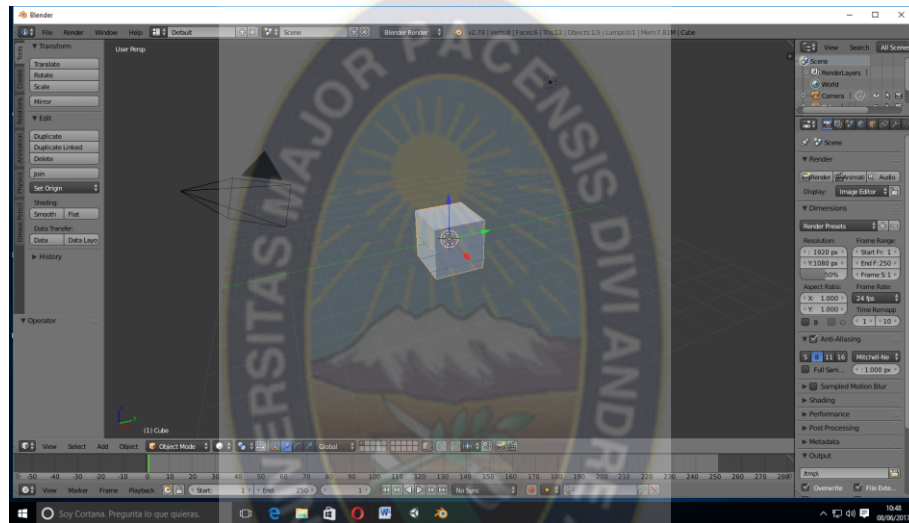


Figura 2.9: Ventana principal de Blender

Fuente :(Elaboración propia)

2.3.11. Makehuman:

Makehuman es una aplicación de gráficos 3D para prototipado de humanoides foto realísticos para ser utilizados en gráficos por computador. Es desarrollado por una comunidad de programadores, artistas y académicos interesados en el modelado tridimensional de personajes.

El 3 de junio de 2017 se lanzó su versión 1.1.1. Para los sistemas operativos Linux, Windows y Mac OS.

El objetivo del makehuman es desarrollar una aplicación capaz de modelar una amplia variedad de formas humanas en el rango completo de poses naturales desde una simple malla universal.

Para este propósito, se diseña un modelo humanoide (malla poligonal) en 3D que pueda ser manipulada paramétricamente de forma fácil para representar los personajes anatómicos deseados, la malla incluye una estructura de esqueleto que permite cambiar las poses de los personajes.

El equipo de Makehuman ha desarrollado un modelo que combina diferentes parámetros anatómicos para hacer transiciones suavizadas desde un infante hasta un anciano, desde un hombre a una mujer, desde delgado hasta gordo.

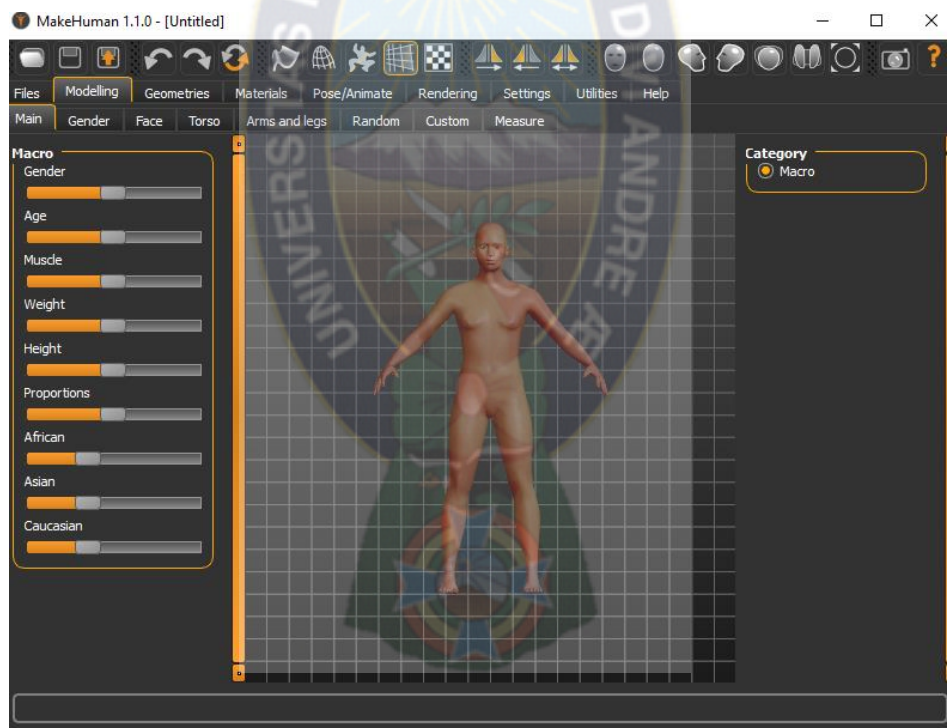


Figura 2.10: Ventana principal del Makehuman
Fuente : (Elaboración propia)

El modelo ocupa un espacio central, sin ser ni masculino ni femenino, ni joven ni anciano, teniendo una definición muscular media, con una forma andrógina. La malla actual de Makehuman ha evolucionado mediante los pasos sucesivos del proyecto MakeHuman,

incorporando las lecciones aprendidas, retroalimentación de la comunidad y los resultados de una considerable cantidad de estudios y experimentación.

Desde la primera publicación de Makehuman (2000) y la primera publicación de makeHead (1999), el reto ha sido construir una topología universal que mantenga todas estas capacidades pero añadiendo la habilidad de ajustar interactivamente el modelo para acomodar las variedades anatómicas encontradas en la población humana.

Este reto pudo haberse enfrentado incrementando el número de vértices para los modelos, pero el resultado obtenido son mallas poligonales densas que habrían limitado el desempeño del programa en las máquinas.

El modelo de desarrollo de Makehuman consta lo siguiente:

- ❖ Ser liviano y optimizado para la subdivisión de modelado de superficies.
- ❖ Utilizar únicamente cuadriláteros. El modelo de Makehuman está completamente libre de triángulos.
- ❖ Únicamente Polos E(5) y N(3), sin huecos y sin polos de 6 ejes.

2.3.12. Unity:

Unity es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X, Linux. La plataforma de desarrollo tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas. A partir de su versión 5.4.0 ya no soporta el desarrollo de contenido para navegador a través de su plugin web, en su lugar se utiliza WebGL. Unity tiene dos versiones: Unity Professional (pro) y Unity Personal.

2.3.12.1. Características de Unity:

Unity puede usarse junto con Blender, 3ds Max, Maya, Softimage, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks y Algoritmia Substance. Los cambios realizados a los objetos creados con estos productos se actualizan automáticamente en todas las instancias de ese objeto durante todo el proyecto sin necesidad de volver a importar manualmente.

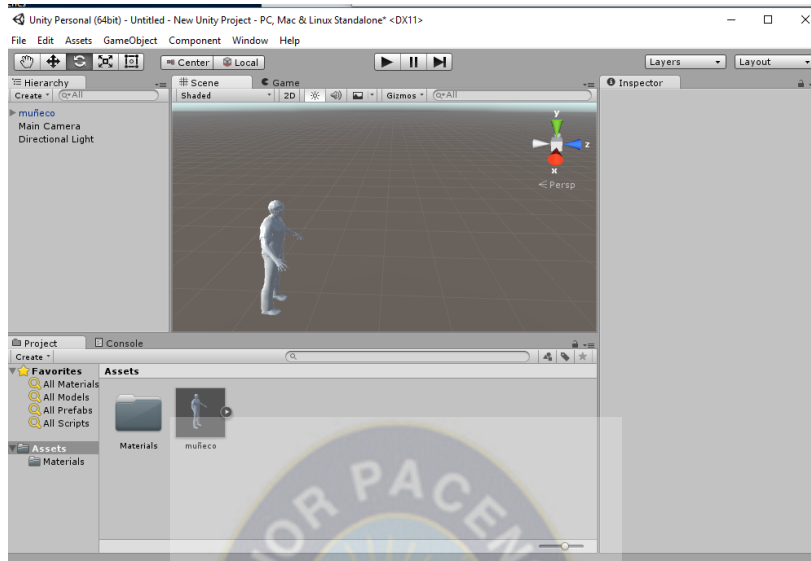


Figura 2.11: Ventana principal de Unity

Fuente :(Elaboración propia)

El motor gráfico utiliza V (en Windows, Mac y Linux), Direct3D (solo en Windows), OpenGL ES (en Android y iOS). Tiene soporte para mapeado de relieve, reflexión de mapeado, pantalla de espacio oclusión ambiental, sombras dinámicas utilizando mapas de sombras, render a textura y efectos de post-procesamiento de pantalla completa.

Se usa ShaderLab language para el uso de shaders, soporta tanto programación declarativa de los programas de función fija de tuberías y shader GLSL. Un shader puede incluir múltiples variantes y una especificación declarativa de reserva, lo que permite a Unity detectar la mejor variante para la tarjeta de vídeo actual y si no son compatibles, recurrir a un shader alternativo que puede sacrificar características para una mayor compatibilidad.

El soporte integrado para Nvidia, el motor de física PhysX, (a partir de Unity 3.0) con soporte en tiempo real para mallas arbitrarias y sin piel, y las capas de colisión.

El scripting viene a través de MonoBehaviour. El script se basa en MonoBehaviour, la implementación de código abierto de .NET Framework. Los programadores pueden utilizar UnityScript, C# o Boo (que tiene una sintaxis inspirada en Python). A partir de

la versión 3.0 añade una versión personalizada de MonoDevelop para la depuración de scripts.

2.4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL:

La Inteligencia Artificial, es una de las disciplinas más nuevas, actualmente en la IA²⁸ ha surgido un nuevo paradigma conocido como “paradigma de agentes”, el cual está tomando un gran auge entre los investigadores. Dicho nuevo paradigma aborda el desarrollo de entidades que puedan actuar de forma autónoma y razonada.

Si retomamos la definición dada anteriormente donde se consideraba a la IA como un medio para el desarrollo de sistemas que piense y actúen racionalmente, podemos pensar que la IA, en su conjunto, trata realmente de construir precisamente dichas entidades autónomas e inteligentes (Botti y Julián, 2000).

Y según Bellman (2015) la inteligencia artificial aparece con la finalidad de:

- ❖ Duplicar las facultades de comportamiento que atribuimos al ser humano, entendido como ser con capacidad de pensar.
- ❖ Resolver problemas reales, actuando como un conjunto de ideas de como representar y utilizar el conocimiento y de cómo desarrollar sistemas informáticos.
- ❖ Buscar la explicación de diversas clases de inteligencia, a través de la representación del conocimiento y de la aplicación que se da a este en los sistemas informáticos desarrollados

Identificando de esta manera algunas áreas en las que la inteligencia artificial se involucra como ser: Procesamiento de lenguaje natural, reconocimiento de patrones, sistemas expertos, agentes inteligentes, tutores inteligentes, demostración de teoremas, manipulación inteligente de base de datos, web inteligente, minería de datos y entre otros.

²⁸ Artificial Intelligense.

2.5. AGENTES INTELIGENTES:

Un agente inteligente, es una entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en su entorno de manera racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado. Es capaz de percibir su medioambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores.

Los agentes inteligentes se han definido de diferentes maneras. Según Alvarado (2016) los sistemas de IA deben exhibir las siguientes características:

- ❖ Aprender nuevos problemas e incrementar normas de solución.
- ❖ Capacidad de adaptación en línea y en tiempo real.
- ❖ Ser capaz de analizar condiciones en términos de comportamiento, el error y el éxito.
- ❖ Aprender y mejorar a través de la interacción con el medio ambiente (realización).
- ❖ Aprender rápidamente de grandes cantidades de datos.
- ❖ Deben estar basados en memoria de almacenamiento masivo y la recuperación de dicha capacidad.

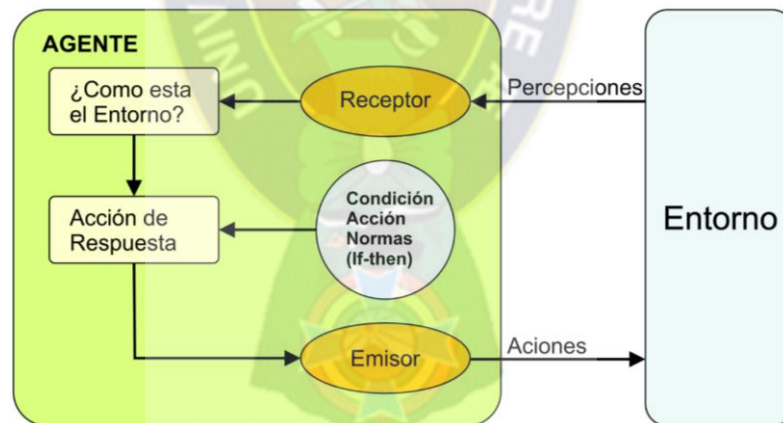


Figura 2.12. Estructura de un agente inteligente

Fuente: (Jauregui, 2016)

2.5.1. Estructura del agente:

En el artículo razón artificial 2010 un agente inteligente generalmente tiene una estructura en la que se identifican cuatro elementos:

- ❖ Capacidad de percepción
- ❖ Capacidad de acción
- ❖ Objetivos
- ❖ Entorno

2.5.1.1. Capacidad de percepción:

Viene definida por los elementos capaces de reconocer de los que dispone el agente. Pueden ser sistemas sencillos en los que la percepción puede ser la detección o no de intrusos en su área de acción (definida fácilmente con un booleano) o bien mecanismos más complejos como una matriz de $N \times M$ que refleje la visión del agente en una orientación y momento concreto del tiempo y que requerirá un proceso más intenso e incluso una abstracción para agilizar cálculos.

2.5.1.2. Capacidad de acción:

Vendría definida por el conjunto de los movimientos, cálculos o respuestas en general que puede llevar a cabo el agente. Pueden ser tan sencillos como (giro izquierda/giro derecha/avanzar/retroceder) o más complejos como (evadir/emboscar/atacar/confundir).

2.5.1.3. Objetivo:

Son la esencia del agente. El comportamiento del mismo irá orientado a la consecución de los mismos.

2.5.1.4. Entorno:

Es una característica externa al agente pero que condiciona su comportamiento. Puede ser un mundo tridimensional o una abstracción del mismo reducida a eventos. En otros casos puede ser una matriz la que modele el entorno o incluso un grafo que represente una topología concreta.

2.5.2. Agentes móviles:

Un agente móvil es un proceso situado en una plataforma o entorno de ejecución para actuar en representación básicamente de una persona u organización, y llevar a cabo una tarea para la

cual ha sido especialmente designado. Asimismo, dispone de un conjunto más o menos amplio de atributos entre los que destaca la movilidad en el sentido de que no está limitado al sistema donde comienza la ejecución sino que tiene la completa libertad para viajar, es decir, migrar, interactuar y regresar bajo su propio control (Guerra, 2013).

Los agentes móviles son funcionalmente objetos de software que transportan en un mensaje su estado y código para poder interactuar remotamente con otros agentes o recursos. Para que el agente móvil pueda interactuar con otros agentes o recursos afines es necesaria la definición de un protocolo que especifique el formato de los mensajes y las acciones que se han de efectuar. En el mensaje transportado por el agente móvil se incluye un:

- ❖ Estado: Como su nombre indica, contiene el estado del objeto o los valores de los atributos del agente y el estado de la máquina o estado de ejecución (contador de programa, punteros de pila, registros, etc.).
- ❖ Código: Incluye la clase con los métodos de interacción permitidos.

