CAPITULO III

INTERFAZ 3D MÓVIL CON HMD PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTORA APOYADA EN METODOLOGÍA SUM

Luis Guillermo Molero Suárez

Doctor en Ciencias Gerenciales. Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana, Avenida (Calle) 32 No. 17-30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia.
Correo electrónico: lmolero@unipanamericana.edu.co.

Javier Alejandro Sáenz Leguizamón

Magister en Ingeniería-Telecomunicaciones. Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana. Avenida (Calle) 32 No. 17-30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia.
Correo electrónico: jasaenzl@unipanamericana.edu.co.

José Luis Montenegro Romero

Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información. Compensar Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana. Avenida (Calle) 32 No. 17-30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia.
Correo electrónico: jlmontenegro@unipanamericana.edu.co.

Luis Daniel Castiblanco Rosero

Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información. Compensar Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana. Avenida (Calle) 32 No. 17-30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia.
Correo electrónico: ldanielcastiblanco@unipanamericana.edu.co.

Jeison Stive Ruiz Carrillo

Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información. Compensar Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana. Avenida (Calle) 32 No. 17-30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia. jstiveruiz@unipanamericana.edu.co.

Resumen

El objetivo de la investigación circundó en el desarrollo de una interfaz 3D móvil con HMD que pretende ser de gran utilidad para personas con discapacidad motora en orden de buscar su inclusión social, laboral y estimular su motivación, a través del uso de esta innovadora tecnología. De acuerdo con el estudio, la investigación es de tipo aplicada, correlacional y transversal y su diseño no experimental. Atendiendo a estas consideraciones, se describieron los constructos teóricos referente a la interfaz gráfica, la discapacidad motora y la metodología SUM para diseño ágil de proyectos de software. Para lograr lo primeramente

expuesto, en el contenido se analizó a detalle los siguientes puntos: 1) Interfaz Gráfica, 2) Gafas de realidad virtual, 3) Discapacidad Motora, 4) SUM, una metodología ágil para proyectos de gamificación y finalmente el Desarrollo de la interfaz 3D móvil. El propósito de la investigación fue desarrollar una interfaz 3D móvil con HMD en función de los beneficios que esta técnica no convencional podría representar en el proceso de rehabilitación de personas con discapacidad motora haciendo uso de la metodología SUM. Los resultados obtenidos cumplen con el objetivo propuesto previamente, permitiendo desarrollar una interfaz 3D móvil con HMD para personas con discapacidad motora haciendo uso de la metodología SUM. Con estos resultados se logró determinar que este tipo de fisioterapias a través de nuevos paradigmas de cultura tecnológica y transformación digital en los entornos de discapacidad podrían ser efectivas y servir como herramienta en apoyo al marco jurídico de Colombia, así como también, servir de estrategia para que el sector empresarial maximice sus esfuerzos y compromisos como ciudadanos corporativos socialmente responsables, y para asegurar los derechos de personas con discapacidad, contribuyendo en gran medida a su inclusión social, laboral y el aumento de la motivación en pacientes con esta deficiencia.

Palabras clave: discapacidad, entornos de desarrollo, Interfaz Gráfica 3D, metodología SUM, rehabilitación motriz.

MOBILE 3D INTERFACE WITH HMD SUPPORTED ON THE ÁGIL SUM METHODOLOGY

Abstract

The objective of the research surrounding the development of a mobile 3D interface with HMD that aims to be very useful for people with motor disabilities in order to seek their social, labor inclusion and stimulate their motivation, through the use of this innovative technology. According to the study, the research is applied, correlational and transversal type and its non-experimental design. Based on these considerations, the theoretical constructs referring to the graphic interface, motor disability and the SUM methodology for agile design of software projects were described. To achieve the above, the content analyzed in detail the following points: 1) Graphic Interface, 2) Virtual reality glasses, 3) Motor Disability, 4) SUM, an agile methodology for gamification projects and finally the development of the mobile 3D interface. The purpose of the research was to develop a mobile 3D interface with HMD based on the benefits that this unconventional technique could represent in the process of rehabilitation of people with motor disabilities using the SUM methodology. The results obtained meet the previously proposed objective allowing the development of a mobile 3D interface with HMD for people with motor disabilities using the SUM methodology. With these results, it was possible to determine that this type of physiotherapy through new paradigms of technological culture and digital transformation in disability settings could be effective and serve as a tool in support of Colombia's legal framework, as well as serve as a strategy to that the business sector maximize its efforts and commitments as socially responsible corporate citizens, and to ensure the rights of persons with disabilities, contributing greatly to their social, labor inclusion and increased motivation in patients with this deficiency.

Keywords: 3D Graphic Interface, development environments, disability, motor rehabilitation, SUM methodology.

Este capítulo es resultado de un proyecto de investigación intitulado “Desarrollo de Suite Interactiva con fines de rehabilitación para personas con movilidad reducida” que se encuentra ya finalizado.

Institución financiadora: Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana bajo el Código del Proyecto SIGP/Código entidad financiadora número PI242019.

Introducción

El dolor cervical o como también es llamado “cervicalgia”, representa uno de los motivos más comunes de visita a centros de fisioterapia. En Colombia, alrededor del 11,9% de las personas que sufren de dolor osteomuscular, padecen de dolor cuello (Guerrero Liñeiro & Gómez López, 2014), con un alto índice de prevalencia y desarrollo de los síntomas, causando mayor probabilidad de padecer una discapacidad cervical a largo plazo. (Saavedra Hernandez, 2012).

Por otra parte, las tecnologías basadas en escenarios 3D instituyen nuevos paradigmas de cultura tecnológica y transformación digital en los entornos de discapacidad (Molero, Batista y Puentes, 2019), que han sido objeto de estudio en los últimos años en busca de soluciones innovadoras para pacientes con deficiencia motora, pues, estas podrían ofrecer múltiples beneficios en pro del bienestar del paciente (LACCEI, 2012), (Fernández, 2014).

La presente investigación, pretende servir como herramienta de apoyo a la (Ley 1618, 2013), (Ley 1346, 2009), (Ley 762, 2002) y (Ley 1145, 2007), de Colombia, como una estrategia para que el sector empresarial maximice sus esfuerzos y compromisos como ciudadanos corporativos socialmente responsables (Molero, Villarraga, Molero, Inciarte y Sosa, 2019), (Molero, Villarraga, Inciarte, Molero y Rodríguez, 2019), (Ospina, Molero, Lozano, Becerra y Ruiz, 2019), y para asegurar los derechos de personas con discapacidad, contribuyendo en gran medida a su inclusión social y laboral, sin menoscabar, el aumento de la motivación en pacientes con este cuadro.

