

CAPÍTULO 3. Diseccionando: equipos de monitoreo y captura de movimiento.

En este capítulo se analiza los sistemas de captura y monitoreo de movimiento, debido a que el equipo integral de fisioterapia se va a ludificar para que la interacción máquina-paciente sea entretenida y no rutinario. Además, de la indagación en los sistemas de almacenamiento más fácil de manejar para el fisioterapeuta y que estimule al paciente para continuar con el tratamiento.

3.1 Tecnología de monitoreo.

Actualmente, existen diversos métodos para medir el comportamiento del cuerpo humano en base a distintos parámetros pese a esto, la orientación se dará en base a la amplitud del movimiento dejando de lado la medición de la fuerza por cómo se explicó en el capítulo 2 en la sección 6. Los métodos de monitoreo que se investigaron son el goniómetro, el equipo isocinético, la videografía y el guante inteligente de entrenamiento para atletas ciegos.

El goniómetro consiste de dos partes una fija y una móvil que mide la amplitud de los elementos corporales de un cuerpo en grados, se asemeja a un transportador. Existen modelos sencillos y más complejos como se muestra en la figura 3.1. Este es un goniómetro GN 360 que fue hecho por Miotec, que se enfoca en medir el ángulo del brazo al realizar algún movimiento a través del uso de un software llamado Miograph. A pesar de ser más exacto y económico, este goniómetro solamente mide la amplitud del comportamiento del brazo más no del hombro, por lo cual no resulta viable para el proyecto presentado en un principio.



Figura 3.1 Goniómetros [41].

Equipo isocinético, tiene como función principal medir en base a ciertos parámetros definidos por la maquina como velocidad, momento de fuerza, amplitud, trabajo, potencia e índice de resistencia (Figura 3.2). Los resultados obtenidos los presenta en gráficas y datos numéricos enviándolos a la parte médica programada. Esta clase de equipo puede trabajar zonas como rodillas, tobillos, hombros y cadena cinética cerrada miembro inferior. A su vez, sirve para recuperar fuerza y resistencia muscular mediante ejercicios que son a una velocidad constante y la resistencia presente es en función de la fuerza generada por el paciente, es decir, a través de un tratamiento isocinético. Este equipo tiene un costo de 37 400 euros [5].



Figura 3.2 Equipo isocinético [4].

Videografía es la técnica que a través de cámaras realiza una medición del comportamiento de los músculos empleados para cierto movimiento en específico definido por factores cambiantes o daños presentes (Figura 3.3). Pero su función principal ocurre al

trabajar con un software que permite evaluar los movimientos del cuerpo humano en términos biomecánicos [29].



Figura 3.3 Videografía [30].

Guante inteligente de entrenamiento para atletas ciegos fue diseñado por el PhysOrg, este dispositivo a través de vibración retroalimenta al paciente para aprender a realizar movimientos o ejercicios de forma repetitiva sin un entrenador [figura 3.4]. Tiene como característica memorizar movimientos específicos enseñados por un entrenador. Al memorizar estos, puede dar orientación mediante vibración y señal de audio [40].



Figura 3.4 Guante inteligente de entrenamiento para atletas ciegos [41].

3.2 Captura de movimiento.

Es una técnica para digitalizar movimientos reales, con los cuales se da vida a objetos y personajes, animando de manera más fácil e intuitiva. Esto es posible, por un componente de entrada real que hace que el software de 3D capture su entrada a través de códigos o líneas programadas. Existen sistemas de captura que pueden ser complicados o sencillos, como lo son teclado, joysticks, mouse [32]. Respecto a los sistemas complejos son body tracker,

CATRASYSS y Kinect, que serán evaluados por los parámetros presentados en la siguiente tabla.

Tabla 3.1 Tabla comparativa entre los equipos de captura de movimiento [32].

Sistema	Precio	Accesibilidad	Rango de trabajo	Portabilidad	Cableado	Comodidad de uso	Información 2D o 3D
Body tracker	Alto	Mala	2 m	Mala	Si	Mala	Ambas
CATRASYSS	Bajo	Mala	1.5 m	Mala	No	Mala	3D
KINECT	Medio	Buena	1 a 3 m de profundidad	Buena	No	Buena	3D

Body tracker es un sistema que cubre el cuerpo humano casi en su totalidad que captura la posición y orientación del cuerpo y traslada los datos a una computadora (figura 3.5). Así, el usuario es capaz de manipular objetos en un mundo virtual. Siendo la interacción de una forma más natural. Existen diversos dispositivos con funciones de retroalimentación, haciendo que sea más realista al momento de interactuar con los objetos [29].