2.5.3. Sistemas de Agentes:

Un sistema de agentes o agencia es una plataforma o entorno de ejecución de agentes que permite, fundamentalmente, la creación, suspensión, terminación y ejecución inicial de un agente o retomar su ejecución, posibilitando la comunicación entre agentes y sus transferencias (Guerra, 2013).

Por tanto, un sistema de agentes es responsable de efectuar las siguientes funciones:

- ❖ Coordinar todas las acciones entre agentes.
- ❖ Garantizar la seguridad del sistema interactuando con otras agencias y evitando la llegada de agentes procedentes de agencias maliciosas.
- ❖ Permitir la asociación con un representado (autoridad) que identifique a una persona u organización.
- ❖ Disponer de un tipo que, a su vez, describa parte del perfil de un agente. El perfil completo de un agente queda definido por los tres siguientes parámetros: Tipo del SA, lenguaje y método de serialización.

- ❖ Disponer de uno o varios lugares (entornos específicos de ejecución) en función de los intereses y objetivos de los agentes).
- ❖ Disponer de un servicio de nombres que permita encontrar agentes y lugares locales. En este contexto, cada agente dispone de un identificador global y único formado por la concatenación de las siguientes informaciones: Autoridad representada, SA²⁹, lugar, un valor o identificador y la dirección IP de la máquina.
- ❖ Disponer de una infraestructura de comunicaciones que ofrezca los pertinentes servicios de transporte entre los SA.

2.5.4. Lenguajes para la comunicación entre Agentes Móviles:

Igual que se ha dicho para los lenguajes de desarrollo de agentes móviles, lo mismo se puede decir para el caso de la comunicación entre éstos en los correspondientes entornos de ejecución.

Teniendo en cuenta que el modelo de comunicación de los mensajes es por paso de mensajes; en principio, se puede utilizar cualquier lenguaje de programación aunque no esté específicamente diseñado ni para el desarrollo ni la comunicación entre los agentes móviles.

Por consiguiente, el programador debe implementar aquellas clases, funciones, procedimientos, comandos, etc., que permita crear, enviar y recibir los datos de los correspondientes mensajes. En este contexto, se destacan los siguientes lenguajes:

- ❖ Lenguajes interpretados y procedimentales basados en scripts: Pitón, Perl, etc.
- ❖ Lenguajes orientados a objetos: Java ampliado, Telescript, etc.

2.5.5. Tutores inteligentes:

Los sistemas tutores inteligentes comenzaron a desarrollarse en los años ochenta con la idea de poder impartir el conocimiento usando alguna forma de inteligencia para poder asistir y guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje.

²⁹ Sistema de agente.

Se buscó emular el comportamiento de un tutor humano, es decir a través de un sistema que pudiera adaptarse al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que el mismo resuelve un problema a fin de poder brindarle ayudas cognitivas cuando lo requiera.

Un tutor inteligente, por lo tanto: “es un sistema de software que utiliza técnicas de inteligencia artificial para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes para enseñárselo” (VanLehn, 1988).

Wolf (1984) define los STI³⁰ como: “sistemas que modelan la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del estudiante sobre ese dominio”.

“Un sistema que incorpora técnicas de Inteligencia Artificial a fin de crear un ambiente que considere los diversos estilos cognitivos de los alumnos que utilizan el programa” (Giraffa, 1997).

2.5.5.1. Modelos de agentes en sistema tutor inteligente:

El STI se compone de un conjunto de agentes independientes que intercambian información, usando un lenguaje formal expresivo, y proporcionando modularidad e interoperabilidad (Gonzales, Burguillo, Llamas y Vidal, 2012).

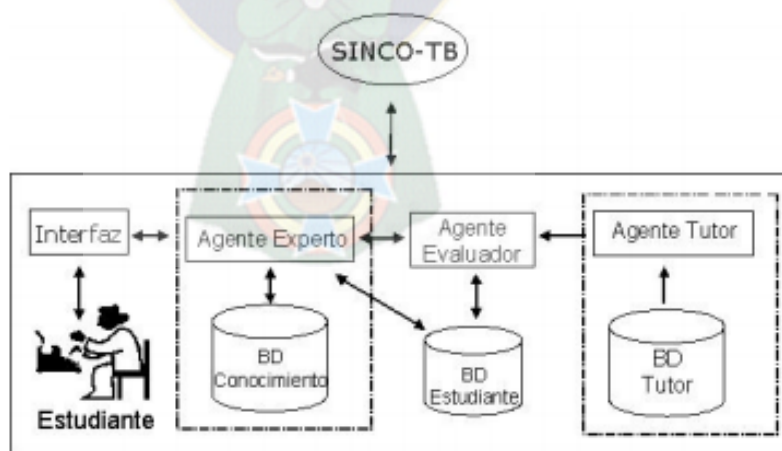


Figura 2.13. Arquitectura general del sistema tutor inteligente

Fuente: (Gonzales, Burguillo, Llamas y Vidal, 2012)

³⁰ Sistema de tutores inteligentes

A continuación describimos los agentes que participan en la resolución del problema:

- ❖ **Agente Experto:** Guía y controla el proceso de tutorías. Contiene representación del conocimiento experto en los ámbitos relativos a procesos de evaluación, enseñanza-aprendizaje, y metodología de enseñanza. Es el responsable de dirigir la ejecución del proceso teniendo en cuenta los datos introducidos por el alumno.
- ❖ **Agente Evaluador:** Evalúa el comportamiento del alumno. Según la evolución del estudiante durante el plan instruccional modifica su perfil o, en caso de ser necesario, solicita al agente tutor la reestructuración del plan instruccional.
- ❖ **Agente Tutor:** Razona acerca del comportamiento del alumno. Su objetivo es generar el plan instruccional, de forma que se adapte a las necesidades del estudiante. La memoria del agente tutor contiene un grupo de elementos, denominados acciones, las cuales describen el comportamiento del estudiante durante las sesiones de trabajo. Este conjunto de acciones contiene el identificador del alumno, la temática de trabajo según los objetivos a alcanzar y las trazas del estudiante (aciertos, fallos, etc.) durante su aprendizaje. Además, se proporciona una indicación del estado en el que se encuentra el proceso de aprendizaje (terminado o interrumpido) e incluso es posible generar subplanes de trabajo para el alumno a partir del plan ya resuelto.

2.5.5.2. Sistemas tutor inteligentes y sistemas multi-agentes:

Según Gonzales, Burguillo, Llamas y Vidal (2012), el desarrollo de STIs bajo una aproximación multi-agente, tiene en cuenta la división de las tareas del sistema entre diversos agentes, entidades concurrentes que gozan de propiedades como:

- ❖ **Autonomía:** Los agentes deben ser semiautónomos es decir, no necesitan una directa y constante supervisión. Por ejemplo, un agente conoce cómo y cuándo presentar un mensaje al estudiante y cuándo actualizar su base de conocimiento.

- ❖ **Proactividad:** Los agentes tienen metas y objetivos que cumplir, actuando consecuentemente de una manera autónoma para lograrlos. Por ejemplo seleccionar los contenidos didácticos que se le deben presentar al estudiante.
- ❖ **Capacidad Social:** El agente debe ser capaz de interactuar con su entorno, es decir, llevar a cabo diferentes tipos de comunicación con otros agentes.
- ❖ **Aprendizaje:** Los agentes deben ser capaces de aprender de su entorno y de la interacción con otros agentes, incorporando estos cambios en su base de conocimiento.
- ❖ **Base de Datos del Estudiante:** Mantiene información acerca del perfil, características, historial y cuerpo de conocimientos del alumno.
- ❖ **Base de Datos de Conocimiento:** Contiene la información del dominio con la cual se decide qué tareas se presentan al estudiante de acuerdo a los objetivos de aprendizaje.
- ❖ **Base de Datos de Tutor:** Almacena la información correspondiente a procesos de enseñanza-aprendizaje.
- ❖ **Comunicación entre agentes:** El agente experto revisa el perfil del alumno y envía esta información al agente tutor para que construya un plan instruccional. El agente tutor compara cada una de las acciones ejecutadas por el alumno con su plan instruccional y comunica los resultados de su razonamiento al agente evaluador. Finalmente, el agente evaluador actualiza el perfil del estudiante e informa de los cambios realizados al agente experto que realizará las adaptaciones oportunas para continuar con el proceso de aprendizaje.



Figura 2.14. Modelo de comunicación entre agentes del STI

Fuente: (Gonzales, Burguillo, Llamas y Vidal, 2012)

2.6. SWI- PROLOG:

Prolog se puede utilizar para resolver, básicamente, cualquier tipo de problema. Principalmente es útil en la gestión de Juegos, en Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos, como lenguaje especialmente pensado para construir bases de conocimientos basados en la lógica que forman parte importante de cualquier agente inteligente, en la construcción de Compiladores e Intérpretes, en el Reconocimiento del Lenguaje Natural, etc.

❖ **Base de Conocimientos:**

Almacena todo el conocimiento del sistema experto en forma de reglas. Este conocimiento comprende los datos que describen el problema, las reglas utilizadas, la forma de combinar estas reglas, los nuevos datos deducidos y las propuestas de solución.

Se caracteriza porque los conocimientos son descritos de manera declarativa, almacenados en pequeños fragmentos y no existe jerarquía entre los mismos. En la creación de una base de conocimientos se debe tener en cuenta qué objetos serán definidos, cómo son las relaciones entre estos objetos, cómo se formularán y procesarán las reglas.

❖ **Base de Datos:**

Contiene los datos del problema así como los elementos y hechos relativos a la solución de un problema en particular. A su vez almacena la información dada por el usuario en respuesta a las preguntas del sistema.

❖ **Motor de Inferencia:**

Simula la estrategia de solución de un experto, obtiene conclusiones aplicando las reglas sobre los hechos presentes.

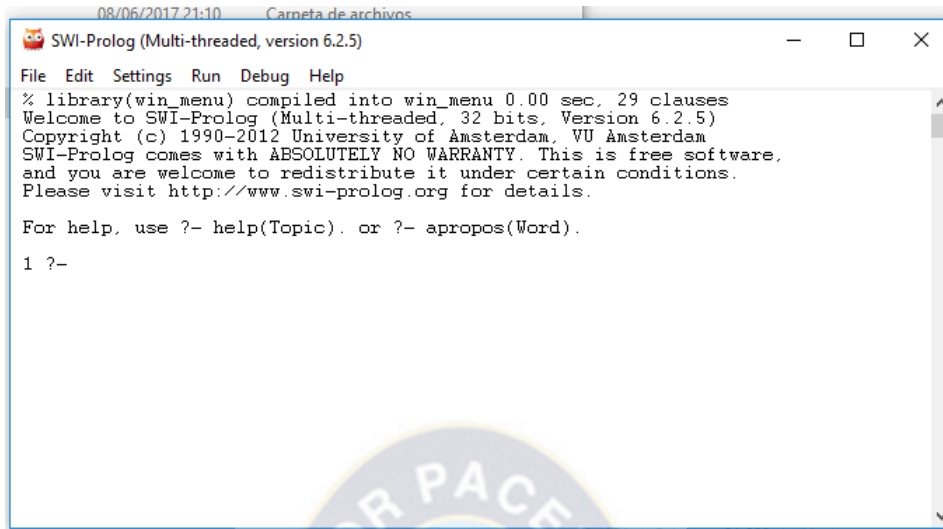


Figura 2.15: Ventana principal de SWI-Prolog

2.7. SOMATOTIPO

Los seres humanos presentan diferencias constitucionales de marcada variedad, las cuales se expresan en diferentes tipos morfológicos y funcionales, trayendo consigo que se registren una gama variada de características particulares que hace a cada ser único e irreplicable. A pesar de esta rica diversidad, en los estudios médicos (morfofisiología³¹) se han logrado agrupar esta diversidad de caracteres en grupos definidos. En la biomecánica a cada uno de ellos se le define como Somatotipos, donde se agrupan de acuerdo al tipo de metabolismo o actividad metabólica predominante, la actividad vital, la resistencia biológica y la capacidad funcional (Muñoz, 2015).

Además de estas particularidades las diferencias se pueden evaluar en la morfofisiología a través de la actividad vital, que a su vez expresa la correlación y distribución del tejido adiposo y muscular en el organismo. La distribución de está en el cuerpo determinan los diámetros del tronco, de la cadera y de las extremidades, cintura escapular, abdomen y las vísceras internas (Muñoz, 2015).

³¹ Es el estudio de las composiciones biológicas de la especie humana.

En la constitución del organismo intervienen varios factores que determinan en muchos casos su fenotipo y en otros actúan con factores influyentes. Entre los factores determinantes:

- ❖ El sexo.
- ❖ La herencia familiar.
- ❖ Las razas.
- ❖ Las etnias

Como factores que influyen están:

- ❖ La alimentación.
- ❖ La actividad física desarrollada.
- ❖ El estilo de vida.
- ❖ El medio social.
- ❖ Las condicionantes de la Moda.
- ❖ Las enfermedades no hereditarias.

Todos estos factores en mayor o menor escala son los que ayudan en el transcurso de la vida embrionaria y en el desarrollo biológico después del nacimiento a moldear la constitución del cuerpo humano.

2.7.1. Tipos de somatotipos:

2.7.1.1. Endomorfo:

Los endomorfos tienden fácilmente al sobrepeso: acumulan grasa fácilmente. Es el tipo que más tiene que vigilar la dieta y son prácticamente opuestos a los ectomorfos. A cambio de ganar grasa fácilmente también ganan músculo con bastante facilidad con todas las ventajas que ello conlleva al metabolismo. Su mayor enemigo es el exceso de grasa corporal pero sufren menos de sobre-entrenamiento.

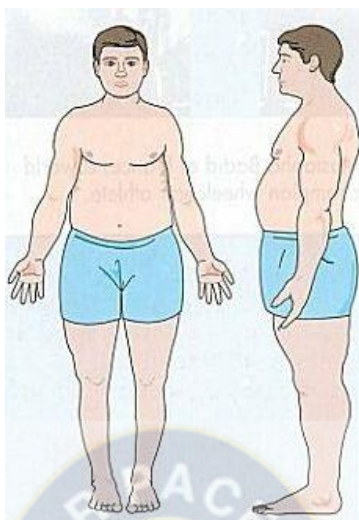


Figura 2.16: Características de una persona endomorfica

Fuente: (Muñoz, 2015)

❖ **Tipo de cuerpo del endomorfo.**

- Cuerpo blando.
- Músculos subdesarrollados.
- Bordes redondeados.
- Sistema digestivo sobre-desarrollado.

❖ **Rasgos de personalidad asociados.**

- Amor por la comida.
- Tolerancia.
- Uniformidad en las emociones.
- Amor por el confort.
- Sociable.
- De buen humor.
- Tranquilo.
- Necesitado de afección.

2.7.1.2. Mesomorfo

Los mesomorfos tienden a ser musculados y atléticos por naturaleza. Ganan músculo fácilmente al mismo tiempo que no ganan excesiva grasa corporal y, si así fuera, la queman también con facilidad. Es el somatotipo de “los privilegiados” genéticamente para el culturismo. Destacan por encima de los demás a poco que se esfuercen.

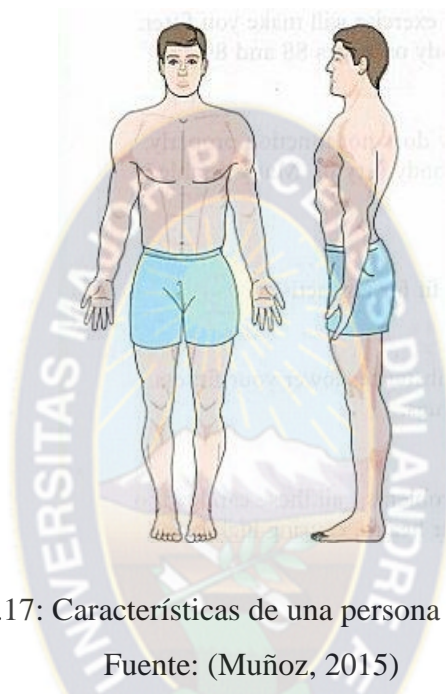


Figura 2.17: Características de una persona mesomorfica

Fuente: (Muñoz, 2015)

❖ Tipo de cuerpo del mesomorfo.