Los temas tratados ofrecen sentido a la presente investigación, la cual pretende conseguir mayor inclusión social, laboral y el aumento de la motivación en pacientes con movilidad reducida en la zona cervical, soportado por el andamiaje jurídico imperante en Colombia, mediante el desarrollo de una interfaz 3D móvil con HMD desarrollada en Unity y exportada como aplicación para dispositivos móviles con Sistema Operativo Android, que consta de tres diferentes terapias: Flexo-Extensión de Cuello, Giro (Rotación) de la cabeza y Rotación Lateral del cuello.

Para garantizar que el objetivo de la presente investigación se cumpla, se desarrollara una interfaz 3D móvil con HMD en pacientes con discapacidad reducida, específicamente en la zona cervical haciendo uso de la metodología SUM para la organización iterativa del proyecto ya que se acopla a las particulares características del software.

Fundamentación teórica

Interfaz gráfica

Un primer concepto acerca de interfaz se vincula a Cirlot, Buxó, Casanovas y Estévez (2007), quienes la definen como:

“Medio, dispositivo, agente o elemento que permite una interacción efectiva con un conjunto de datos o con un programa. El valor de esa efectividad puede medirse por su funcionalidad –por su capacidad para lograr interactuar con los datos o con el programa– pero también, y fundamentalmente, por su capacidad para generar una interrelación significativa y/o creativa con esos datos o ese programa.” (pág. 107).

Existe por otra parte, el concepto de interfaz gráfica de usuario, motivo de la presente investigación, donde Marrero (2006), (citado por Veloz Arce, 2016) expresa:

“Cuando hablamos de interfaz gráfica de usuario, el concepto es aún más específico en cuanto a que la interfaz gráfica de usuario al contrario que el concepto de “interfaz” tiene una localización determinada y definida: Si la interfaz etimológicamente supone la cara o superficie mediadora, la interfaz gráfica de usuario, supone un tipo específico de interfaz que usa metáforas visuales y signos gráficos como paradigma interactivo entre la persona y el ordenador. El concepto de interfaz gráfica nos da pistas sobre el modelo de interacción y la tipología de signos que contiene esta superficie mediadora.” (pág. 7).

En consecuencia, una interfaz gráfica de usuario viene representada por un entorno de software que gestiona la comunicación efectiva de un usuario con algún tipo de computador, que es fundamental en cualquier sistema, dado que estimula una interacción bidireccional entre ambos agentes, a lo cual se le conoce como interacción hombre-computadora.

El concepto de interfaz gráfica vincula a su vez varios paradigmas, los cuales inducen la comunicación ya mencionada y pueden generar en tiempo real representaciones de las realidades parciales o totales; entre ellos se sitúan las interfaces gráficas 2D y las interfaces gráficas 3D. La primera, consta de un plano en dos dimensiones, largo y ancho y solo puede contener cuerpos unidimensionales y bidimensionales. Por otra parte, las interfaces gráficas 3D, son las desplegadas en sistemas inmersivos de realidad virtual, ellas presentan tres planos definidos por ancho, alto y profundidad. (Molero, Ospina, Quevedo, Montenegro y Castiblanco, 2019), (Molero, Ospina, Ayala y Lozano, 2019).

Dentro de ese marco donde se introducen los distintos tipos de interfaces y se establece el plano inmersivo del enfoque 3D, la investigación enfatiza el uso de la Realidad Virtual (RV) con el fin de crear escenarios dinámicos, inmersivos e interactivos a los fines de permitir a través del diseño iterativo que reviste la metodología SUN, el desarrollo de una interfaz 3D móvil con HMD para procesos de rehabilitación en personas con movilidad reducida.

Gafas de realidad virtual

Distinguido por su nombre en inglés Head Mounted Display (HMD), es un tipo de gafas o visor de RV que permite reproducir imágenes creadas por computadora sobre una pantalla cercana a los ojos. En la actualidad, existen varios tipos, marcas y modelos de este accesorio que se muestran a continuación de acuerdo con información de (Mora, 2019), los cuales están ordenados por popularidad y avances.

Nombre del dispositivo: HTC Vive.

Marca: HTC.

Características: Pantalla: Dual AMOLED de 3,6 pulgadas.

Resolución: 2160 x 1200 píxeles combinada.

Frecuencia de refresco: 90 Hz.

Campo de visión: 110 grados.

Sensores: SteamVR Tracking | Acelerómetro | Giroscopio | Proximidad.

Imagen Referencial:

Figura 1. HTC Vive de la marca HTC. 2019.

Fuente: <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>.

Nombre del dispositivo: Oculus Rift.

Marca: Microsoft.

Características: Pantalla: Dual OLED.

Resolución: 2160 x 1200 píxeles combinada.

Frecuencia de refresco: 90 Hz.

Campo de visión: 110 grados.

Sensores: Acelerómetro | Giroscopio | Magnetómetro | Constelación.

Imagen Referencial:

Figura 2. Oculus Rift de la marca Microsoft. 2019.

Fuente: <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>.

Nombre del dispositivo: PlayStation VR.

Marca: PlayStation.

Características: Pantalla: OLED de 5,7 pulgadas.

Resolución: 1920 x RGB x 1200 píxeles combinada.

Frecuencia de refresco: 90 Hz, 120 Hz.

Campo de visión: aprox. 100 grados.

Sensores: Acelerómetro | Giroscopio.

Imagen Referencial:

Figura 3. PlayStation VR de la marca PlayStation. 2019.

Fuente: <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>.

Nombre del dispositivo: Oculus Go.

Marca: Microsoft.

Características: Pantalla: LCD.

Resolución: 5260 x 1440 píxeles.

Frecuencia de refresco: 60-72 Hz.

Campo de visión: 86 grados.

Sensores: Acelerómetro | Giroscopio | Magnetómetro.

Imagen Referencial:

Figura 4. Oculus Go de la marca Microsoft. 2019.

Fuente: <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>.

Nombre del dispositivo: Google Daydream View.

Marca: Google.

Características: Pantalla: Depende del Smartphone que se utilice.

Resolución: Depende del Smartphone que se utilice.

Frecuencia de refresco: Depende del Smartphone que se utilice.

Campo de visión: Depende del Smartphone que se utilice.

Sensores: Acelerómetro | Giroscopio | Proximidad.

Imagen Referencial:

Figura 5. Google Daydream View de la marca Google. 2019.

Fuente: <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>.

Nombre del dispositivo: Gear VR.

Marca: Samsung.

Características: Pantalla: AMOLED.

Resolución: 2560 x 1440 píxeles.