Figura 3.5 Traje de body tracker [30].

CATRASYSS (Cassino Tracking System) se desarrolló en el año 1944 en el LARM de la Universidad de Cassino. Es un sistema que consiste en hilos extensibles que mediante extensometría, trilateración y triangulación proporcionan la posición y la fuerza instantánea de un punto móvil al que están sujetos los hilos. En la figura 3.6, H y F representan los puntos de rodilla y tobillo, respectivamente. HF representa el vástago⁴, cuya orientación puede ser

⁴ Vástago: Barra o varilla metálica que sirve para unir o sostener otras piezas o transmitir un movimiento a un mecanismo.

determinada por los ángulos entre la proyección de HF en los planos xy , yz , zx y el eje correspondiente x , y , z , es decir, α , β y γ .

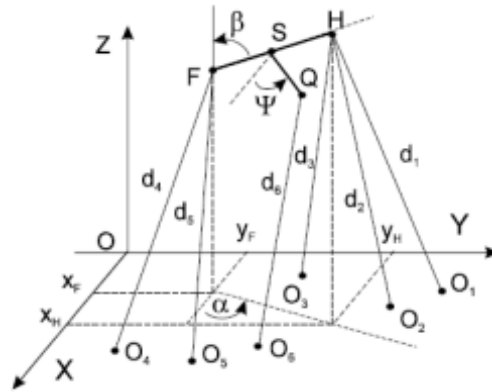


Figura 3.6 Esquema de configuración del sistema [32].

Kinect es un dispositivo creado por Microsoft que funciona mediante de una cámara RGB, un sensor infrarrojo de profundidad, y un micrófono (figura 3.7). No obstante, cuenta con un software diseñado especialmente para capturar el movimiento corporal en 3D [29].

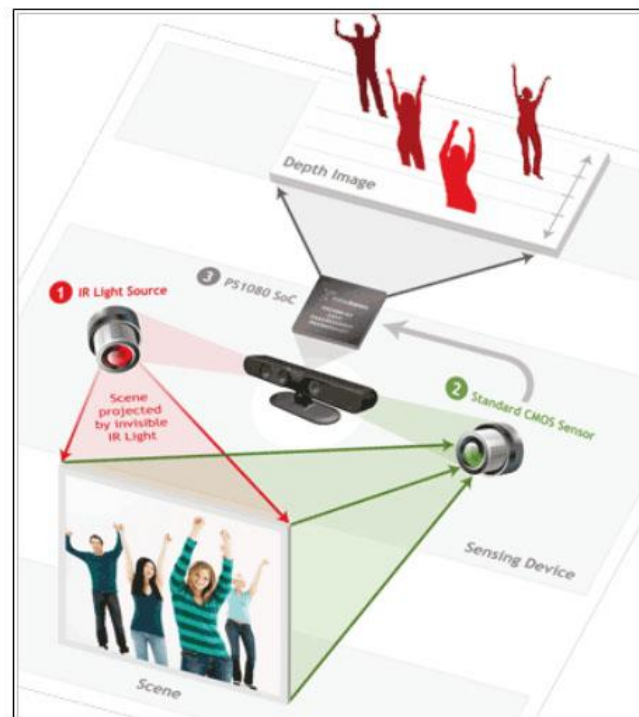


Figura 3.7 Esquema del procedimiento de captura [30].

3.3 Ludificación.

La palabra ludificación es una adaptación al español de “gamification”, la cual se define en el 2008 y populariza en el 2010 con la Teoría del Diseño de Juegos. La palabra se deriva de una raíz latina ludus que significa juego, surgiendo así la traducción adecuada. Esta palabra se refiere al “uso de técnicas y dinámicas propias de los juegos y ocio en actividades no recreativas” [26], haciendo que el usuario tenga un interés o motivación extra en continuar la actividad ya que, le resulta entretenida [26].

3.3.1 Mecánicas de juego.

Son un conjunto de reglas establecidas en el juego que determinan las acciones posibles junto con las condiciones de victoria o derrota. Generan una fascinación para el usuario mediante retos para llegar a un fin, haciendo de este proceso un viaje entretenido. Existen diferentes tipos mecánicas en los juegos dependiendo del fin que se quiera obtener en este, por lo cual, se mencionarán las más importantes o comunes en este ámbito [26, 27].