- Cuerpo muscular y duro.
- Apariencia excesivamente madura.
- Silueta rectangular.
- Piel gruesa.
- Postura recta.

❖ Rasgos de personalidad asociados.

- Aventurero.
- Deseoso de poder y dominancia.
- Valiente.
- Indiferencia ante lo que otros piensan o quieren.

- Firme, audaz.
- Entusiasmo por la actividad física.
- Competitivo.
- Ama el riesgo y las oportunidades.

2.7.1.3. Ectomorfo

Tienden a ser delgados con extremidades largas y estructura ósea también delgada. Son lo opuesto al endomorfo ya que suelen estar por debajo del peso considerado normal y tienen serias dificultades para ganar peso.

La ventaja que tienen es que pueden lucir un cuerpo delgado sin tener que controlar excesivamente la dieta pero a cambio tienen una gran dificultad para ganar músculo.



Figura 2.18: Características de una persona ectomorfica

Fuente: (Muñoz, 2015)

❖ Tipo de cuerpo del ectomorfo.

- Delgado y alto.
- Pecho plano.
- Apariencia del cuerpo “enclenque”.
- Apariencia joven.
- Ligeramente musculado.

- Cerebro grande.
- Hombros inclinados hacia delante.

❖ **Rasgos de personalidad asociados.**

- Consciente de sí mismo.
- Preferencia por la privacidad.
- Introverso e inhibido.
- Tiene ansiedad social.
- Faceta artística.
- Mentalidad intensa.
- Emocionalmente restringido.

2.8. REQUERIMIENTOS MACRONUTRIENTES:

2.8.1. Proteínas:

La deficiencia de proteína puede favorecer el desarrollo de complicaciones como alteraciones en la función inmune, aparición de edemas³² y úlceras de decúbito, mayor número de infecciones urinarias, respiratorias, mala cicatrización, pérdida de masa muscular y astenia, depresión, e incluso, inmovilidad (Flanigan, 1997; Gilmore, 1995; Ruíz, 2000; Volpi, 1998).

2.8.2. Lípidos o grasas:

La grasa de la dieta tiene un importante papel suministrando ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles³³, siendo además, una buena fuente de energía (Vega, 2002).

Es importante tener en cuenta la calidad y la cantidad de grasa ingerida, puesto que tiene influencia sobre la regulación de los lípidos sanguíneos que pueden ser factor de riesgo para algunas enfermedades crónicas (Krauss, 2000).

Una reducción severa de grasa podría agravar o desencadenar estados carenciales de vitaminas liposolubles, que tienen que ser absorbidas con la grasa dietética, además de comprometer el

³² Hinchazón causada por la acumulación de líquido en los tejidos del cuerpo.

³³ Son sustancias solubles en grasa, aceites y otros solventes orgánicos.

consumo de algunos alimentos, como carnes, pescados, lácteos o quesos y los nutrientes que éstos aportan (proteínas, vitamina D, calcio, hierro, zinc, etc.) (Villar, 2000; Carbajal, 2001).

Las esenciales son aquellas que el organismo no puede sintetizar, y son: el ácido linoléico ³⁴y el linolénico³⁵, aunque normalmente no se encuentran ausentes del organismo ya que están contenidos en carnes, fiambres, pescados, huevos, etc. (Andrango y Jamarrillo, 2011).

2.8.3. Hidratos de carbono:

En general, parece conveniente incrementar el consumo de hidratos de carbono, puesto que en la mayoría de los casos está disminuido en beneficio de la ingesta de lípidos y proteínas (Ortega, 2002).

Son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza. Constituyen la fuente predominante de energía para la población mundial, especialmente en forme de cereales, leguminosas y tubérculos (Andrango y Jamarrillo, 2011).

Una alimentación rica en hidratos de carbono es capaz de elevar el nivel de glucógeno de los músculos y con esta elevación viene, en primer lugar, un aumento de la resistencia. Una alimentación rica en grasas e igual en hidratos de carbono impide que el glucógeno³⁶ se almacene en los músculos y por tanto el rendimiento es muy inferior (Andrango y Jamarrillo, 2011).

2.8.4. Fibras:

Por otro lado, aportes excesivos de fibra pueden ocasionar malestar abdominal o flatulencia, pudiendo comprometer la absorción de algunos micronutrientes, como el calcio y el zinc (Morgan y Weinsier, 2000; Carbajal, 2001).

La fibra alimentaria cumple la función de ser la parte estructural de las plantas y, por lo tanto, se encuentran en todos los alimentos derivados de los productos vegetales como puede ser las verduras, las frutas, los cereales y las legumbres

³⁴ Es un ácido graso esencial para el organismo humano.

³⁵ Es un ácido graso poliinsaturado, formado por una cadena de 18 carbonos.

³⁶ Es la forma principal de reserva de la glucosa y se almacena principalmente en el hígado.

2.9. PROGRAMA ACCESIBLE DE AUMENTAR LA MASA MUSCULAR:

Para comenzar la nutrición con la dieta para una musculación, es necesario que la dieta este diseñada para cambiar de forma continua tu manera de pensar acerca de los alimentos, al tiempo que te guía hacia un físico más ágil y musculoso. Del Monte (2016) afirma “verás cómo ganas en masa muscular, pierdes grasa corporal e incrementas tu rendimiento en todos los aspectos de tu vida. Además, mejorará tu salud y tu forma física”.

Esta dieta es general, no personalizada, basada en un programa genérico. Asegúrate de estar siguiendo la dieta correctamente utilizando la Calculadora Alimenticia que encontrarás en:

Tendrás cuatro opciones para elegir:

- ❖ Mantenimiento
- ❖ Reducción de grasa
- ❖ Aumento progresivo de masa muscular
- ❖ Aumento avanzado de masa muscular

Los dos primeros objetivos se deberían de explicar por sí mismos. El aumento progresivo de masas musculares ideal para quienes descubren que ganan grasa en los abdominales inferiores cuando intentan aumentar su masa muscular. Esta fórmula también es ideal para quienes desean mantener su grasa corporal baja durante todo el año. (Del Monte, 2016)

El aumento avanzado de masa muscular es para los ectomorfos³⁷ extremos que pueden comer todo lo que quieren y nunca engordan. También es bueno para los que no se preocupan por la ganancia de grasa y sólo quieren volumen.

Las dietas de mantenimiento, aumento progresivo y aumento avanzado de masa muscular se basan en un 35% de Proteínas, un 45% de Hidratos de Carbono y un 25% de Grasa. (Del Monte, 2016).

La dieta de reducción de grasa se basa en un 40% de Proteínas, un 30% de Hidratos de Carbono y un 30% de Grasa (Del Monte, 2016).

³⁷ Son aquellas personas que tienen piernas largas y delgadas con músculos muy fibrosos.

Debes tener en cuenta que las dietas contemplan una bebida anterior al entrenamiento (PRE) y una posterior (POST) para el total diario de calorías. Es recomendable añadir otra bebida durante el entrenamiento si se necesita una fuente sencilla de calorías, pero ten en cuenta que las calorías de esa toma NO están incluidas en las dietas que se adjuntan. (Del Monte, 2016).

A continuación se indican algunos requisitos comunes a todas las dietas:

- ❖ La primera comida debe hacerse en los primeros 15-45 minutos tras habernos levantado.
- ❖ Todas las comidas deben espaciarse 3-4 horas entre ellas. No importa si tu última comida es a altas horas de la madrugada.
- ❖ Asegúrate de que estás tomando multi-vitaminas de alta calidad dos veces al día, así como aceites de pescado, creatina y cualquier otro suplemento indicado en cada día.

2.10.FATIGA MUSCULAR:

La fatiga muscular se suele definir como “un menor desarrollo de fuerza que la esperada a consecuencia de un trabajo muscular exhaustivo”, en esta definición se excluye pérdidas de fuerza debida a daño o a factores que no están relacionados directamente a la activación del músculo. Se ha propuesto que la inhibición del desarrollo de fuerza puede ocurrir en casi todos los pasos de la activación, estimulación, contracción y relajación.

2.11. TÉCNICAS DE ENTRENAMIENTO:

Para el desarrollo óptimo de la gimnasia artística se requieren unas determinadas cualidades físicas para la manipulación del propio cuerpo (García, 2008)

- ❖ **Fuerza:** Desde las fijaciones isométricas de la postura hasta el trabajo “explosivo” como repulsiones. Permite a las gimnastas trabajar contra la gravedad.
- ❖ **Velocidad:** Se manifiesta durante diferentes cargas sobre el aparato locomotor, permite producir el mayor impulso.

- ❖ **Potencia máxima:** Referida a la máxima velocidad en el periodo mínimo de tiempo, en nuestro caso, los ejercicios gimnásticos que durasen hasta 20 segundos en los aparatos y los ejercicios de suelo.
- ❖ **Resistencia:** Los ejercicios intensos de duración superior a los 60 segundos, son considerados como ejercicios de resistencia anaeróbica. Sería la capacidad de ejecutar los ejercicios gimnásticos sin cansancio importante y sin una notable pérdida de calidad de ejecución del movimiento, debido a una carencia de coordinación. Siendo más importante esta cualidad en los ejercicios de mayor duración.
- ❖ **Flexibilidad:** Movilidad de las articulaciones del cuerpo completo. Es de vital importancia para las gimnastas permitiendo realizar este deporte de forma segura y con la mejor técnica posible, produciendo al mismo tiempo un resultado muy estético. Para las gimnastas es de gran importancia la movilidad de las articulaciones, así como la de la columna vertebral.

Además de estas cualidades se requiere el desarrollo de la agilidad, el equilibrio y la coordinación, que intervienen de forma directa en el posible riesgo de lesiones. Estar coordinados sobre los aparatos significa, de forma progresiva, saber ajustar finamente la acción propia de la intención del movimiento, con un objeto determinado, lo que necesita de una buena percepción de la situación motriz y de unos recursos mínimos de fuerza y agilidad. Las coordinaciones gimnásticas suponen un ajuste de la postura que integra la colocación y la actitud postural (equilibrio).

2.12.FORMAS DE INCREMENTO DE MASA MUSCULAR:

El ejercicio tiene un efecto importante sobre el crecimiento muscular, ya que esto obliga a los músculos a aumentar su volumen (hipertrofiarse). El efecto del entrenamiento de fuerza puede durar entre 24 y 48 horas, por esta razón cualquier alimento consumido en este período podría aumentar la respuesta anabólica y contribuirá la hipertrofia³⁸ (Andrango y Jamarrillo, 2011).

³⁸ Crecimiento excesivo y anormal de un órgano o de una parte de él debido a un aumento del tamaño de sus células.

La combinación de pequeñas cantidades de aminoácidos con carbohidratos, consumidos antes o después del ejercicio incrementa transitoriamente el anabolismo³⁹ proteico del músculo. El efecto más importante del entrenamiento y la dieta sobre la masa muscular estará reflejado por la forma y frecuencia del ejercicio combinado con la ingesta de nutrientes (Andrango y Jamarrillo, 2011).

2.13.EVALUACION ANTROPOMÉTRICA:

Consiste en el estudio de las dimensiones morfológicas del hombre (forma, tamaño, proporción y composición corporal) mediante mediciones como el peso talla, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros óseos. Esto contribuye a la comprensión del crecimiento, ejercicio, rendimiento y nutrición del individuo en estudio. La composición corporal desempeña un papel vital en el rendimiento deportivo (Jamarrillo y Andrango, 2011).

La antropometría permite evaluar al deportista a lo largo del tiempo y observar las modificaciones provocadas por la nutrición y el entrenamiento. También se lo puede comparar con un ideal obtenido a partir de datos de deportistas de élite buscando en lo posible un biotipo similar a través de las intervenciones (Jamarrillo y Andrango, 2011).

2.13.1. Peso:

El peso corporal es una medida de la masa corporal .Es una medida heterogénea, una composición de muchos tejidos que, a menudo, varían independientemente. Aunque el peso debe ser medido con el individuo desnudo, a menudo, este hecho no se puede practicar. Por consiguiente, frecuentemente se toma el peso con el individuo vestido con ropas ligeras, sin calzado (Andrango y Jamarrillo, 2011).

³⁹ Las causas del aumento de masa muscular

2.13.2. Talla:

La estatura o altura, es una medición lineal de la distancia desde el piso o superficie plana donde está parado, hasta la parte más alta del cráneo. El individuo debe estar en posición erguida, sin zapatos. Eventualmente, el peso se distribuye en ambos pies, los talones deben estar juntos, los brazos deben colgar relajados a los costados del cuerpo. (Andrango y Jamarrillo, 2011).

2.13.3. Índice de masa corporal

Es una medida que usa la variable peso en relación con la talla para evaluar las reservas de grasa corporal, permite evaluar los niveles de delgadez, sobrepeso u obesidad de este grupo de población (ambos sexos) de acuerdo a puntos de corte establecidos. (Andrango y Jamarrillo, 2011).

$$IMC = peso \frac{(Kg)}{altura^2} (m^2)$$

La estimación de la grasa corporal según este indicador se correlaciona con factores de riesgos de enfermedades crónicas: cardiovasculares, muerte prematura, hipertensión arterial, osteoartritis, algunos tipos de cáncer y diabetes.

Tabla 2.12: Clasificación Internacional del IMC en el adulto
(Andrango y Jamarrillo, 2011).

Clasificación	Puntos de corte
Peso insuficiente	<18.50
Delgadez severa	<16.00
Delgadez moderada	16.00-16.99
Delgadez aguda	17.00-18.49
Normal	18.50-24.99
Sobrepeso	≥25.00
Pre-obesidad	25.00-29.99
Obesidad	≥30.00
Obesidad clase I	30.00-34.99
Obesidad clase II	35.00-35.99
Obesidad clase III	≥40.00

2.14. VITAMINAS Y MINERALES:

El uso de suplementos de vitaminas y minerales es también bastante común entre los atletas, sin embargo está demostrado que su ingesta elevada no aumenta el rendimiento físico, y por otro lado al ser mayores las necesidades calóricas, con una dieta equilibrada (con suficiente aporte de frutas, verduras, cereales, lácteos y carnes) se estarían cubriendo todas las necesidades. Una consideración aparte la merece el hierro, dado el rol de éste mineral en el transporte de oxígeno en la sangre, podría disminuir después del entrenamiento físico intenso, sobre todo en las mujeres.

La realización de ejercicio, ya sea en calidad de aficionado o bien como deportista de alto nivel, genera una sobrecarga y un exceso de formación de sustancias llamadas radicales libres que pueden incidir negativamente sobre el organismo, influyendo también en el rendimiento deportivo; para compensar esta situación adquieren un rol importante los antioxidantes, los cuales pueden obtenerse a través de la alimentación, una dieta rica en frutas, verduras, legumbres y cereales integrales nos provee gran parte de ellos (Andrango y Jamarrillo, 2011).