Frecuencia de refresco: 60 Hz.

Campo de visión: 101 grados.

Sensores: Acelerómetro | Giroscopio | Proximidad.

Imagen Referencial:

Figura 6. Gear VR de la marca Samsung. 2019.

Fuente: <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>

Nombre del dispositivo: Google Cardboard.

Marca: Google.

Características: Pantalla: Depende del Smartphone que se utilice.

Resolución: Depende del Smartphone que se utilice.

Frecuencia de refresco: Depende del Smartphone que se utilice.

Campo de visión: Depende del Smartphone que se utilice.

Sensores: N/A.

Imagen Referencial:

Figura 7. Google Cardboard de la marca Google. 2019.

Fuente: <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>.

Nombre del dispositivo: Homido VR.

Marca: Google.

Características: Pantalla: Depende del Smartphone que se utilice.

Resolución: Depende del Smartphone que se utilice.

Frecuencia de refresco: Depende del Smartphone que se utilice.

Campo de visión: 100 grados.

Sensores: Depende del Smartphone que se utilice.

Imagen Referencial:

Figura 8. Homido VR de la marca Google. 2019.

Fuente: <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>.

Nombre del dispositivo: Gafas VR 3D BlitzWolf BW-VR3.

Marca: BlitzWolf®.

Características: Pantalla: entre 4,7 y 6 pulgadas.

Resolución: 1080 P o superiores.

Imagen Referencial:

Figura 9. VR 3D BlitzWolf BW-VR3 de la marca BlitzWolf®. 2019.

Fuente: <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>.

Las gafas HMD demandan de un computador o smartphone para capturar a través de una serie de sensores, información de posicionamiento de acuerdo con los movimientos de la cabeza y así determinar la inclinación y orientación, donde en ambos casos, su construcción fue diseñada para ser adaptadas a la circunferencia de la cabeza.

Con respecto a las gafas para smartphone, que ocupa a la presente investigación puesto que la interfaz 3D móvil propuesta será desarrollada para dispositivos móviles con sistema operativo Android, la principal funcionalidad la ofrecen sus lentes con ángulo de visión hacia la pantalla del equipo, en consecuencia, el smartphone se encargará de hacer todo el procesamiento de imágenes.

Discapacidad Motora

La Organización Mundial de la Salud (OMS) aborda un nuevo marco de referencia para la concepción de la discapacidad, y lo lleva a la práctica con la herramienta Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF). De esta manera, el concepto de discapacidad a partir de la CIF, evolucionó en la última década hacia un enfoque bio-psico-social y ecológico, superando la perspectiva biomédica imperante hasta el momento. Las posibilidades de participación quedaron bajo la influencia de los factores contextuales y no son parte de la persona que presenta alguna deficiencia en sus funciones o estructuras corporales. Se aborda entonces la discapacidad como un concepto general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones en la participación (Hurtado *et al.*, 2012).

Tratando de profundizar, la discapacidad motriz se define como la alteración de la capacidad del movimiento que se presenta en distintos grados disminuyendo la función de desplazamiento de la persona o de manipulación, que limita al individuo en su desarrollo personal y social, pudiendo ser congénita o adquirida, siendo esta última, como consecuencia de lesiones, accidentes, o enfermedades que afectan el sistema musculoesquelético (Saavedra-Guajardo, *et al.*, 2018).

Estos autores, clasifican la discapacidad motora según la tipografía del trastorno motor, donde se pueden encontrar:

- a. La tetraplejia, el cual consiste en la afectación de los cuatro miembros.
- b. La paraplejia, es la afectación de dos miembros superiores o inferiores.
- c. Las hemiplejías, es la afectación de dos miembros de un lado u otro del cuerpo.
- d. Las diplejías, que consisten en la afectación indistinta de dos miembros cualquiera.
- e. La monoplejía, que es la afectación de un solo miembro.

Según la clasificación de las características de movimiento se encuentra:

- a. La espasticidad, la cual significa un tono muscular excesivo.
- b. La hipotonía, que es la disminución del tono muscular.

- c. La distonía, el cual consiste en la alteración del tono muscular que está caracterizado por espasmos de contracción intermitente.

A pesar de la variedad en las clasificaciones es frecuente que sea difícil situar a un afectado en una de estas categorías, debido a la existencia de formas de transición entre unos y otros de los grupos así caracterizados.

Para este tipo de deficiencias de movilidad, se han planteado diferentes estrategias tecnológicas. Una de estas, es el desarrollo e implementación de sistemas gamificados a través de interfaces 3D móviles, donde se despliega una aplicación contentiva de una serie de ejercicios para introducir al individuo en un ambiente inmersivo y controlado de ejercitación, permitiendo así la mejora en su deficiencia motora. En adición a lo anterior expuesto, una característica propia de estos entornos consiste en lograr mayor concentración al introducir al paciente debido al estímulo sensorial que genera su interacción.

Por otra parte, el área de la rehabilitación que más interés ha venido presentando la comunidad de ingenieros, médicos y terapeutas es la rehabilitación motriz, la cual busca brindar una mejora en las funciones que han ido disminuyendo o perdido a causa de algún tipo de lesión, enfermedad, molestia o patología. Este tipo de discapacidad tiene como característica principal la alteración en las funciones del cuerpo, las cuales interfieren en el movimiento y/o locomoción de las personas. Según Guzmán y Londoño, 2016:

“Existen varios tipos de rehabilitación: física, sensorial, cognitiva, musicoterapia, práctica mental y rehabilitación virtual. Todos los anteriores tienen el propósito de estimular diferentes funciones mentales necesarias para la realización de secuencias motoras complejas para el desarrollo de acciones como: cocer un pantalón, pintar un cuadro o escribir”. (pág.273).

A manera de conclusión, los entornos virtuales tales como ambientes de aprendizaje, Juego Serio, Juegos 3D, RV o Realidad Aumentada, permiten a los usuarios tener una experiencia más real y viva especialmente por el grado de inmersión que ofrecen. Estos escenarios consienten a través de diversos dispositivos periféricos o interfaces, mayor dinamismo y estímulo sensorial controlado debido a sus ambientes tridimensionales. Asimismo, en el campo de la rehabilitación, estos escenarios virtuales a través de dispositivos de reconocimiento espacial, auditivo y temporal, introducen al paciente en diversos ejercicios o rutinas terapéuticas, con el fin de analizar sus movimientos, ubicación, postura, motricidad y demás características que permitan al profesional en fisioterapia tener claridad en los tratamientos y procedimientos de forma personalizada para mejorar su calidad de vida y su recuperación.