3.3.1.1 Puntos.

Esta mecánica es una de las cuales a lo largo de la vida el ser humano está expuesto como lo son en las evaluaciones, los exámenes, las tareas, etc. La mecánica de juego basada en el puntaje es muy estimulante y atractiva para el usuario mientras va ganando o perdiendo puntos ya que, en este proceso se le da una retroalimentación constante que le motiva a continuar con el juego y la posible comparación con otro usuario o consigo mismo, para ir superando al contrincante. Ejemplos de estos tipos de juegos son PacMan, Tetris, Pin Pong, Space Invaders, entre otros [26, 27].

3.3.1.2 Niveles.

Los niveles son indicadores que dan un valor al usuario en cuanto a rango, respeto y reconocimiento de los logros obtenidos a lo largo del juego. Con esto el usuario tiene una fascinación por obtener un mejor estatus relacionado al nivel y la competencia que genera para ser mejor. No obstante, al jugador principiante se le tiene que enganchar haciendo que tengan un progreso más rápido en el cual, conozcan todas las características del juego [26, 27].

3.3.1.3 Premios.

Los premios son la representación del objetivo del juego, el jugador se percató de esto a través de las misiones ya que, así el juego tiene una meta a lograr. Los premios son un objetivo físico virtualmente que se obtiene al terminar u obtener le mediante acciones. Estos se clasifican en logros, trofeos, objetos o medallas que son visibles para otros jugadores. Logrando así, hacer que el jugador se sienta reconocido todo su trabajo realizado en el juego [26, 27].

3.3.1.4 Bienes virtuales.

Los bienes virtuales son aquellos accesorios o habilidades que se obtiene al comprar con los puntos o monedas acumulados a lo largo del juego, motivando al jugador a seguir jugando para obtener más monedas o puntos. Además, de esta forma se va personalizando al personaje o avanzando en los niveles. A su vez, los bienes virtuales también sirven para obtener ventas por dinero real [26, 27].

3.3.1.5 Clasificaciones.

Las clasificaciones sirven para conocer el estado donde se ubica el usuario ya que, por lo general las puntuaciones más altas se encuentran en el top del marcador. Lo cual inspira

al jugador querer estar en dicha posición debido, al lado competitivo de este. Y sirve para conocer la relación entre el usuario con otros, dándole un estatus [26, 27].

3.3.1.6 Desafíos.

Los desafíos hacen que exista una interacción social al permitir a los usuarios competir o retarse entre sí, teniendo un ganador. Generalmente, al terminar el reto, quien obtiene la puntuación más alta obtiene un premio y el perdedor un castigo [26, 27].

3.3.1.7 Misiones o retos.

Estos inducen al usuario a que continúe el proceso del juego debido a la curiosidad por ver qué ocurre al completar o finalizar alguna misión o reto, haciendo que este crea que existe un fin a lograr. A su vez, incentivando la curiosidad del usuario de continuar con el juego hasta finalizarlo [26, 27].

3.3.1.8 Regalos.

El regalar un artículo virtual fomenta y fortalece la interacción social. Además, esta es una mecánica de juego muy poderosa de adquisidor y retención. Debido a que, al recibir o dar un regalo, provoca que el usuario que envió reciba y viceversa [26, 27].

3.4 Factibilidad de ludificar.

El número de personas que han acudido al programa de rehabilitación que proporciona el Grupo Reto, en un periodo de cuatro años es de aproximadamente 50 00 pacientes [33]. A su vez, este grupo ha entregado más de 1 600 bolsas de recuperación [33], las cuales contienen una prótesis hecha de semillas, y cosas para realizar el procedimiento en casa. El grupo que es un apoyo y guía al cual, pueden acudir las mujeres que han sido mastectomizadas ha elaborado 3 100 prótesis con peso y 1 725 sin peso [33]. Por otro lado,

la Secretaría de salud solicitó la fabricación de 15 000 prótesis con tumor simulado [33], siendo esta una manera de que las personas aprendan a detectar anomalías en su seno.

A pesar de, existir asociaciones civiles que apoyen a las mujeres que sufrieron cáncer de mama, la mayoría de las veces las mujeres no acuden a estas, debido a la situación psicológica y emocional de las mujeres ya que, no se gustan a sí mismas lo cual, afecta sus relaciones con las personas de su entorno, teniendo temor por volver a recaer en la enfermedad. Otro punto considerable, es que se sienten impotentes y con temor a que los ejercicios que realizan con fisioterapeuta las lastime más. También, se debe a que muchas veces si una persona sana cuando práctica un ejercicio por primera vez hace la rutina pero, al otro día, el dolor de los músculos es terrible, y no se desea seguir la rutina debido al dolor. Entonces, es comprensible que las mujeres que sufrieron cáncer de mama dejen de realizar los ejercicios para prevenir el linfedema debido al dolor y porque creen que no deben moverlo, por la falta de información que se tiene respecto a la prevención del linfedema.