- ❖ **Vitamina A:** Esta vitamina obra en el crecimiento; es indispensable para mantener el buen estado de la epidermis. Ejerce una acción bienhechora sobre los ojos; su carencia facilita los estados infecciosos y origina perturbaciones nerviosas. La cantidad de vitamina A necesaria para el culturista es de 10mg diarios.
- ❖ **Vitamina B1:** Vitamina de utilización nutritiva, la más importante para el culturista. No se duda en multiplicar por 5 la ración normal. Ningún peligro de hipervitaminosis. La carencia de vitamina B1 (tiamina) provoca una mala utilización de los carbohidratos, provoca edema y parálisis de los nervios y de los músculos. En un grado menor, la carencia provoca la falta de apetito y una gran fatiga. La cantidad de vitamina B1 necesaria para el culturista es de 15mg por día.
- ❖ **Vitamina B2:** Es la vitamina de la longevidad; favorece la asimilación y el equilibrio de la nutrición. Su ausencia provoca las enfermedades de las mucosas y los desórdenes gastrointestinales. La absorción de un alimento con doble empleo aumenta más la aportación en esta vitamina, al mismo tiempo que el equilibrio de la ración alimenticia con la aportación de la vitamina B1, permite incrementar la

absorción de la vitamina B2. La cantidad de Vitamina B2 necesaria para el culturista es de 10mg por día.

- ❖ **Vitamina C.** Ejerce una acción importante sobre la dentición; asegura la estabilidad del elemento sanguíneo y destruye las toxinas. Es la más conocida de las vitaminas. Juega un gran papel en la coagulación de la sangre, y su carencia origina el desarrollo de los estados de fatiga. La cantidad de vitamina C necesaria para el culturista es de 150mg por día.
- ❖ **Vitamina D:** El adulto no tiene necesidad de una aportación de vitamina D tan importante como el niño. La carencia en vitamina D impide la fijación del calcio. Por la alimentación láctea el culturista absorbe mucho calcio; en el verano este es retenido en el organismo por la formación de la vitamina D. Es pues indispensable fuera del verano introducir vitamina D en el organismo por la alimentación. La cantidad de vitamina D necesarias para el culturista es 0,03g por día.
- ❖ **Vitamina E:** Vitamina del equilibrio sexual obra también favorablemente sobre la piel y sobre los músculos. Su carencia produce atrofia muscular, molestias cardíacas y favorece la impotencia y la rigidez. La cantidad de vitamina E necesaria para el culturista es de 3mg por día.
- ❖ **Calcio:** En el cuerpo humano existen alrededor de 130g de calcio; este mineral se encuentra, sobretodo en el plasma y constituye el esqueleto. La falta de calcio produce la descalcificación y provoca la fragilidad ósea. La cantidad de calcio necesaria para el culturista es de 2,5g por día.
- ❖ **Fósforo:** Entra en el peso del cuerpo humano con 700g, aproximadamente. La alimentación normal lleva alrededor de 1,75g de fósforo. El fósforo entra también en gran cantidad en la constitución del esqueleto yes igualmente una preciosa aportación de la célula nerviosa. Por esta razón se dobla la dosis para el culturista, pues el esfuerzo nervioso que realiza durante el trabajo de fuerza es considerable. La cantidad necesaria para el culturista es de 3g diarios.
- ❖ **Sodio:** Es parte integrante de nuestros tejidos bajo la forma de cloruro de sodio. Su papel es de reglamentar el contenido de agua en los tejidos. El culturista que tiene tendencia a ser “seco” habrá de salar más a los alimentos. Se eliminan alrededor de

8 a 10 gramos, nuestros alimentos reparan parcialmente esta pérdida, y la sal permite cubrir el déficit.

- ❖ **Potasio:** Juega un papel preponderante en el sistema muscular y nervioso. Entra con 15mg por cada 100cm en la sangre. La cantidad necesaria para el culturista es de 2g diarios.
- ❖ **Hierro:** El hierro reglamenta la hemoglobina de la sangre. Las necesidades de hierro en el culturista son importantes como consecuencia del aumento del volumen sanguíneo. La cantidad necesaria para el culturista es de 12mg
- ❖ **Yodo:** Forma parte de la hormona tiroidea, la tiroxina, que modera o exagera la intensidad de nuestras combustiones. Las necesidades de yodo son insignificantes. La leche lo contiene para cubrir las todas.

2.15. ALIMENTACIÓN DEL FISCULTURISTA:

El fisicoculturismo es un tipo de deporte basado en ejercicio físico intenso, generalmente anaeróbico, consistente en el entrenamiento con pesos, actividad que se suele realizar en gimnasios y cuyo fin es la obtención de una musculatura fuerte y definida, esta exigente práctica deportiva además requiere del practicante un estilo de vida muy sano y organizado, para poder cumplir con un duro entrenamiento y una rigurosa alimentación (Andrango y Jamarrillo, 2011).

El desarrollo de la masa muscular está unido al perfeccionamiento de la fuerza máxima. Hay dos formas de ganar peso: por aumento de la masa muscular o por incremento de la masa adiposa. El aumento de peso debido al incremento de tejido magro puede lograrse combinando un programa adecuado de entrenamiento de fuerza y una dieta equilibrada.

Los aumentos de músculo y fuerza normalmente son más rápidos al inicio del programa de entrenamiento de fuerza. A menudo son periódicos, ya que cada mejora se alterna con un período de descanso

2.16. SUPLEMENTOS DEPORTIVOS:

Cuando los deportistas están cansados y entrenan mal, suelen pensar en suplementos que podrían aportarles más energía. Muchas personas no saben que la Food and Drug Administration no controla bien la calidad y pureza de los suplementos dietéticos.



CAPÍTULO III

MARCO APLICATIVO

3.1 INTRODUCCIÓN:

En este capítulo se desarrolla la creación del prototipo tutor inteligente con realidad aumentada, a partir de la metodología ingeniería de software educativo (MeISE) propuesta por María Antonieta Abud Figueroa en el año 2009.

A partir de ahora el prototipo cuenta con el nombre de “Fitness and Health” que hace referencia a un tutor inteligente móvil con realidad aumentada para ayudar a incrementar la masa muscular de la población.

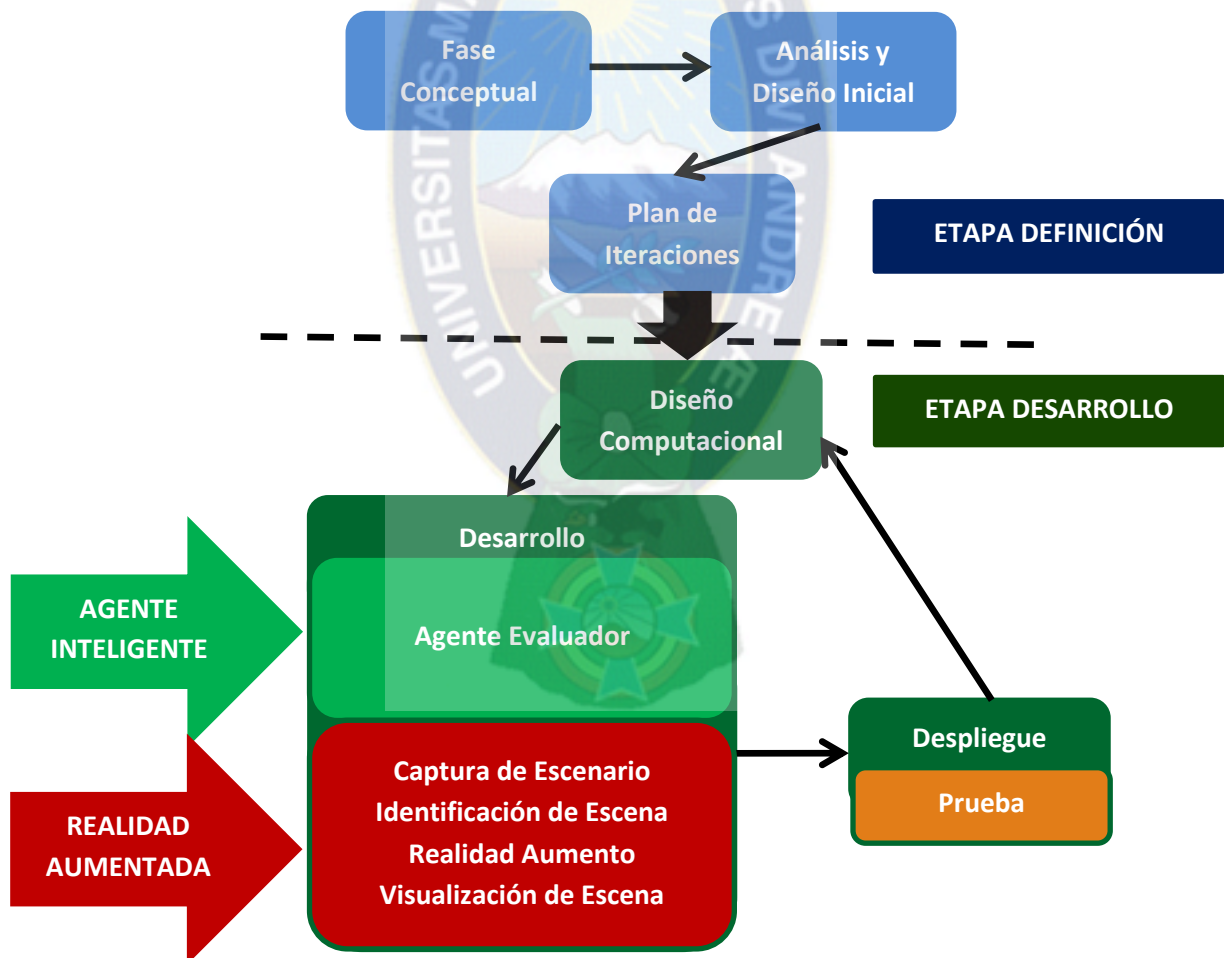


Figura 3.1. Representación gráfica de la metodología MeISE con la realidad aumentada y Tutor Inteligente
Fuente: (Abud, 2009)

Para el desarrollo del tutor se hace uso del contenido de la metodología (MeISE) la cual tiene un nuevo enfoque iterativo incluyendo aspectos computacionales, pedagógicos y de comunicación para la construcción de software educativo, que está compuesto por dos etapas.

- ❖ **Primera Etapa:** Es la etapa de definición en la que se encuentra la fase conceptual, fase de análisis y diseño inicial, 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 fase de diseño computacional, fase de desarrollo y la 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.

3.2 ETAPAS DE LA METODOLOGÍA INGENIERÍA DE SOFTWARE :

3.2.1. Etapa de definición:

En esta etapa se contempla la definición de requisitos, el análisis y diseño, durante la cuales se determinaran 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.

3.2.1.1. Fase conceptual:

a) Analizar las necesidades educativas:

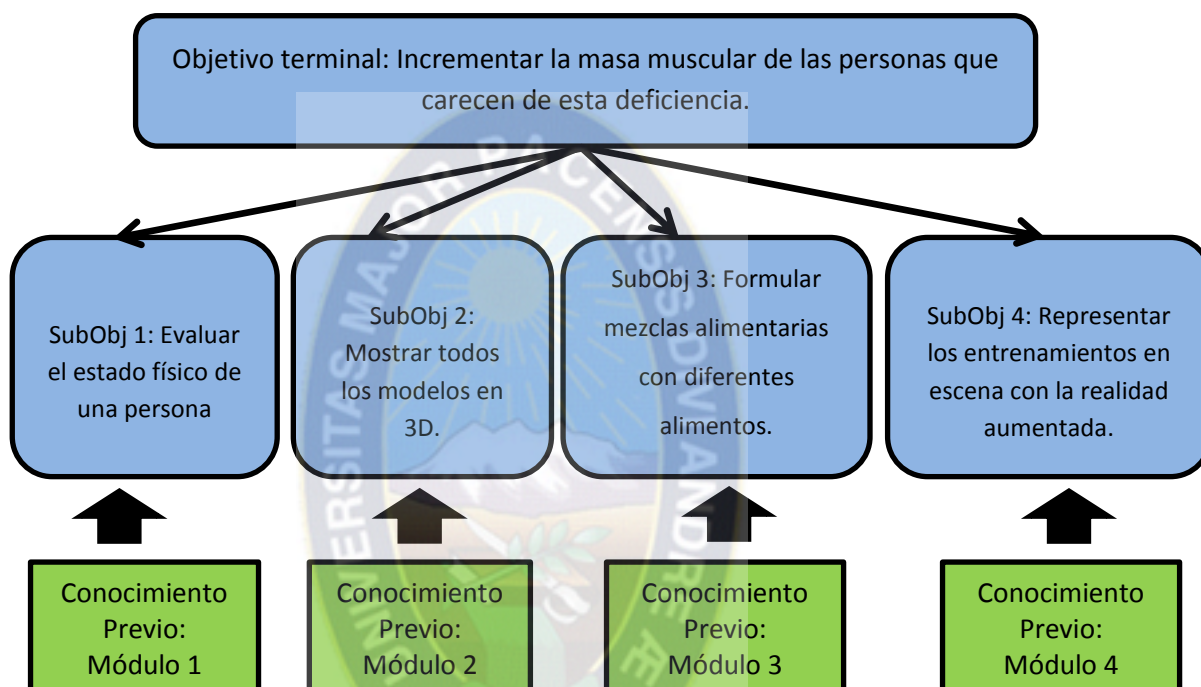


Figura 3.2: Modelo Instruccional

Fuente: (Elaboración Propia)

b) Revisar alternativas de solución:

Modelo Educativo:

Analizando la propuesta de los modelos educativos que existen actualmente, se optó por el modelo constructivista, ya que adapta más al aprendizaje de software.

c) Elaborar un estudio de riesgos:

Se establece los riesgos relativos al desarrollar el prototipo y a los aspectos pedagógicos y la forma de entenderlos.

A continuación se muestran alguna lista de riesgos que podrían presentarse durante y posterior del desarrollo del prototipo.

Tabla 3.1: Lista de riesgos y atenciones

Fuente : (Elaboración propia)

RIEGOS RELATIVOS AL DESARROLLO	ASPECTOS PEDAGÓGICOS	FORMA DE ATENDERLOS
El prototipo puede contar algunas fallas de escenas de la realidad aumentada.	El usuario no podrá ejercer sus entrenamientos en el gimnasio y tendrá más dificultades.	Mejorar la calidad de las escenas del modelo de la realidad aumentada.
Evaluar de forma incorrecta su estado físico de un usuario.	El usuario tendrá problemas al seguir las instrucciones del prototipo.	Realizar un buen estudio del estado físico de la persona.
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 en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Equipo de trabajo

Fuente: (Elaboración propia)

CARGO	TAREA	RESPONSABLE
Jefe de proyecto	Responsable del proyecto	Univ. Yoky Coronel Chavez
Coordinador de actividades	Coordinar las reuniones y supervisar el avance del proyecto.	Lic. Juan Gonzalo Contreras
Equipo de desarrollo	Responsable del análisis, diseño e implementación del prototipo.	Univ. Yoky Coronel Chavez

Cronograma de actividades:

A continuación se detalla el programa de actividades por fases:

Tabla 3.3: Programación de Actividades

Fuente: (Elaboración propia)

FASE	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION
Conceptual	Modelo instruccional. Estudio de alternativas. Lista de riegos. Plan inicial.	Univ. Yoky Coronel Chavez	01/03/2017	07/03/2017

Conceptual	Modelo de actores. Modelo de casos de uso.	Univ. Yoky Coronel Chavez	07/03/2017	10/03/2017
Análisis y diseño inicial	Modelo de requisitos. Descripción de la arquitectura. Modelo educativo.	Univ. Yoky Coronel Chavez	10/03/2017	15/03/2017
Análisis y diseño inicial	Modelo de interfaz. Modelo de prototipo de la interfaz de usuario.	Univ. Yoky Coronel Chavez	15/03/2017	19/03/2017
Plan de iteraciones	Plan de iteraciones priorizadas	Univ. Yoky Coronel Chavez	19/03/2017	22/03/2017
Diseño computacional y desarrollo	Plan de trabajo. Modelo de diseño.	Univ. Yoky Coronel Chavez	22/03/2017	26/03/2017
Desarrollo	Modelo de desarrollo. Modelo de pruebas unitarias. Modelo de integración. Pruebas de	Univ. Yoky Coronel Chavez	26/03/2017	7/04/2017

	integración.			
Diseño computacional y desarrollo	Modelado de diseño y refinado. Modelo de interfaz usuario.	Univ. Yoky Coronel Chavez	7/04/2017	14/04/2017
Desarrollo	Modelo de desarrollo refinado. Pruebas de integración refinadas.	Univ. Yoky Coronel Chavez	14/04/2017	22/04/2017
Despliegue	Producto. Manual de usuario	Univ. Yoky Coronel Chavez	22/04/2017	29/04/2017
Diseño computacional y desarrollo	Modelado de diseño y refinado. Modelo de interfaz de usuario	Univ. Yoky Coronel Chavez	29/04/2017	3/05/2017
Desarrollo	Modelo de desarrollo refinado. Modelo de integración refinado. Pruebas de integración refinadas.	Univ. Yoky Coronel Chavez	3/05/2017	13/05/2017

Despliegue	Producto. Manual de usuario. Correcciones de prueba	Univ. Yoky Coronel Chavez	13/05/2017	23/05/2017
-------------------	---	------------------------------	------------	------------

e) **Identificar la funcionalidad que se pretende alcanzar con el software:**

Modelo de actores: identifica los tipos de usuarios que utilizaran el software y describe sus características en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Modelo de Actores.