SUM, una metodología ágil para proyectos de gamificación

La metodología SUM reviste todo un cuerpo de conocimiento desarrollado para el despliegue de proyectos orientados a juegos serios, gamificación o videojuegos como también son conocidos, conducentes a mitigar costos y optimizar el tiempo de desarrollo. Este conjunto sistemático, gravita sobre una amalgama de dos cuerpos de conocimientos

ágiles como son SCRUM y XP, que fueron la plataforma para el desarrollo de sistemas gamificados puesto que se precisaba de un estándar que acoplara las necesidades en esta materia.

Según Acerenza *et al.* (2009), la metodología SUM funciona por medio de iteraciones; ciclos de tiempo definidos para ejecutar un grupo de requerimientos o tareas en cada fase de un proyecto que son asignadas inicialmente en la planeación. Asimismo, comprende un conjunto de etapas que se denominan de la siguiente manera: Concepto, Planificación, Elaboración, Beta y Cierre.

En referencia a la primera etapa que concierne al **Concepto**, se definen los aspectos de planeación de la interfaz que se va a desarrollar. Para crear el concepto de la interfaz, es necesario llevar a cabo una serie de reuniones en las cuales todas las personas involucradas con un rol específico en el proyecto deben aportar propuestas para ir construyendo este concepto y posteriormente, su factibilidad es evaluada mediante las llamadas pruebas de concepto, el fin de esta fase se logra cuando todas las partes involucradas validan el concepto construido.

En la fase posterior llamada **Planificación**, se identifican las necesidades del proyecto, se organiza correctamente el cronograma y se definen cada uno de los hitos (entregables). Para contar con una planificación exitosa, el equipo que va a trabajar en la siguiente fase denominada “Elaboración” debe ser conformado en este punto teniendo en cuenta las necesidades técnicas que aquí se definen, así mismo, es necesario identificar los integrantes del equipo de desarrollo y las tareas que no puedan ser realizadas por el mismo para ser tercerizadas.

En la fase de **Elaboración**, se debe implementar el sistema gamificado, donde al igual que en la metodología SCRUM, se deben llevar a cabo avances de forma iterativa e incremental entregando así una versión ejecutable al finalizar cada iteración.

En la siguiente fase denominada **Beta**, se entrega una versión de prueba del videojuego con la finalidad de realizar diferentes pruebas y detectar y/o eliminar la mayor cantidad de errores que se puedan presentar durante la ejecución del videojuego. También se evalúan las curvas de aprendizaje y dificultad y se envían reportes con los cambios o ajustes que se necesiten realizar para poder alcanzar el criterio de finalización establecido y así tener la versión final del videojuego.

La quinta fase denominada **Cierre**, consiste en entregar al cliente la versión final del videojuego teniendo en cuenta todo lo establecido inicialmente, así mismo, en esta fase se debe realizar una retroalimentación o evaluación a todo el proceso de desarrollo del videojuego teniendo en cuenta todos los inconvenientes ocurridos, las soluciones encontradas, los éxitos que se tuvieron a lo largo del proyecto y finalmente con las conclusiones que se obtuvieron en esta evaluación, proponer mejoras a la metodología.

Por último la fase denominada **Gestión de riesgo**, que se realiza a lo largo de todo el proyecto ya que se debe tener claridad en la forma de actuar cuando se presente algún problema que afecte el desarrollo del mismo; con esta gestión se puede determinar la probabilidad de que un riesgo pueda ocurrir y el impacto que este pueda generar dentro del proyecto.

Atendiendo a estas consideraciones, reviste de suma importancia el desarrollo de una interfaz 3D fijando el uso de la metodología SUM, dado el impacto que tendrá sobre el dinamismo, control del grupo de desarrollo, la calidad y precisión de los entregables, conjunto de elementos que forman un trinomio ineludible para alcanzar el propósito de la investigación que concierne al desarrollo de una Interfaz 3D Móvil con HMD para personas con discapacidad motora.

Metodología

La presente investigación consta de un cuerpo metodológico que se sostiene en el paradigma cualitativo el cual trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones (Martines, 2006).

Con respecto al conocimiento científico generado como resultado del estudio corresponde a la afirmación positiva de las teorías de las Interfaz Gráfica, las Gafas de Realidad Virtual, como dispositivo periférico utilizado por esta tecnología para generar inmersión, la Discapacidad Motora a los fines de contextualizar el uso de la interfaz 3D Móvil y por último, la metodología SUM, un cuerpo de conocimientos ágil para el desarrollo de proyectos de gamificación, a través de la aplicación del método científico, es por ello que el conocimiento generado busca explicar causalmente los fenómenos indagados por medio de las teorías ya mencionadas, y por tanto, se concibe a la razón como medio para otros fines; es decir, una razón instrumental. (Perez, 2010).

Por otro lado, analizando el objetivo identificado en esta investigación, se describe de tipo aplicada, por cuanto busca los resultados derivados a través de la opinión de los expertos, no obstante, (Tamayo y Tamayo, 2006), señala que la investigación aplicada, es aquella donde se aprovechan realidades concretas en los resultados de investigación.

Si bien es cierto, los diseños de investigación vienen a hacer el proceso mediante el cual se planifica la investigación, es decir, donde se exponen los aspectos sobre el cual se pretende crear conocimiento a través de una situación dada, para (Mendez, 2006), el diseño de investigación significa el criterio utilizado por el investigador para proyectar un futuro deseado.

Al respecto, esta investigación se estableció dentro de los esquemas de investigación no experimental, ya que no se llevaron a cabo procedimientos que infrinjan la realidad de los hechos estudiados, sino que, en la misma, se interpretó el fenómeno de la variable en estudio bajo los preceptos lógicos y objetivos planteados por el investigador.

Para (Arias, 2006), el diseño de la investigación es la estrategia adoptada por el investigador para responder al problema planteado, es decir, el procedimiento concebido para obtener la información deseada. Sin embargo, El diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, a fin de dar respuesta a las interrogantes de conocimiento planteado. Esta investigación es no experimental, ya que en ella no se manipulan las variables, es decir, no se pretendió modificar la realidad actual de las variables interfaz 3D móvil y metodología SUM, ni tampoco los efectos de estas variables sobre las personas con discapacidad motora.

De acuerdo con lo planteado por Hernandez, Fernandez y Baptista (2008), la investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables, es decir, se observa el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para poder analizarlos.