El doctor Abelardo Mejía Torres, especialista en fisioterapia, comentó que él junto con la asociación civil llamada Grupo Reto, llegaron a detectar alrededor de ciento ochenta casos de mujeres sobrevivientes de cáncer de mama. A este grupo de mujeres se les pidió asistir a las instalaciones para recibir asesoría y tratamiento fisioterapéutico de forma gratuita. No obstante, de este grupo de ciento ochenta solo acudieron cuarenta mujeres de las cuales, ninguna continua con el proceso de fisioterapia. Esto dice que las pacientes pierden el interés en recuperar la movilidad de su brazo y cuidarlo.

Entonces, si los pacientes pierden el interés de continuar con el tratamiento de fisioterapia para prevenir el linfedema debido a que resulta cansado y tedioso, se debe implementar una forma en la cual, el paciente tenga interés o motivación para continuar con

el proceso ya no solamente por salud, si no, por diversión. La funcionalidad de ludificar el proceso de fisioterapia interviene con el hecho del ser humano a sentir miedo al fracaso pero, en los juegos se permite re-intentar una actividad las veces necesarias hasta lograr realizarla de forma adecuada de esta forma, se está eliminando la frustración del proceso de prevención del linfedema. Además, el usuario tiene una retroalimentación directa del resultado de sus acciones, decisiones y poder re-intentar. Con un juego se motiva al paciente a continuar con el tratamiento a competir consigo mismo, una y otra vez, superándose en cada consulta a la que asista con el fisioterapeuta.

3.5 Selección de motor de juego.

Un motor de videojuego es un término que hace referencia a una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y la representación de un videojuego. La funcionalidad básica de un motor es proveer al videojuego de un motor de renderizado para los gráficos 2D y 3D, motor físico o detector de colisiones, sonidos, scripting, animación, inteligencia artificial, redes, streaming, administración de memoria y un escenario gráfico [27].

En sí, un motor de videojuegos es una herramienta que hace posible la construcción de un mundo virtual que consta de una mecánica de juego definida por un trabajo de programación, construcción, diseño, animación, sonido, física, movimientos de cámara, etc. Siendo definido el juego por la programación que con lleva y el arte. Existen variedades de motores de juegos en el mercado que son gratuitos para que un pequeño desarrollador pueda comenzar a crear juegos basándose en el diseño y el desarrollo. Algunos de estos motores son Unreal Engine, Esenthel Engine, CryEngine y Unity [27]. Los motores antes expuestos

fueron investigados para poder realizar una adecuada elección en base, a las funciones que se aplican en la ludificación del equipo integral, esto se puede observar en la tabla 3.2.

Pese a esta gran gama de motores de desarrollo, se considera que el más apto para las necesidades del diseño del equipo integral de fisioterapia es Unity. Es un ecosistema de desarrollo de juegos, este motor está renderizado que se integra con una variedad de herramientas como generador de luz y sombra; editor de terreno; renderizado; generador de ambiente; partículas; audio; efectos; programación; entre otros. Todo esto, con el propósito de un desarrollo rápido de trabajo de contenidos interactivos en 2D o 3D [46]. Además, de ser un motor enfocado para programadores. Se adapta a distintos dispositivos electrónicos, no ofrece exclusividad. Tiene versiones gratuitas para los usuarios para probar y aprender con ayuda del emulador. Por otro lado, se puede controlar a través de un Arduino, lo cual resulta benéfico para el proceso de ludificación con el diseño del equipo integral de fisioterapia. Y ya que el diseño del juego será de forma sencilla debido al público al que será dirigido.

Tabla 3.2 Tabla comparativa de las plataformas para desarrollo de videojuegos [20].

Engine	Esenthel Engine	Unity	Unreal Engine	CryEngine
Price (in USD)	Free 11.40/Month 114/Year (9.50/Month) 228/Year (19/Month), Source	Free 1500-5000 75-245/Month No Source	19/Month + 5% royalties, Source	Free 9.90/Month No Source
Platforms				
Windows	Yes	Yes	Yes	Yes
Mac	Yes	Yes	Yes	No
Linux	Yes	Yes	No	No
Android	Yes	Yes	Yes	No
iOS	Yes	Yes	Yes	No
Web	Yes	plugin required	No	No
Features				
Collaborative Development	Yes	No	No	No
Unlimited Sized Worlds	Yes	No	No	Yes
C++ Interface	Yes (C++ and Code Editor)	No (C# and JavaScript)	Yes	Yes
Gui Editor	Yes	No	No	No
Integrated Store	Yes	Yes	No	No