Fuente: (Elaboración propia)

ACTORES		DESCRIPCION
	ADMINISTRADOR	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evaluar el tipo de somatotipo. ❖ Mostrar entrenamientos y alimentación. ❖ Responsable del correcto funcionamiento del prototipo.
	USUARIO	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Resuelve test de somatotipo. ❖ Visualiza los entrenamientos de acuerdo a su tipo de somatotipo. ❖ Adquiere conocimientos de los alimentos recomendados del prototipo.

Diagrama de casos de uso:

Ya definidos los usuarios, procedemos a identificar los diagramas de casos de uso para los distintos módulos.

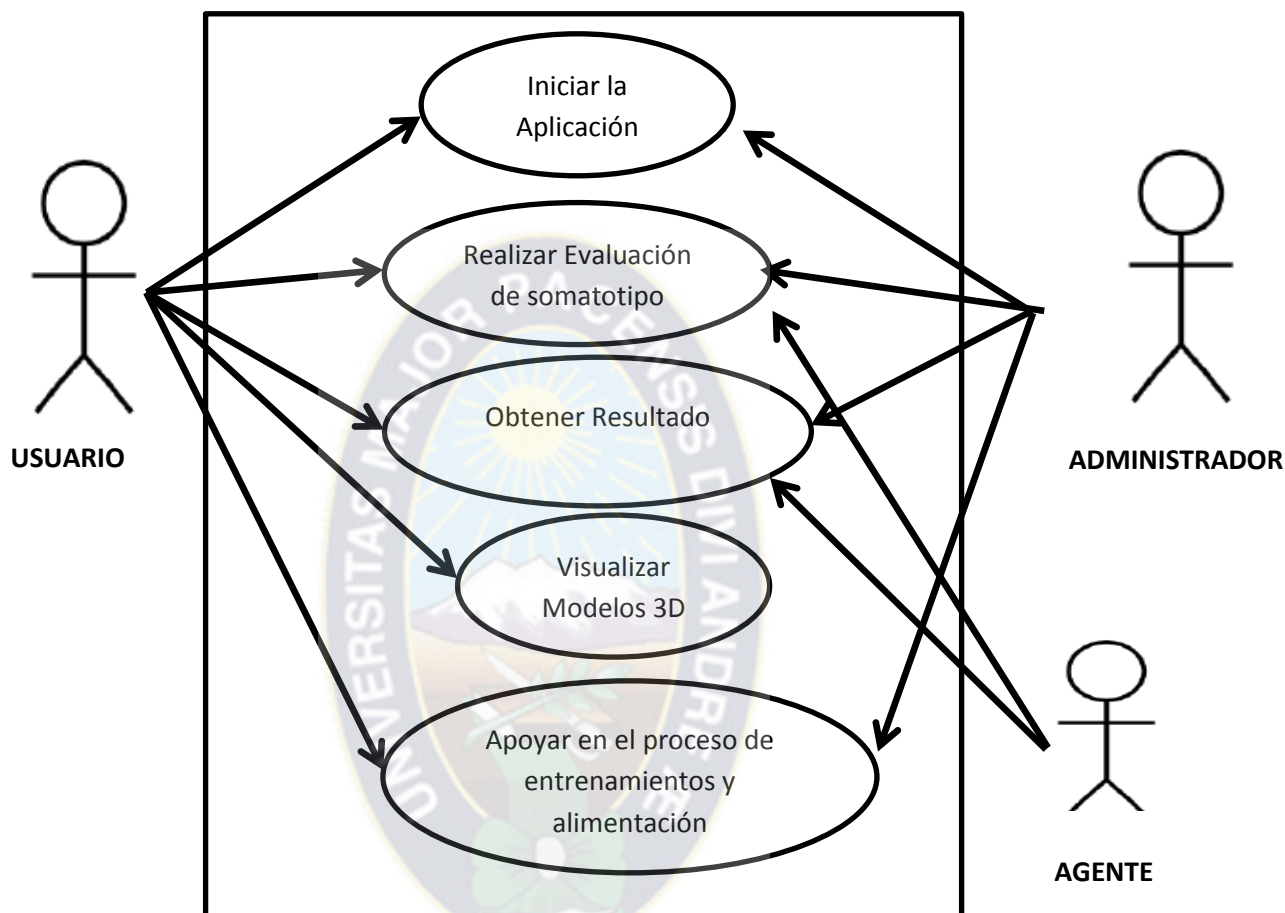


Figura 3.3: Diagrama General De Casos de Uso

Fuente: (Elaboración propia)

Especificación de casos de uso:

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

Tabla 3.5. Especificación del caso de uso: Iniciar Aplicación

Caso de uso: Iniciar Aplicación		Nro.: 1
Descripción: Caso de uso para el inicio de la aplicación en el dispositivo		
Actores:	Usuario / Administrador	
Precondiciones	La aplicación debe haber sido debidamente instalada en un	

(Condiciones de entrada)	dispositivo móvil con sistema operativo Android y que cumpla las condiciones del equipo y soporte lógico.		
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada de Actor	Respuesta del Sistema
	1	Escoge la aplicación correspondiente al nombre de “Fitness and Health”	Inicia la aplicación comenzando con la pantalla de inicio (splash screen)
Post Condiciones	La aplicación se inicia correctamente		

Tabla 3.6. Especificación del caso de uso: Realizar Evaluación

Caso de uso: Realizar Evaluación		Nro.: 2	
Descripción: Permite realizar una evaluación del somatotipo			
Actores:	Usuario/Administrador		
Precondiciones (Condiciones de entrada)	La aplicación de haberse iniciado correctamente y el usuario debe ser evaluado del test de somatotipo.		
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada de Actor	Respuesta del Sistema
	1	Escoge la aplicación correspondiente al nombre de “Fitness and Health”	Inicia la aplicación comenzando con la pantalla de inicio (splash screen)
	2	El usuario realiza la evaluación del somatotipo.	La aplicación verifica las respuestas del usuario.
Post Condiciones	La aplicación da por respuesta un modelo en 3D según la evaluación adquirido por el usuario.		

Tabla 3.7. Especificación del caso de uso: Obtener Resultado

Caso de uso: Obtener resultado		Nro.: 3	
Descripción: Permite obtener los resultados del test de somatotipo de la aplicación.			
Actores:	Usuario		
Precondiciones (Condiciones de entrada)	La aplicación de haberse iniciado correctamente.		
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada de Actor	Respuesta del Sistema
	1	Escoge la aplicación correspondiente al nombre de “Fitness and Health” del somatotipo.	Inicia la aplicación comenzando con la pantalla de inicio (splash screen)
	2	El usuario realiza la evaluación del somatotipo.	La aplicación verifica las respuestas del usuario.
	3	El usuario obtiene los resultados de la evaluación y verifica su estado de somatotipo.	La aplicación muestra los resultados finales de la evaluación del somatotipo
Post Condiciones	La aplicación muestra el resultado del somatotipo con un modelo 3D y sus características.		

Tabla 3.8. Especificación del caso de uso: Visualizar Modelos 3D

Caso de uso: Visualizar Modelos 3D		Nro.: 4	
Descripción: Permite visualizar escenas de modelos de entrenamientos 3D mediante la realidad aumentada.			
Actores:	Usuario		
Precondiciones (Condiciones)	La aplicación de haberse iniciado correctamente.		

de entrada)			
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada de Actor	Respuesta del Sistema
	1	Escoge la aplicación correspondiente al nombre de “Fitness and Health” del somatotipo.	Inicia la aplicación comenzando con la pantalla de inicio (splash screen)
	2	El usuario realiza la evaluación del somatotipo.	La aplicación verifica las respuestas del usuario.
	3	El usuario obtiene los resultados de la evaluación y verifica su estado de somatotipo.	La aplicación muestra los resultados finales de la evaluación del somatotipo
	4	El usuario visualiza los modelos 3D según el tipo de somatotipo obtenido de la evaluación y muestra su evolución.	
Post Condiciones	La aplicación muestra modelos 3D realizado de test de somatotipo y muestra la evolución de la masa muscular según el tiempo que transcurre en el gimnasio.		

Tabla 3.9. Especificación del caso de uso: Apoyo de procesos de entrenamiento y alimentación

Caso de uso: Apoyo de procesos de entrenamiento y alimentación	Nro.:5
Descripción: Permite apoyar los procesos de entrenamientos y alimentación que realiza el usuario.	
Actores:	Usuario
Precondiciones (Condiciones)	La aplicación de haberse iniciado correctamente.

de entrada)			
Flujo de eventos normal	Paso	Entrada de Actor	Respuesta del Sistema
	1	Escoge la aplicación correspondiente al nombre de “Fitness and Health” del somatotipo.	Inicia la aplicación comenzando con la pantalla de inicio (splash screen)
	2	El usuario realiza la evaluación del somatotipo.	La aplicación verifica las respuestas del usuario.
	3	El usuario obtiene los resultados de la evaluación y verifica su estado de somatotipo.	La aplicación muestra los resultados finales de la evaluación del somatotipo
	4	El usuario visualiza los modelos 3D según el tipo de somatotipo obtenido de la evaluación y muestra su evolución.	
	5	El usuario visualiza los entrenamientos que están en movimiento y proceder a seguir las indicaciones.	La aplicación indica cómo realizar correctamente los entrenamientos y una adecuada alimentación
Post Condiciones	La aplicación muestra detalladamente las escenas de entrenamiento en realidad aumentada.		

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 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 entrenamientos y la alimentación que presenta el prototipo.

3.2.1.2. 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.

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 3.10: Descripción de módulos

Fuente: (Elaboración propia)

MÓDULOS	DESCRIPCIÓN
Módulo Tutor	Se especifica el contenido acerca del área de la alimentación y de entrenamientos en el gimnasio, presentando los modelos en 3D, fáciles y sencillos de poder usar el prototipo.
Módulo Usuario	Donde realiza el seguimiento del prototipo visualizando los modelos 3D y las evaluaciones que presenta en ella.
Módulo Dominio	Se realiza el almacenamiento de información, como registro de cada usuario, el desarrollo que realiza en el gimnasio y las evaluaciones.

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 desarrollado 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).
- ❖ Makehuman (Utilizado para crear y diseñar humanoides de 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.
- ❖ Sistema operativo móvil Android v.2.3.2 (Gingerbread) o superior

b) Establecer la arquitectura del software:

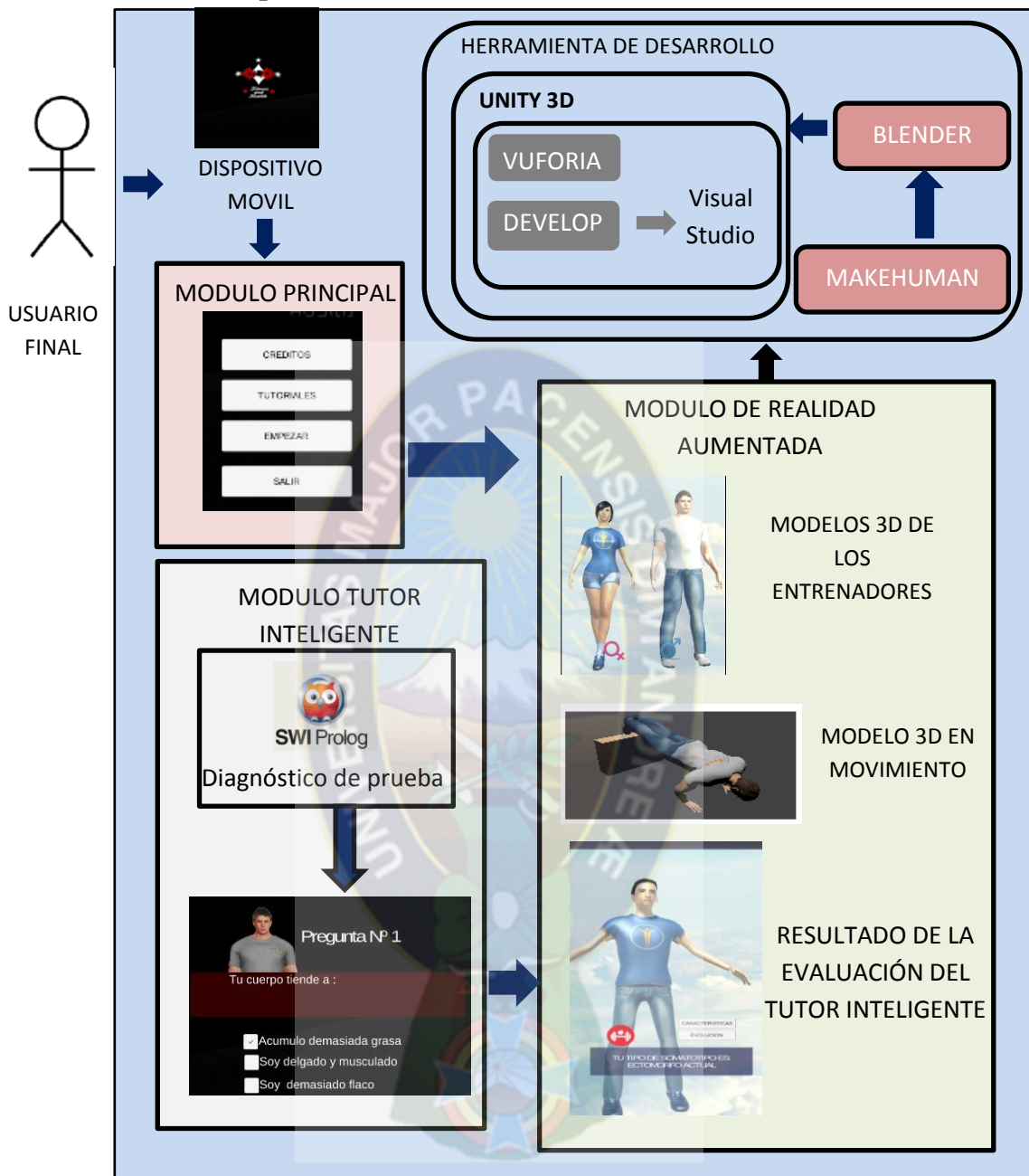


Figura 3.4 Arquitectura de la Aplicación

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 encargara de realizar el proceso de la realidad aumentada a partir cuando se ejecute en ella.
- ❖ **Modulo tutor inteligente:** Este módulo se encargan en la evaluación del estado físico de la persona.
- ❖ **Herramienta de desarrollo:** Las herramientas elegidas para la creación de la aplicación.
 - **Unity 3D:** Plataforma principal de desarrollo.
 - **Vuforia Plugin:** Plugin para Unity 3D que permite realizar los proceso de realidad aumentada.
 - **Blender:** Utilizado para la creación de los marcadores y animación..
 - **Makehuman:** Utilizado para crear humanoides.