De igual manera, dicha investigación se clasificó dentro del tipo transversal descriptiva, debido a que la recolección de los datos de interés para verificar la autenticidad de la información sobre las variables en estudio se establecerá según los criterios del investigador y en el lapso programado para ello. Según Hernandez *et al.*, (2008), estos estudios recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, teniendo como propósito describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Atendiendo a estas consideraciones, el propósito de la presente investigación reúne el desarrollo de una Interfaz 3D móvil con HMD como herramienta que pretende mejorar la condición de personas con discapacidad motora a través del uso de la Metodología para el desarrollo de proyectos de software gamificados SUM, esto, a manera de estrategia no convencional apalancada en las leyes colombianas, como nuevo paradigma de cultura tecnológica en la transformación hacia lo digital (Molero, Batista, y Puentes, 2019), asimismo, que pueda desplegarse desde el escenario empresarial como ciudadanos corporativos socialmente responsables con la comunidad y el ambiente, para generar mayor inclusión social y laboral y por último, mejorar motivación desde los ciclos terapéuticos del paciente.

Finalmente, la investigación se llevó a cabo alrededor de un estudio de tipo aplicada, correlacional y transversal y su diseño no experimental empleando las categorías Interfaz Gráfica, Gafas de realidad virtual, Discapacidad Motora y Metodología SUM para desarrollar una Interfaz 3D móvil con HMD para personas con discapacidad motora y en consecuencia poder enmarcar de forma práctica la justificación del uso de los sistemas de RV como novedosas herramientas para la rehabilitación de personas con diversas discapacidades motrices (Tamayo y Tamayo, 2006).

Resultados

Para los efectos de la presente investigación, se referirán cada una de las etapas que circundan la metodología SUM, donde se precisa a detalle cada elemento que intervino en el desarrollo de la interfaz 3D móvil con HMD.

Concepto

En la primera fase que corresponde al concepto, se delimitó el objetivo medular de la interfaz 3D que fue el desarrollo de tres diferentes terapias físicas para la zona cervical en un entorno de RV haciendo uso del dispositivo periférico HMD. Estas terapias son:

- Flexo-Extensión de Cuello.
- Giro (Rotación) de la cabeza.
- Rotación Lateral del cuello.

En referencia al género, la interfaz 3D móvil pertenece al apartado de los “juegos serios”, ya que está enfocada en un aplicativo en beneficio de la salud, relacionado a terapias para personas con movilidad reducida en la zona cervical. En ese orden de ideas, el usuario de la interfaz 3D móvil con HMD, podrá ejecutar las siguientes acciones de juego que corresponden al “Gameplay”:

- El personaje podrá moverse en cualquier dirección dentro de los escenarios planteados.
- El personaje podrá interactuar con los instructores que mostraran información relevante acerca de las terapias, además, permitirá llevar el personaje a otro escenario.
- El personaje tendrá interacción con los objetos, que tienen como propósito, ser de ayuda visual para el desarrollo de las terapias.

Seguidamente, se despliegan las terapias que forman parte de la propuesta:

- Flexo-Extensión del Cuello, los objetos se mostrarán en la parte superior e inferior frente al paciente, de tal manera, que observándolos detenidamente ejercite el cuello con movimientos de arriba hacia abajo.
- Giro (Rotación) de la Cabeza, consistirá en realizar el seguimiento de los objetos que lleven al paciente a ejecutar movimientos rotatorios de cabeza, ejercitando así el cuello con dichos movimientos.
- Rotación Lateral del Cuello, los objetos aparecerán a los costados laterales del paciente, de tal manera que éste tenga que girar su cabeza de lado a lado, ejercitando el cuello con movimientos de izquierda a derecha y viceversa.

Un tema importante es la estereoscopia, característica propia de la interfaz 3D móvil, que permite al usuario percibir el entorno 3D mediante el uso de las gafas HMD, esto se logra, a través del uso de la librería *Google cardboard* que admite dividir la pantalla en dos áreas para que cada ojo perciba una imagen desde su ángulo, igualmente, mediante el control de Bluetooth que ofrecen las gafas HMD, la persona puede hacer uso de periféricos externos para ayudar a la movilidad de cada personaje.

Finalmente, la interacción con el entorno es una característica embebida en esta interfaz 3D, de manera que el paciente tenga interacción con otros objetos con el fin de encontrar ayuda para el desarrollo de los ciclos terapéuticos, esto se logra mediante diálogos de ventanas emergentes desplegados en toda la interfaz.

Con respecto a la historia y ambientación de la interfaz 3D móvil, a través del desarrollo de cada terapia el usuario va acumulando puntos; las repeticiones de cada terapia son determinadas según las instrucciones de un fisioterapeuta experto, por ende, la interfaz 3D no sigue una secuencia específica de eventos. El usuario, podrá estar en 4 diferentes habitaciones con ambientación inmersiva alusiva a la terapia, lo que estimulará al usuario a sentirse cómodo.

Por otra parte, la plataforma donde se despliega la interfaz 3D móvil con HMD, debe contar con los siguientes requerimientos mínimos de software y hardware:

- Sistema Operativo: Android 4.4+
- Procesador: 1.7Ghz Quad Core.
- Memoria: 3 GB de RAM.
- Gráficos: Gráficos integrados.
- Almacenamiento: 800 MB de espacio disponible.

Entre tanto, para desarrollar la interfaz 3D se utilizó un motor gráfico que permitió generar los diferentes escenarios inmersivos y una librería RV que fuese compatible, en consecuencia, se empleó el motor Unity en su versión 2019.1.1+ por que ofrece herramientas y funcionalidades que facilitan el uso y rendimiento esperado.

Tratando lo referente a la librería, se consideró hacer uso de *Google Cardboard* gracias a su compatibilidad con el sistema operativo de los dispositivos móviles. Esta librería, es de uso gratuito y aporta los elementos más importantes para el desarrollo del modelo planteado, su curva de aprendizaje es corta, logrando articular a la perfección en la metodología de desarrollo SUM. Su versión actual es la 1.190.1, que fue lanzada en 2019 y tiene mejoras de rendimiento y optimización de recursos del dispositivo.

En relación al audio que acompaña cada transición, fueron creados por terceros y descargados de la página <https://www.youtube.com/audiolibrary/music> (© 2019 YouTube, s.f.), los audios mencionados a continuación no tienen derecho de autor (copyright):

- New_Land.mp3: Melodía utilizada de forma aleatoria al momento de entrar al escenario de una habitación.
- No_Good_Right.mp3: Melodía utilizada de forma aleatoria al momento de entrar al escenario de una habitación.
- Stranger_Danger.mp3: Melodía utilizada de forma aleatoria al momento de entrar al escenario de una habitación.
- Ticker.mp3: Melodía utilizada de forma aleatoria al momento de entrar al escenario de una habitación.
- Ambiente_pájaros_cantando: Melodía utilizada como ambientación cuando se inicia alguna terapia.