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 3.11: SubObjetivo 1

Fuente: (Elaboración propia)

Nombre del requerimiento		Módulo 1		Número 1			
Tipo	Descriptivo	X	Gráfico	X	Numérico	Sonoro	X
Objetivo de aprendizaje asociado							
Objetivo del software educativo:							
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Proporcionar material relacionado con el módulo 1. ❖ Dar la posibilidad de revisar la información sobre el módulo 1 ❖ Presentaciones de preguntas del módulo. ❖ Presentar evaluación. 							
Relaciones				Conocimientos previo de módulo 1			
Flujo Normal:							

La aplicación presenta una serie de preguntas y muestra la información de ella sobre el módulo 1.

Tabla 3.12: SubObjetivo 2

Fuente: (Elaboración propia)

Nombre del requerimiento		Módulo 2		Número 2			
Tipo	Descriptivo	X	Gráfico	X	Numérico	Sonoro	X
Objetivo de aprendizaje asociado							
Objetivo del software educativo:							
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 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 entrenamientos. 							
Relaciones		Conocimientos previo de módulo 2					
Flujo Normal:							
La aplicación presenta una serie modelos de realidad aumentada evaluadas por el test de somatotipo							

Tabla 3.13: SubObjetivo 3

Fuente: (Elaboración propia)

Nombre del requerimiento		Módulo 3		Número 3			
Tipo	Descriptivo	X	Gráfico	X	Numérico	Sonoro	X
Objetivo de aprendizaje asociado							
Objetivo del software educativo:							
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Proporcionar material relacionado con el módulo 3. ❖ Dar la posibilidad de revisar la información sobre el módulo 3 							

❖ Obtiene información de la mezclas alimentaria para consumir de manera adecuada
Relaciones Conocimientos previo de módulo 3
Flujo Normal: La aplicación presenta una serie de información sobre las mezclas alimentarias que se presenta en el módulo 3.

Tabla 3.14: 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:							
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Proporcionar material relacionado con el módulo 4. ❖ Dar la posibilidad de revisar la información sobre el módulo 4 ❖ Presenta los entrenamientos en escena en modelos 3D 							
Relaciones			Conocimientos previo de módulo 4				
Flujo Normal: La aplicación presenta una serie de diferentes entrenamientos en realidad aumentada que se presenta en el módulo 4.							

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.

3.2.1.3. 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 3.15: Plan de iteraciones 1

Fuente: (Elaboración propia)

Nro. ITERACIÓN	DESCRIPCIÓN
ITERACIÓN 1	<ul style="list-style-type: none">❖ Módulo de usuario❖ Implementar los casos de uso del usuario.<ul style="list-style-type: none">➤ Visualizar modelos 3D➤ Ver datos de alimentación

Tabla 3.16: Plan de iteraciones 2

Fuente: (Elaboración propia)

Nro. ITERACIÓN	DESCRIPCIÓN
ITERACIÓN 2	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Módulo de dominio ❖ Implementar los casos de uso: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mostrar modelos 3D ➤ Evaluar el somatotipo ➤ Apoyar los procesos de entrenamientos y alimentación.

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 3.17: Plan de iteraciones 3

Nro. ITERACIÓN	DESCRIPCIÓN
ITERACIÓN 3	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 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 3.18: Orden de plan iteraciones

Fuente: (Elaboración propia)

ORDEN DE ITERACIONES		
1ra ITERACIÓN	2da ITERACIÓN	3ra ITERACIÓN
❖ Módulo de usuario.	❖ Módulo de dominio	❖ Módulo de tutor.
❖ Implementar los casos de uso del usuario.	❖ Implementar los casos de uso:	❖ Implementar los casos de uso:
➤ Visualiza modelos 3D	➤ Mostrar modelos 3D	➤ Usuario realiza una evaluación
➤ Ver datos de alimentación	➤ Evaluar el somatotipo	
	➤ Apoyar el procesos de entrenamientos y alimentación	

3.2.2. 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); y la fase de despliegue, donde se realiza la transición del producto ejecutable al usuario final.

3.2.2.1. 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 3.19: Plan de trabajo por iteración

Fuente: (Elaboración propia)

Nro ITERACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN	RESPONSABLE
ITERACION 1	03/03/2017	4/04/2017	Yoky Coronel Chavez
ITERACION 2	4/04/2017	3/05/2017	Yoky Coronel Chavez
ITERACION 3	3/05/2017	6/05/2017	Yoky Coronel Chavez

b) Elaborar diseño computacional:

Modelo de diseño: Se detalla el diseño a través de la descripción de clases o métodos; para los 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 en la evaluación del estado físico de una persona, 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:

```

IF (soy demasiado flaco) then
    IF (largo sin relieve) then
        IF (frágil) then
            IF (menor 61kg) then
                Muestra resultado
            Else
                IF(acumulo demasiada grasa) then
                    End IF
            End IF

```

Figura 3.5: Algoritmo para el agente inteligente

Fuente: (Elaboración Propia)

c) Refinar el diseño de navegación:

Modelo de navegación: Diseña los caminos de navegación específicas para los elementos de la iteración en desarrollo. En general, el producto tendrá más de un usuario, cada usuario puede diferentes modos de entrenar y alimentarse.

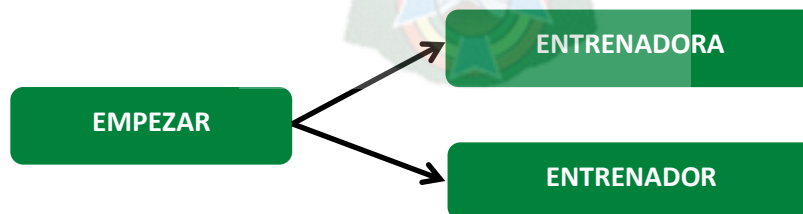


Figura 3.6: Diagrama de navegación para el botón empezar

Fuente: (Elaboración Propia)

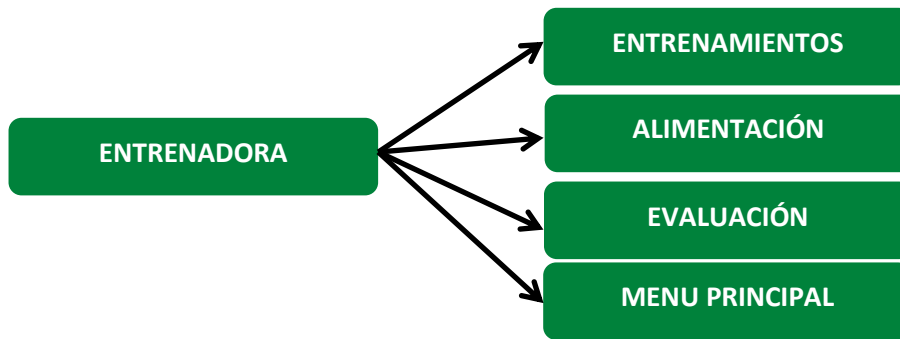


Figura 3.7: Diagrama de navegación para el botón entrenadora.

Fuente: (Elaboración Propia)

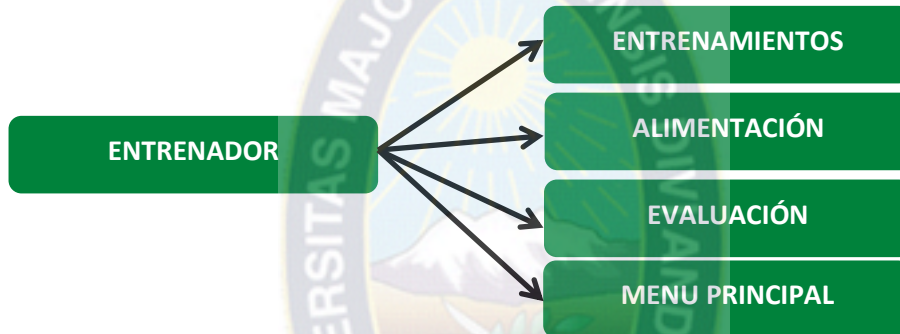


Figura 3.8: Diagrama de navegación para el botón entrenador.

Fuente: (Elaboración Propia)

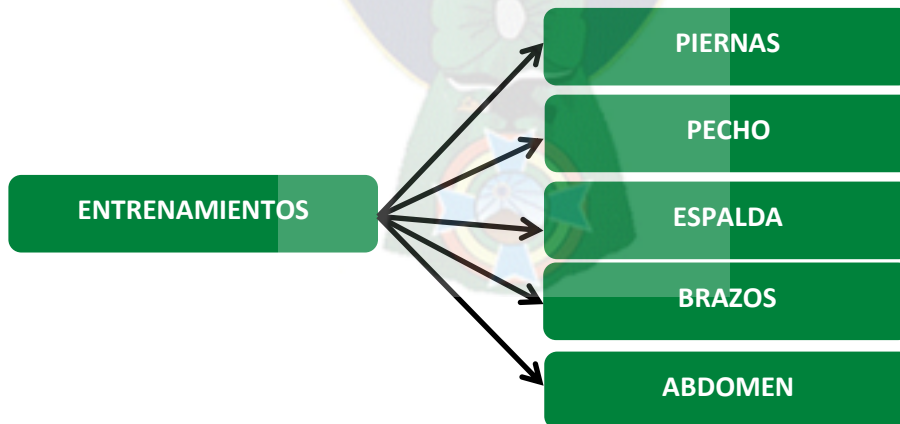


Figura 3.9: Diagrama de navegación para el botón entrenamientos.

Fuente: (Elaboración Propia)

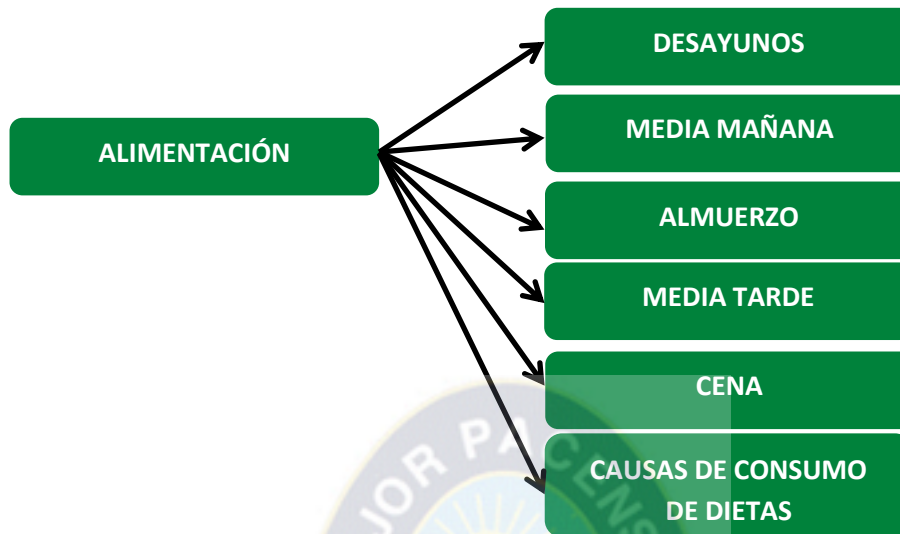


Figura 3.10: Diagrama de navegación para el botón alimentación.

Fuente: (Elaboración Propia)

d) Refinar el prototipo:

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

3.2.2.2. Fase de desarrollo

En esta fase 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 azulado, celeste, rojo y blanco, en tonos que son llamativos para el usuario.
- ❖ **Selección de fuentes adecuadas:** La selección de las fuentes se hizo tras una comparación y búsqueda de las mismas, para la cual se eligieron las fuentes “calibri” para las letras imprenta y “memima” para las letras carta.

❖ **Selección de iconos:** Los iconos son botones que realiza un mejor uso en la interfaz de la aplicación.



Figura 3.11: Funciones de los iconos

Fuente: (Elaboración Propia)

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 3.12: Diseño de marcador, según el tipo de entrenamiento.

Fuente: (Elaboración Propia)

1. En la parte superior de la izquierda se tendrá el nombre de entrenamiento que se va a realizar.
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.

animación según el tipo de entrenamiento que va efectuar, en esta parte se hace uso de los selectores para mover cualquier parte del cuerpo del humanoide.

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”.



Figura 3.15: Modelo de animación en blender

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 3.16: 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 “Créditos”:** Permitirá acceder la información del desarrollador.
 - **Botón “Tutoriales”:** Permitirá acceder la arquitectura del software y mostrar las instrucciones de ella.
 - **Botón “Empezar”:** Permitirá cambiar el menú de actividades.
 - **Botón “Salir”:** Permitirá salir de la aplicación.

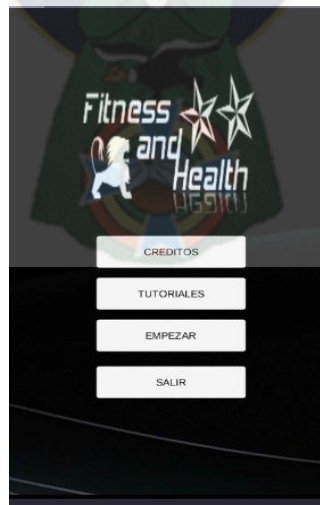


Figura 3.17: Mockup de menú principal

Fuente:(Elaboración propia)

- ❖ **Pantalla de Créditos:** Esta accederá tras presionar el botón “Créditos” del menú principal. Proporciona información al usuario sobre los datos del desarrollador.

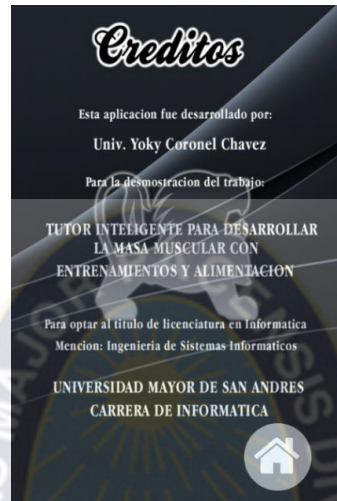


Figura 3.18: Mockup de Créditos

Fuente:(Elaboración propia)

- ❖ **Pantalla de Tutoriales:** Esta accederá tras presionar el botón “Tutoriales” del menú principal. Proporciona las instrucciones sobre la aplicación.

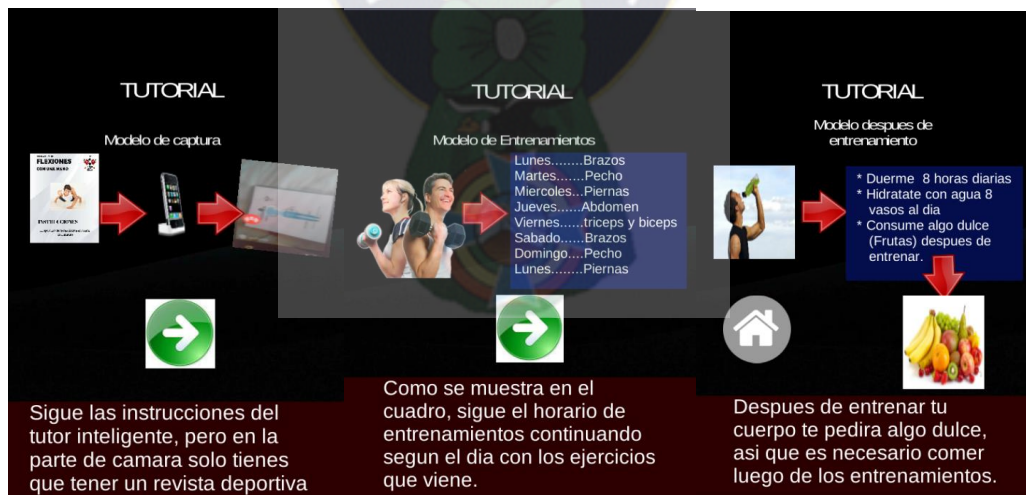


Figura 3.19: Mockup de Tutorial 1,2 y 3

Fuente:(Elaboración propia)

- ❖ **Interfaz de entrenadores:** Esta accederá tras presionar el botón “Empezar” del menú principal. En esta interfaz se mostrara los entrenadores, se debe elegir uno de ellos según a tu sexo, para poder realizar los entrenamientos.



Figura 3.20: Mockup de Entrenadores

Fuente:(Elaboración propia)

- ❖ **Menú de actividades:** Esta accederá tras presionar el botón “Sexo (hombre o mujer)” del menú principal. En esta interfaz se mostrara menú de actividades a realizar, según el sexo elegido, y tendrá las siguientes opciones.
 - **Botón “Entrenamientos”:** Permite acceder al menú de entrenamientos del modelo 3D.
 - **Botón “Test”:** Permitirá acceder una evaluación de somatotipo del usuario.
 - **Botón “Alimentación”:** Permitirá acceder al menú de alimentos que debe consumir el usuario.
 - **Botón “Menú principal”:** Permitirá ir al menú de inicio de la aplicación.

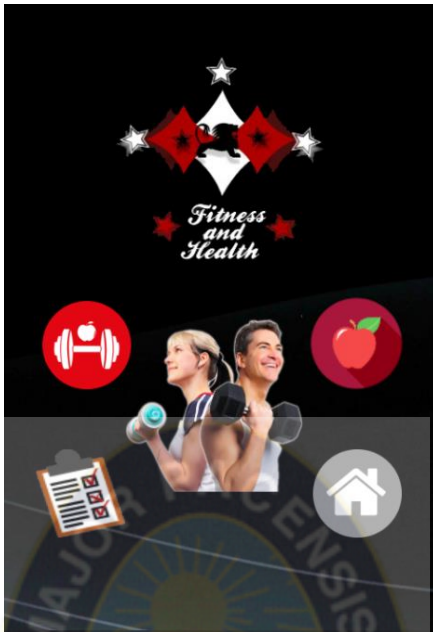


Figura 3.21: Mockup de menú de actividades

Fuente:(Elaboración propia)

- ❖ **Interfaz de la evaluación del somatotipo:** Esta accederá tras presionar el botón “Test” del menú de actividades. Permitirá que la aplicación tome una evaluación para definir su estado somatotipo del usuario y así poder realizar los entrenamientos adecuados al resultado de este test.

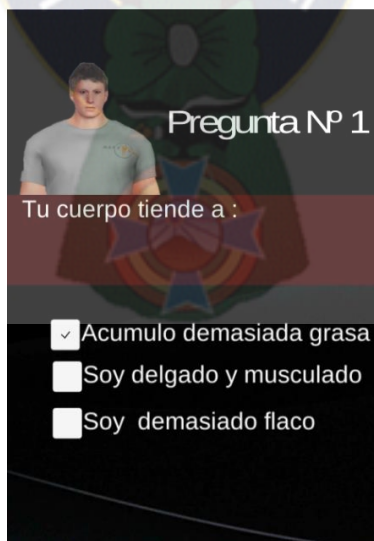


Figura 3.22: Mockup de evaluación de somatotipo con el agente inteligente

Fuente:(Elaboración propia)

Después de la evaluación, se mostrara el resultado en un modelo 3D según el estado de somatotipo del usuario y tendrá las siguientes opciones:

- **Botón “Características”**: Permite mostrar las características del somatotipo evaluado por el test.
- **Botón “Evolución”**: Permite mostrar el cambio físico del usuario transcurrido en un determinado tiempo, cumpliendo el plan de dieta y los entrenamientos.
- **Botón “Entrenamientos”**: Permite acceder el entrenamiento adecuado según el tipo de somatotipo.



Figura 3.23: Mockup de tipos de somatotipos(Ectomorfo, mesomorfo y endomorfo)

Fuente:(Elaboración propia.)

- ❖ **Interfaz de plan de dietas**: Esta accederá tras presionar el botón “Alimentación” del menú de actividades. Proporcionar los alimentos adecuados para ayudar a ganar masa muscular de forma progresiva y tendrá las siguientes opciones.
 - **Botón “Desayuno”**: Permite acceder una lista de desayunos que ayudara a incrementar la masa muscular. El desayuno es más importante para el inicio del día, para obtener energías en las actividades rutinarias.
 - **Botón “Media mañana”**: Permite acceder una lista de batidos o zumos con vitaminas que ayudara a incrementar la masa muscular.

- **Botón “Almuerzo”:** Permite acceder una lista de almuerzos que ayudara a incrementar la masa muscular.
- **Botón “Media tarde”:** Permite acceder una lista de frutas que ayudara a incrementar la masa muscular.
- **Botón “Cena”:** Permite acceder una lista de cenas que ayudara a incrementar la masa muscular.
- **Botón “Causas de consumo de dietas”:** Permite acceder los macronutrientes que tienen los alimentos para el cuidado de la salud.



Figura 3.24: Mockup de plan de dietas

Fuente:(Elaboración propia.)

- ❖ **Interfaz de macronutrientes:** En esta interfaz proporciona los macronutrientes de los alimentos (Proteínas, lípidos, hidratos de carbono y fibras), en la cual mostrara los alimentos adecuados para consumir y las enfermedades que podría ser falta de los macronutrientes.

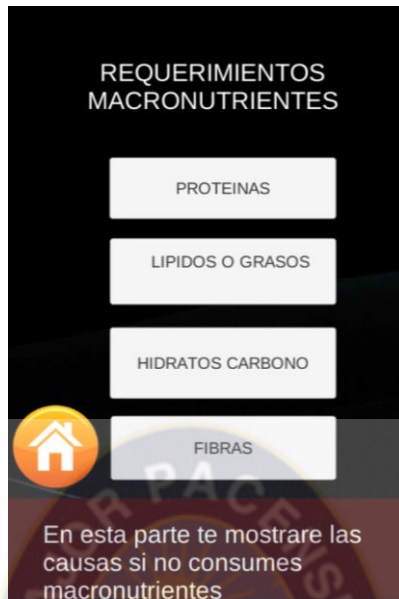


Figura 3.25: Mockup de macronutrientes

Fuente:(Elaboración propia.)

- ❖ **Interfaz de entrenamientos:** Esta accederá tras presionar el botón “Entrenamientos” del menú de actividades. Proporcionar una lista de los tipos de entrenamientos que realizara el usuario.



Figura 3.26: Mockup de tipos de entrenamientos

Fuente:(Elaboración propia.)

- ❖ **Interfaz de realidad aumentada:** Esta interfaz se mostrará al modelo realizando escenas de entrenamientos en 3D y tendrá las siguientes opciones:

- **Botón “Menú Actividades”:** Permite que el usuario salga de la cámara y vaya al menú de actividades.

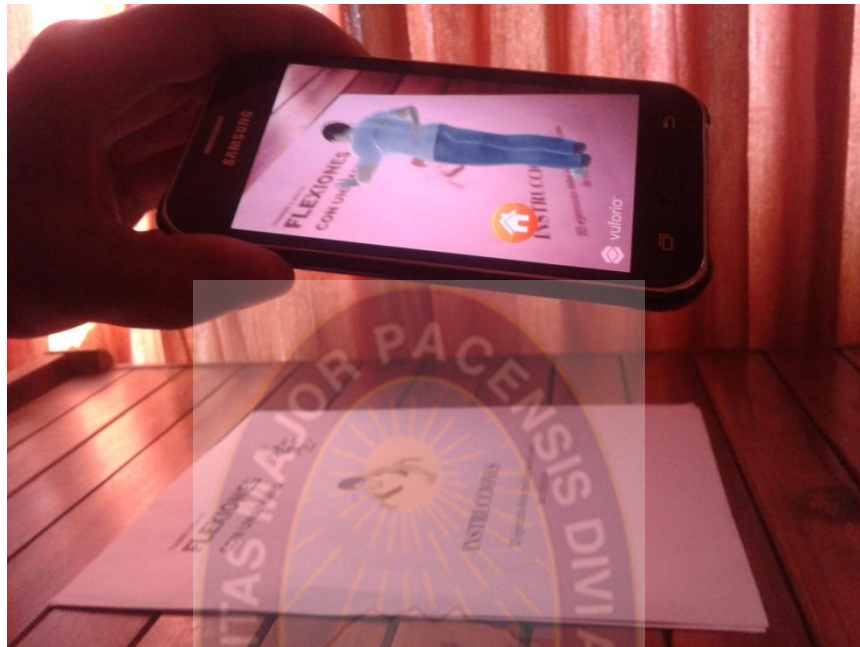


Figura 3.27: Mockup de la interfaz de realidad aumentada con marcadores reconocidos.

Fuente: (Elaboración propia)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1.INTRODUCCIÓN:

Después de la construcción del prototipo, la hipótesis planteada en el primer capítulo “La implementación de una aplicación de la realidad aumentada y agente inteligente, que aplique los entrenamientos en el gimnasio y una adecuada alimentación, ayudará a incrementar la masa muscular de personas con esta deficiencia” se realiza la fase experimental de la investigación el cual consiste en desarrollar un plan para obtener información para alcanzar el objetivo.

4.2.TEST A PERSONAS CON DEFICIENCIA DE MASA MUSCULAR:

El test fue realizado a las personas con deficiencia de masa muscular que fue efectuado tras utilizar la aplicación. El test fue aplicado a 10 usuarios, todos ellos de distintos gimnasios de la ciudad de La Paz.

Tabla 4.1. Aceptación y agrado de la aplicación

Fuente :(Elaboración propia)


ACEPTACIÓN Y AGRADO DE LA APLICACIÓN									
Objetivo de la pregunta	Determinar el agrado de las personas con deficiencia de masa muscular después del uso de la aplicación								
Pregunta	¿Te gusto la aplicación?								
Resultados	 <table border="1"><thead><tr><th></th><th>MUCHO</th><th>POCO</th><th>NO RESPONDE</th></tr></thead><tbody><tr><td>Series1</td><td>95.7</td><td>2.7</td><td>1.6</td></tr></tbody></table>		MUCHO	POCO	NO RESPONDE	Series1	95.7	2.7	1.6
	MUCHO	POCO	NO RESPONDE						
Series1	95.7	2.7	1.6						

Tabla 4.2. Reconocimiento de entrenamientos de los modelos 3D

Fuente : (Elaboración propia)


RECONOCIMIENTO DE ENTRENAMIENTOS DE LOS MODELOS 3D									
Objetivo de la pregunta	Determinar el reconocimiento de los entrenamientos de los modelos 3D mostrados por la realidad aumentada.								
Pregunta	¿Pudiste reconocer los entrenamientos de los modelos y realizarlos como lo muestran?								
Resultados	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>MUCHO</th> <th>POCO</th> <th>NO RESPONDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Series1</td> <td>95.7</td> <td>2.7</td> <td>1.6</td> </tr> </tbody> </table>		MUCHO	POCO	NO RESPONDE	Series1	95.7	2.7	1.6
	MUCHO	POCO	NO RESPONDE						
Series1	95.7	2.7	1.6						

Tabla 4.3. Evaluación del test somatotipo

Fuente : (Elaboración propia)

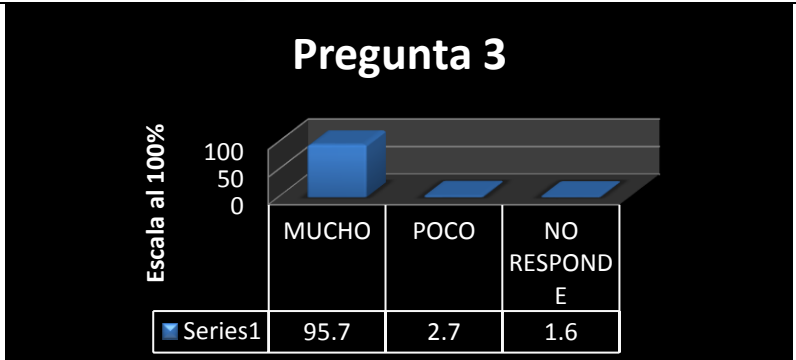
EVALUACION DEL TEST SOMATOTIPO									
Objetivo de la pregunta	Determinar la evaluación de test somatotipo realizado por el agente inteligente								
Pregunta	¿Pudiste entender las preguntas realizadas por el agente inteligente?								
Resultados	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>MUCHO</th> <th>POCO</th> <th>NO RESPONDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Series1</td> <td>95.7</td> <td>2.7</td> <td>1.6</td> </tr> </tbody> </table>		MUCHO	POCO	NO RESPONDE	Series1	95.7	2.7	1.6
	MUCHO	POCO	NO RESPONDE						
Series1	95.7	2.7	1.6						

Tabla 4.4. Conocimiento de mezclas alimentarias

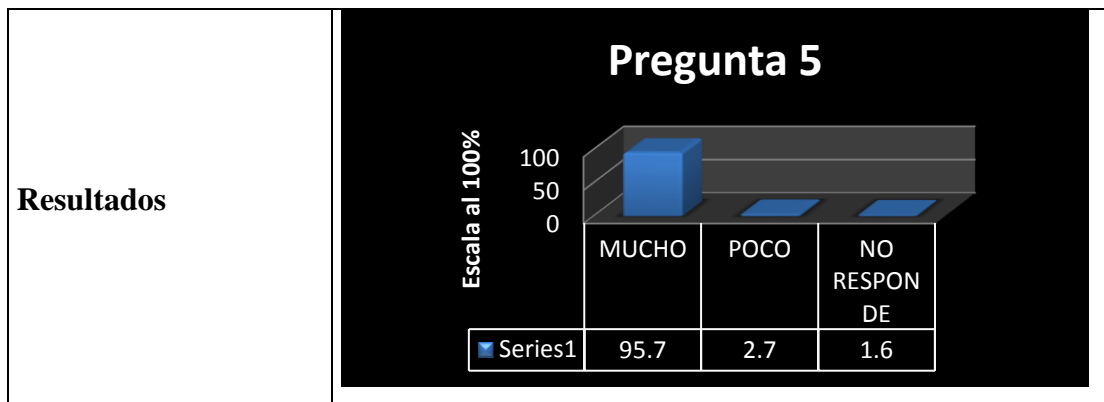
Fuente :(Elaboración propia)

MEZCLAS ALIMENTARIAS									
Objetivo de la pregunta	Conocer las mezclas alimentarias con diferentes proporciones de alimento.								
Pregunta	¿Pudiste utilizar la información de las mezclas alimentarias proporcionadas por la aplicación?								
Resultados	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>MUCHO</th> <th>POCO</th> <th>NO RESPONDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Series1</td> <td>95.7</td> <td>2.7</td> <td>1.6</td> </tr> </tbody> </table>		MUCHO	POCO	NO RESPONDE	Series1	95.7	2.7	1.6
	MUCHO	POCO	NO RESPONDE						
Series1	95.7	2.7	1.6						

Tabla 4.5. Representación los entrenamientos en escena

Fuente :(Elaboración propia)

REPRESENTACION DE LOS ENTRENAMIENTOS EN ESCENA	
Objetivo de la pregunta	Determinar la motivación de las personas que son representados los entrenamientos en escena con la realidad aumentada
Pregunta	¿Te motiva los entrenamientos que son realizadas por el entrenador personal?