Por otra parte, los elementos utilizados para los escenarios fueron creados por terceros y descargados de la página <https://free3d.com/es/modelos-3d>. Las licencias de todos los elementos son de uso personal y sin ningún fin lucrativo.

Finalmente, el lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de los Script fue C# y con la ayuda del Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, por sus siglas en inglés) Visual Studio, se compiló la aplicación para poder generar las sucesivas pruebas de los scripts. En ese orden de ideas, se utilizó la aplicación multiplataforma de renderización Blender, que permitió el desarrollo de los objetos 3D.

Planificación

En la planificación del proyecto, se definió el perfil de los integrantes, asimismo, se precisó la incorporación de herramientas de modelado 3D, lenguajes de programación, manejo de herramientas visuales y el motor de gráficos Unity para la integración con RV. También, fue necesario inicialmente contar con ingeniería de requerimientos para gestionar los requerimientos funcionales y no funcionales de la interfaz, como también, tomar en cuenta los ciclos de prueba del software a medida que se fue gestando la interfaz 3D móvil, para lo cual, se necesitó contar con un software pruebas (testing).

A continuación, se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales de la interfaz 3D móvil:

Requerimientos Funcionales

- Puntero virtual: La interfaz debe tener un puntero virtual de selección para que el usuario pueda ubicarse dentro del espacio y saber puntualmente a dónde está observando.
- Forma de juego: La interfaz debe tener un escenario principal.
- Forma de juego: La interfaz debe tener un escenario diferente al principal para el desarrollo de las terapias.
- Logros obtenidos: La interfaz deberá tener un sistema de logros, los cuales se ganarán con el desarrollo de las terapias.
- Abandonar partida: La aplicación ofrecerá la capacidad al usuario de cerrar y salir de la aplicación cuando él lo desee.
- Movilidad personaje: El paciente podrá desplazar el personaje utilizando un teclado y ratón (en caso de usarlo con pc).
- Personajes como actividades: El usuario debe tener interacción con los instructores para el desarrollo de las terapias.
- Niveles: El usuario tendrá a disposición 3 diferentes terapias relacionadas con la zona cervical.
- Giroscopio movilidad juego: El videojuego debe validar los movimientos con la cabeza del usuario permitiendo identificar si la terapia se está haciendo de la manera correcta.
- Movilidad personaje: El personaje debe moverse junto a la cámara proyectando un plano en primera persona.
- Movilidad personaje: El usuario podrá desplazar al personaje utilizando un control bluetooth.
- Movilidad personaje: El usuario podrá desplazar al personaje mirando hacia abajo en caso de no tener un control bluetooth.

- Colisión objetos: El personaje debe colisionar con los objetos en su entorno con el fin de que no traspase y pierda el plano principal.
- Terapias: Con el fin de llevar a cabo la terapia el usuario tendrá que mirar un objeto en el aire y este tendrá un temporizador para que observe el mismo objeto por un determinado tiempo.
- Pasos a paso terapias: Las terapias deben tener un flujograma, una vez terminado ese flujo se debe permitir terminar la terapia.
- Puntaje obtenido: El usuario debe obtener puntos al realizar los movimientos indicados en las terapias si estas se hacen de la manera correcta.

Requerimientos No Funcionales

- Usabilidad aplicación: La interfaz deberá liberar los recursos que estuviese utilizando para que el sistema operativo se los pueda asignar a otros procesos.
- Evolución videojuego: Debe permitir que se puedan agregar nuevas terapias con el fin de seguir evolucionando el juego.
- Vestuario personajes: Los personajes usados para el videojuego deben tener una ropa pertinente y acorde al tema central, en este caso las terapias.
- Ambiente virtual: La interfaz deberá ser acorde al videojuego, en este caso tendrá que estar relacionada con las terapias.

Con respecto al desarrollo de las características, la planificación del proyecto se despliega en cuatro (4) iteraciones, que se muestran a continuación:

Iteración uno

Creación del proyecto y organización de la estructura del proyecto en Unity, implementación de las librerías necesarias para la experiencia en realidad virtual como Google Cardboard y ejecución de pruebas del entorno virtual, teniendo en cuenta, que el software inicie correctamente y el usuario pueda usar la funcionalidad con el accesorio HMD dentro de la interfaz.

Iteración dos

Desarrollo del ambiente gráfico en Unity y Google Cardboard en el cual el usuario podrá desplazarse, así mismo, se planificó desarrollar los personajes de la interfaz con los que interactúa el usuario dentro del entorno virtual, tales como el personaje principal y los tres (3) instructores. Al final del desarrollo, se programaron las pruebas para determinar si los requisitos solicitados se cumplieron.

Iteración tres

Desarrollo de las tres terapias propuestas, el usuario a este punto puede interactuar con los objetos para desarrollar las terapias, al finalizarlas, se arrojará un puntaje final. Al finalizar, se hicieron pruebas de funcionalidad del entorno virtual y se completaron las diferentes terapias. Además, se generó la aplicación beta para Android con el fin de aplicar pruebas directamente con un dispositivo smartphone.

Iteración cuatro

Al finalizar con el desarrollo en general (salvo errores a este punto), se planteó optimizar gráficas y entorno virtual en orden de perfeccionar la experiencia de usuario en la plataforma y de entregar un mejor producto. Se hicieron pruebas finales y se lanzó la versión final para su ciclo de pruebas.

Por otra parte, con respecto a los elementos utilizados en la interfaz 3D:

- Logo de la aplicación: imagen usada en la aplicación con el fin que sea única e identificable.

Figura 10. Signo distintivo R3D Virtual registrado.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Personajes principales: la interfaz 3D inicia con un personaje principal, el cual es controlado por el paciente mediante el accesorio HMD y un smartphone con sistema operativo Android; se le permite al usuario desplazarse por la habitación principal, estos desplazamientos son capturados apuntando con el accesorio RV hacia el suelo con un ángulo estimado de treinta (30) grados y en cualquier dirección. Estos objetos 3D representarán los personajes principales en forma de mujer y hombre.

Figura 11. Figura 3D mujer que representa al paciente en la interfaz 3D móvil.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 12. Figura 3D hombre que representa al paciente en la interfaz 3D móvil.

Fuente: Elaboración propia (2019).

- Instructores: Objetos 3D que representan a los instructores para las terapias de Flexo- extensión de cuello, Giro rotación de la cabeza y Rotación lateral del cuello respectivamente.

Figura 13. Figura 3D hombre que representa al instructor de la terapia 1.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 14. Figura 3D mujer que representa al instructor de la terapia 2.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 15. Figura 3D hombre que representa al instructor de la terapia 3.

Fuente: Elaboración propia (2019).

- Elementos del escenario: Los elementos utilizados fueron creados por terceros y descargados de la página <https://free3d.com/es/modelos-3d>, Las licencias de todos los elementos es de uso personal y sin ningún fin lucrativo.

Figura 16. Figura 3D mueble.

Fuente: <https://free3d.com/es/modelos-3d>.

Figura 17. Figura 3D ventana.

Fuente: <https://free3d.com/es/modelos-3d>.

Figura 18. Figura 3D parlante.

Fuente: <https://free3d.com/es/modelos-3d>.

Figura 19. Figura 3D mesa.

Fuente: <https://free3d.com/es/modelos-3d>.

Figura 20. Figura 3D matero con planta.

Fuente: <https://free3d.com/es/modelos-3d>.

Figura 21. Figura 3D repisera.

Fuente: <https://free3d.com/es/modelos-3d>.

Figura 22. Figura 3D mueble.

Fuente: <https://free3d.com/es/modelos-3d>.

Figura 23. Figura 3D ventana.

Fuente: <https://free3d.com/es/modelos-3d>.

Derechos de licencia

Para Stock Media Products, Free3D (Free3D, s.f.) otorga un derecho y una licencia no exclusivos y perpetuos a nivel mundial para copiar, distribuir, reproducir, adaptar, mostrar públicamente, realizar públicamente, realizar digitalmente, transmitir, anunciar, crear trabajos derivados, y comercializará Stock Media Products dentro de Creations en los usos autorizados en este acuerdo.

Elaboración

En la fase de elaboración, se diseñaron los escenarios concernientes a cada una de las terapias. A continuación, se describen cada uno de ellos:

1. Menú principal:

En este escenario el usuario puede iniciar la interacción con la interfaz 3D, es aquí, donde se crean variables globales las cuales permiten parametrizar la lógica de la interfaz 3D.

2. Ventana información:

Corresponde a una ventana emergente luego de presionar el botón “Información”. En ella se muestra información específica a la Interfaz 3D móvil.

Figura 25. Pantalla de “Información” acerca de la interfaz 3D móvil.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 24. Pantalla principal de la Interfaz 3D móvil. Contiene el Menú inicial.

Fuente: Elaboración propia (2019).

3. Habitación Principal:

Lugar donde se encuentran los tres instructores y se muestra las instrucciones para navegar dentro de la Interfaz 3D móvil. Solo se muestra un área donde se observa las indicaciones de cómo navegar dentro de la Interfaz 3D móvil. En esta área, cada uno de los 3 instructores enseñará una terapia distinta, una vez se seleccione un instructor con el puntero virtual se muestran dos opciones: “Iniciar terapia” y “Leer acerca de la terapia”, en la primera opción se inicia la terapia y en la segunda opción se muestra información relevante sobre la terapia e información de la discapacidad con el fin de que el paciente también conozca acerca de ella.

Figura 26. Pantalla de la habitación principal.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 27. Pantalla del área donde se encuentra el instructor de la terapia 1.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 28. Pantalla del área donde se encuentra la instructora de la terapia 2.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 29. Pantalla del área donde se encuentra el instructor de la terapia 3.

Fuente: Elaboración propia (2019).

La forma de obtener puntos en cada actividad, se hará fijando la mirada sobre los objetos que aparecen frente a la pantalla, dichos objetos aparecerán en cierto orden y momento tal que el usuario realice los ejercicios de la manera correcta, básicamente, el juego consiste en observar los objetos con el fin de efectuar movimientos en el cuello.

Las terapias serán realizadas mediante el movimiento de la cabeza del usuario, los movimientos son capturados por el giroscopio del móvil permitiendo determinar si la terapia se realizó de la manera adecuada.

4. Planos de las habitaciones.

Cada plano completo, simula una habitación donde todos los objetos que se pueden apreciar tienen colisión permitiendo que el personaje principal, en este caso el paciente, no se salga del entorno que lo rodea.

Figura 30. Plano habitación (Escenario) 2 en 2D.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 31. Plano habitación (Escenario) 2 en 3D.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 32. Plano habitación (Escenario) para la terapia número 1 en 2D. En este escenario, el usuario realizará la terapia llamada Flexo-Extensión del Cuello.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 33. Plano habitación (Escenario) para la terapia número 1 en 3D. En este escenario, el usuario realizará la terapia llamada Flexo-Extensión del Cuello.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 34. Plano habitación (Escenario) para la terapia número 2 en 2D. En este escenario el usuario realizará la terapia llamada Giro Rotación de la Cabeza.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 35. Plano habitación (Escenario) para la terapia número 2 en 3D. En este escenario el usuario realizará la terapia llamada Giro Rotación de la Cabeza.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 36. Plano habitación (Escenario) para la terapia número 3 en 2D. En este escenario el usuario realizará la terapia llamada Rotación Lateral del Cuello.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura 37. Plano habitación (Escenario) para la terapia número 3 en 3D. En este escenario el usuario realizará la terapia llamada Rotación Lateral del Cuello.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Beta

Con respecto a la fase *Beta*, el verificador Beta se encargó de reportar los errores encontrados en la aplicación en tiempo de desarrollo, su validación fue de vital importancia para poder seguir con la programación, minimizando las correcciones a futuro, el manejo de errores se operaba de forma directa, esto quiere decir que mientras se realizaba un requerimiento pasaba a pruebas donde se daba el visto bueno de aprobación para seguir con el siguiente, así mismo, hasta llegar al último requerimiento.

En relación con la verificación de la interfaz, esta garantiza la movilidad del personaje de forma correcta, por ende, el desarrollo de los escenarios para las terapias es el tema de mayor importancia y es donde no puede haber errores, en ese sentido, el escenario principal debe cumplir con los requerimientos especificados. El perfecto funcionamiento del conjunto de escenarios al final del desarrollo fue exitoso.

Finalmente, haciendo referencia a la evaluación y verificación, como el desarrollo fue realizado por una sola persona se garantiza la funcionalidad total en base a los requerimientos. El desarrollo, pasa las pruebas planteadas permitiendo que la interfaz 3D móvil tenga total interactividad con el usuario donde los errores son nulos, la aplicación se genera de manera exitosa para sistemas operativos Android. En conclusión, se hace entrega en la etapa de cierre la Interfaz 3D móvil.