4.3.PRUEBA 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 deficientes de la masa muscular evaluados. El estudio se realizara 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 conocimientos sobre los entrenamientos y alimentación.
- ❖ **Grupo de control:** Está conformado por las personas que han utilizado la aplicación y ya tenían conocimiento sobre los entrenamientos y la alimentación.

Tabla 4.6: Calificaciones del grupo experimental

Fuente: (Elaboración propia)

PERSONAS CON DEFICIENCIA	CALIFICACIÓN fuente
1	70
2	65
3	80
4	55
5	75
6	90
7	57
8	65
9	83
10	68

Tabla 4.7: Calificaciones del grupo de control

Fuente: (Elaboración propia)

PERSONAS CON DEFICIENCIA	CALIFICACIÓN fuente
1	64
2	89
3	77
4	50
5	84
6	61
7	70
8	65
9	78
10	83

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 desviacion estandar del grupo experimental.

S_2^2 : Es la desviacion estandar del grupo control.

n_1 : Tamaño de muestra del grupo experimental

n_2 : Tamaño de muestra del grupo control

$$\alpha = 0.05 \text{ (Nivel de Confianza)}$$

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.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

$$\bar{x}_1 = 70,8$$

$$\bar{x}_2 = 72,1$$

$$S_2 = 11,56$$

$$S_1 = 10,656$$

$$n_1 = 10$$

$$n_2 = 10$$

Reemplazando los datos se tiene:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{70,8 - 72,1}{\sqrt{\frac{(10,656)^2}{10} + \frac{(11,56)^2}{10}}} = -4,97$$

$$t = -4,97$$

Teniendo en cuenta que tenemos $t_{(0.05,10)} = 1,812$

Como $t < t_{(0.05,10)}$ Es decir $-4.97 < 1,812$ entonces no se rechaza la hipótesis.

Existe suficiente evidencia para acepta la hipótesis. Por lo tanto, una aplicación basada en tecnología de un tutor inteligente con realidad aumentada ayudara a desarrollar a las personas carecen de masa muscular en una población.



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 tutor inteligente 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 incentivar al usuario con los entrenamientos en realidad aumentada para mejorar su rendimiento físico.
- ❖ La aplicación tuvo un alto grado de aceptación por parte de los entrenadores de los gimnasios quienes se mostraron interesados en hacer el uso de nuevas tecnologías.
- ❖ Se logró demostrar la hipótesis, que el tutor inteligente con realidad aumentada bajo la plataforma Android es aceptado con un 95.7 % por parte de los entrenadores de gimnasios la cual ayudo a mejora el rendimiento de las personas que carecen de la masa muscular.
- ❖ Se llegó a conocer que la alimentación adecuada que brinda la aplicación, es muy efectiva para el desarrollo de la masa muscular.

A continuación se hace el cierre de los objetivos específicos:

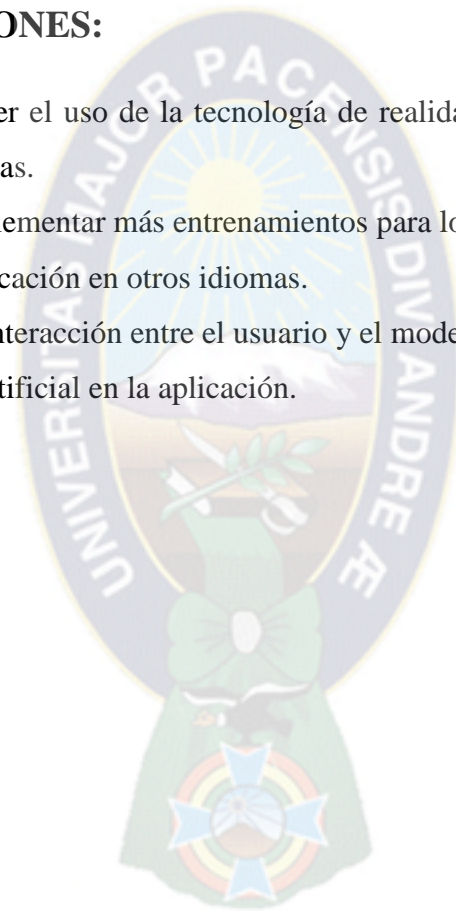
- ❖ Se diseñó una arquitectura para el funcionamiento de la aplicación.
- ❖ Se diseñó una interfaz de usuario simple y amigable.
- ❖ Se diseñaron todos los modelos 3D que serán mostrados mediante la realidad aumentada.
- ❖ Se representaron los entrenamientos con la realidad aumentada.
- ❖ Se formularon las mezclas alimentarias para el consumo de alimentos.
- ❖ Se mostraron las causas que motivan el consumo de una dieta rica en proteínas.
- ❖ Se evaluaron el tipo de físico de la personas del gimnasio.

Habiendo cumplido los objetivos específicos, cerramos el objetivo principal.

- ❖ Se desarrolló una aplicación basada en tecnología de la realidad aumentada y agente inteligente destinada a dispositivos móviles, para ayudar al incremento de la masa muscular de las personas que carecen de esta deficiencia.

5.2 RECOMENDACIONES:

- ❖ Se recomienda hacer el uso de la tecnología de realidad aumentada para aplicaciones altamente interactivas.
- ❖ Se recomienda implementar más entrenamientos para los usuarios.
- ❖ Implementar la aplicación en otros idiomas.
- ❖ Implementar una interacción entre el usuario y el modelo 3D.
- ❖ Implementar voz artificial en la aplicación.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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/>

Alcarria Carlos (2010): *Desarrollo De Un Sistema De Realidad Aumentada En Dispositivos
Móviles*.
Escuela Técnica Superior De Ingeniería Informática.

Alvarado Valdez (2016): *Agentes inteligentes*
La Paz-Bolivia: Universidad Mayor De San Andrés. Carrera De Informática.

Alipknot (2014): *Presentación De Mobile-D*. Recuperado de
<https://nicolasacancino.wordpress.com/2014/04/25/presentacion-de-mobile-d/>

Amin D. y Govilkar S. (2015). *Comparative Study Of Augmented Reality SDK'S*.
Internacional Journal On Computacional Sciences & Applications (IJSA).

Andrango M. y Jaramillo M. (2011). *Formulación, Elaboración Y Evaluación De Una Mezcla
Alimentaria Para Incremento De Masa Muscular (Tesis Previa A La Obtención Del Título De
Licenciadas En Nutrición Y Salud Comunitaria)*.
Ecuador, Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

Arnold y Gosting (1998): *Agentes Inteligentes en la actualidad*.
Mundo de la Informática

Bellman (2015) *Inteligencia Artificial*. Recuperado de
<http://www.monografias.com/trabajos99/ia-inteligenciaartificial/ia-inteligenciaartificial.shtml>

Blanco Paco, Camarero Julio, Fumero Antonio, Werterski Adam, Rodríguez Pedro (2009):
Metodología De Desarrollo Ágil Para Sistemas Móviles Introducción Al

Desarrollo Con Android Y El iPhone.

Universidad Politécnica de Madrid.

Botti V. y V. Julián (2000). *Agentes Inteligentes El Siguiente Paso En La Inteligencia Artificial.*

Dpto. Sistemas Informáticos Y Computación Universidad Politécnica De Valencia.

Carbajal A. (2001). *Ingestas Recomendadas En Personas De Edad Avanzada.*

Alimentacion, Nutricion y Salud.

Cataldi Zulma y Lage Fernando (2009). *Sistemas Tutores Inteligentes Orientados A La Enseñanza Para La Comprensión.*

Facultad Regional Buenos Aires Universidad Tecnológica Nacional. Facultad De Ingeniería. Universidad De Buenos Aires. Ciudad De Buenos Aires. ARGENTINA.

Choque (2013). *Creación De Una Aplicación De Realidad Aumentada Web (Tesis De Grado).*

La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

Coaquira (2014): *Realidad Aumentada En La Virtualización De Atractivos Turísticos. (Tesis De Grado).*

La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática

Condori (2015): *Aplicación de la realidad aumentada en el aprendizaje de la lectoescritura. (Tesis de Grado).*

La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática

Cubillas Arribas Joaquin (2014). *Herramienta De Autor Para Entornos De Aprendizaje De Realidad Aumentada.*

Universidad Nacional De Educación A Distancia.

Del Monte Vince (2016). *Programa accesible de nutrición para el aumento de la masa muscular.*

Recuperado de www.culturismosintonterias.com

Endomondo ApS. (2015). *Programa Endomondo Sports Tracker.* Recuperado de <https://www.microsoft.com/es-es/store/p/endomondo-sports-tracker/9wzdnrcrfj3mj>

Flanigan KS. (1997). *Nutritional Aspects Of Wound Healing.*

Adv Wound Care

Francisco (2013). *Mejores Aplicaciones Para Entrenamiento En Android*.

Recuperado de <http://androidzone.org/2012/11/top-5-mejores-aplicaciones-de-entrenamiento-para-android/>

Gallardo Hernandez D. (2013). *Estado Nutricional Y Rendimiento Deportivo En Deportistas Adolescentes Cubanos*. (Tesis Doctoral).

Universidad De Granada.

Garcia Aparicio Amaia (2008). *Valoración Del Crecimiento Y Evaluación De La Dieta En Gimnastas De Artística Femenina De Elite*.

Universidad Politécnica De Madrid. Escuela Técnica Superior De Arquitectura.
España Madrid.

Gilmore SA, Robinson G, Posthauer ME, Raymond J. (1997). *Clinical indicators associated with unintentional weight loss and pressure ulcers in elderly residents of nursing facilities*.

Giraffa, L.M.M.; Nunes, M. A.; Viccari, R.M. (1997). *Multi-Ecological: an Learning Environment using Multi-Agent architecture*.

Coimbra: DE-Universidad de Coimbra.

Gonzales C., Burguillo J.C., Llamas M., Vidal J.C. (2012). *Sistemas Tutores Inteligentes: Propuesta De Una Arquitectura Para Aprendizaje En Salud Pública*.

Universidad del Cauca, Departamento de Sistemas, Popayán, Colombia.

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

España Video2Bain.

Grimaldo J. (2013): *Desarrollo De La Aplicación Móvil De Apoyo A La Plataforma Web Del Observatorio “Monitoreo De Variables Físicas Y Fisiológicas En Niños Y Adolescentes En Edad Escolar De Risabalda”*.

Universidad Tecnológica de Pereira.

Guerra Marrero Adrian (2013). *Agentes inteligentes*.

Recuperado de <http://razonartificial.com/2010/08/agentes-inteligentes/>

Hawley y Burke (2000): *Rendimiento deportivo para mantenerse sano*. España

Jauregui R. (2016): *Tutor Inteligente Móvil para apoyar la Enseñanza de Matemáticas a Niños con Síndrome de Down*. (Tesis de grado):

La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

Koldo Larrea (2015). *Program Jefit Workout & Fitness*. Recuperado de <http://www.ironcrowns.com/articulos/lifestyle/2015/01/mejores-apps-fitness-para-android-1524/>

Kraemer William J. y Spiering Barry A. (1991). *Crecimiento muscular*.

Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, AHA Dietary (2000). *A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association*.

Lara V. y Tapia L. (2012): *Mobile-D Un Enfoque Ágil Para El Desarrollo De Aplicaciones Móviles*.

San Felipe del Progreso Estado de México.

Recuperado de <http://es.slideshare.net/maryluzaa/mobile-33337896>

Martin Ivan (2014). *Programa Workout Trainer*. Recuperado de

<http://androidayuda.com/2014/08/21/workout-trainer-tu-entrenador-personal-estara-en-tu-android/>

Maulén Arroyo Jose Humberto (2005). *Estudio De Fatiga Muscular Mediante Estimulación De Baja Frecuencia*.

Universidad de Barcelona. España Barcelona.

Morgan SL, Weinsier RL. (2000). *Nutrición A Lo Largo De La Vida*.

En: Morgan SL, Weinsier RL, eds. *Nutrición clínica*. Madrid: Harcourt. p.77-114.

Muñoz Mario (2015): *Somatotipo: Características del ectomorfo, mesomorfo y endomorfo*.

España: Universidad de Barcelona

Ortega RM. (2002). *Necesidades Nutricionales Del Anciano. Bases Para Establecer Unas Ingestiones Recomendadas Adecuadas A Este Grupo De Población*.

Form Contin Nutr Obes;5(4):163-177.

Palacios Nieves, Montalvo Zigor y Ribas Ana (2009): *Alimentación, Nutrición e Hidratación En El Deporte*.

Gobierno de España, ministerio de educación política social y deporte.

Penalva Javier (2010). *Programa Adidas MiCoach*.

Recuperado de <http://www.xataka.com/analisis/adidas-micoach-probamos-el-entrenador-personal>

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

Ruiz-López MD, Artacho R, López MC. (2000). *Recomendaciones Nutricionales Para Los Ancianos*.
Ars Pharmaceutica 2000;41(1):101-113.

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

Shreiner D., Woo M., Neider J., Davis T. (1997). *OpenGL Programming Guide: the Official guide to learning Open GL (2a Ed.)*.
EE.UU. Adilson Wesley.

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

Vanlehn, K (1988). *Foundations of Intelligent Tutoring systems*.
Student Modelling. M. Polson. Hillsdale. Lawrence Erlbaum Associates, 55-78

Vega B. (2002). *Requerimientos Nutricionales Y Envejecimiento*.
En: Rubio MA, ed. Manual de alimentación y nutrición en el anciano. Madrid: SCM; 2002. p.57-64.

Vicente A. (2016). *Programa Nike+ Running*.
Recuperado de <http://www.actualidadiphone.com/nike-renombra-app-nike-running-nike-run-club/>

Villar F, Mata P, Plaza I, Pérez F, Maiques A, Casanovas JA. (2000). *Recomendaciones Para El Control De La Colesterolemia En España*.
Documento consenso (resumen). ClinInvest Arteriosclerosis 2000;12(6):307-317.

Volpi E, Ferrando AA, Yeckel CW, Tipton KD, Wolfe RR. (1998). *Exogenous Amino Acids Stimulate Net Muscle Protein Synthesis In The Elderly*.
Clin Invest 1998;101(9):2000-2007

Wolf, B. (1984). *Context Dependent Planning in a Machine Tutor*.
Ph.D. Dissertation, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts.

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 Makehuman (s.f.). Recuperado de <http://www.makehuman.org/>
- ❖ Página oficial de Unity (s.f.). Recuperado de <https://unity3d.com/es/get-unity/download/archive>



ANEXOS

ANEXO A: TUTOR INTELIGENTE CON REALIDAD AUMENTADA PARA DESARROLLAR EL INCREMENTO DE LA MASA MUSCULAR CON ENTRENAMIENTOS Y ALIMENTACION

	MUCHO	POCO	NO RESPONDE
PREGUNTAS			
¿Te gusto la aplicación?			
¿Pudiste reconocer los entrenamientos de los modelos y realizarlos como lo muestran?			
¿Pudiste entender las preguntas realizadas por el agente inteligente?			
¿Pudiste utilizar la información de las mezclas alimentarias proporcionadas por la aplicación?			
¿Te motiva los entrenamientos que son realizadas por el entrenador personal?			

ANEXO B: TABLA T-STUDENT

TABLA 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	636,578
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	6,869
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