Conclusiones

Los constantes avances tecnológicos y el despliegue de novedosas estrategias han permeado el quehacer de muchas disciplinas permitiendo evolucionar de forma constante y optimizar procesos tradicionales de la mano de novedosos sistemas y dispositivos periféricos que ha generado que la respuesta a eventos sea más veraz y eficiente para la toma de decisiones. Numerosas ciencias y en especial la medicina, ha venido presentando importantes avances en materia tecnológica, combinando el método tradicional con herramientas de última generación para mejorar significativamente las prácticas actuales. En este último quehacer se muestra el área de la rehabilitación, que ha recogido los mejores y más actuales conceptos tecnológicos para optimizar los métodos tradicionales de rehabilitación en pacientes. Estas novedosas herramientas de apoyo a la discapacidad, permiten analizar los movimientos, ubicación, postura, motricidad y demás características que conciernen al profesional en fisioterapia, le permitirá tener claridad en los tratamientos y procedimientos de forma personalizada para mejorar la calidad de vida y recuperación del paciente.

En consideración a estos supuestos, la presente investigación a través del desarrollo de una interfaz 3D con HMD, pretende ofrecer un aplicativo que optimice los procesos de fisioterapia en pacientes con discapacidad motriz por ser una instrumento capaz de brindar mayor dinamismo, estímulo sensorial controlado y motivación por concentrar escenarios interactivos, controlados y dinámicos debido a sus ambientes tridimensionales para de esta forma, desarrollar las terapias de forma óptima, logrando a futuro mayor inclusión social, laboral y la posible recuperación. El desarrollo de este tipo de iniciativas tecnológicas, basadas en escenarios 3D en el campo de la rehabilitación, instituye nuevos paradigmas de

cultura tecnológica y transformación digital en los entornos de discapacidad, que pueden servir de iniciativa al sector empresarial como una estrategia que maximice sus esfuerzos y compromisos como ciudadanos corporativos socialmente responsables.

Finalmente, se espera que este tipo de iniciativas abran la puerta a mayores innovaciones en este campo y se planteen estudios más profundos en lo concerniente a cuáles ciclos de rehabilitación son más susceptibles a este tipo de tecnología para brindar mayores beneficios a pacientes con discapacidad motriz.

Referencias Bibliográficas

- Acerenza, N., Coppes, A., Mesa, G., Viera, A., Fernández Albano, E., Laurenzo, T y Vallespir, D. (2009). *Una Metodología para desarrollo de videojuegos: versión extendida*. Reportes Técnicos 09-13. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12008/3420>.
- Arias, L. (2006). *Investigación Científica*. Editorial Mc Graw Hill. Segunda Edición.
- Cirlot, L., Buxó, M., Casanovas, A y Estévez, A. (2007). *Arte, Arquitectura y sociedad Digital*. Barcelona: Publicacions I Edicions Universitat De Barcelona.
- Fernández, E. (2014). *Protocolos de realidad virtual en el accidente cerebrovascular: revisión de los efectos en la funcionalidad del sistema motor humano (Tesis Maestría)*. Coruña.
- Guerrero Liñeiro, A y Gómez López, M. (6 de 11 de 2014). *consultor Salud*. Recuperado el 23 de 07 de 2019, de https://consultorsalud.com/wp-content/uploads/2014/11/viii_estudio_prevalencia_dolor_cronico_en_colombia_publicacion_pagina_aced_2014.pdf.
- Guzmán, D y Londoño, J. (2016). *Rehabilitación de miembro superior con ambientes virtuales*. Revista mexicana de Ingeniería Biomédica.
- Hernandez, Fernandez y Baptista. (2008). *Diseños de Investigación*. Granice. Tercera Edición.
- Hurtado, M., Aguilar, J., Mora, A., Sandoval, C., Peña, C y Leon, A. (08 de 2012). *Identificación de las barreras del entorno que afectan la inclusión social de las personas con discapacidad motriz de miembros inferiores*. Revista Científica Salud Uninorte, 28(2), 227-237. Recuperado el 19 de 07 de 2019, de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/salud/article/view/913/3949>.
- LACCEI. (2012). *10th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*. Panama.
- Ley 1145. (10 de 07 de 2007). *Minsalud*. Recuperado el 23 de 07 de 2019, de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%201145%20DE%202007.pdf.
- Ley 1346. (2009). *Función pública*. Recuperado el 23 de 07 de 2019, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37150>.

- Ley 1618. (27 de 02 de 2013). *Discapacidad Colombia*. Recuperado el 23 de 07 de 2019, de <https://discapacidadcolombia.com/phocadownloadpap/LEGISLACION/LEY%20ESTATUTARIA%201618%20DE%202013.pdf>
- Ley 762. (5 de 08 de 2002). *Mintic*. Recuperado el 23 de 07 de 2019, de https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3689_documento.pdf.
- Marrero, C. (2006). *Interfaz gráfica de usuario*. Obtenido de http://www.chr5.com/investigacion/investiga_igu/igu_aproxima-cion_semio-cognitiva_by_chr5.pdf.
- Martines, M. (2006). *La investigación Cualitativa (síntesis Conceptual)*. IIPSI, 9(1). Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/investigacion_psicologia/v09_n1/pdf/a09v9n1.pdf.
- Mendez, N. (2006). *La investigación Documental*. Editorial Romor. Segunda Edición.
- Molero Suárez, L., Ospina Rodriguez, P., Ayala Escobar, E y Lozano Rojas, H. (2019). Discapacidad motora y la rehabilitación desde los ambientes virtuales basados en Kinect. En L. Molero Suárez, P. Ospina Rodriguez, E. Ayala Escobar, & H. Lozano Rojas, *Tendencias en la Investigación Universitaria: Una visión desde Latinoamérica*. Volumen VI. (págs. 174-186). Bogotá Colombia: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Molero Suárez, L., Ospina Rodriguez, P., Quevedo, M., Montenegro, J y Castiblanco, L. (2019). Gamming una estrategia para la rehabilitación de personas con discapacidad. En L. Molero Suárez, P. Ospina Rodriguez, M. Quevedo, J. Montenegro, & L. Castiblanco, *Tendencias en la Investigación Universitaria: Una visión desde Latinoamérica*. Volumen VI (págs. 134-144). Santa Ana de Coro, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Molero, L., Batista, J y Puentes, M. (2019). *Transformación digital desde la cultura tecnológica en las instituciones de educación superior del estado zulia*. Consensus, Santiago de Chile, Chile.
- Molero, L., Villarraga, M., Inciarte, V., Molero, L y Rodríguez, D. (2019). Dimensiones de la responsabilidad social como estrategia de compromiso corporativo en la educación superior. En L. Molero, M. Villarraga, V. Inciarte, L. Molero, & D. Rodríguez, *Tendencias en la Investigación Universitaria: Una visión desde Latinoamérica*. Volumen VIII. Santa Ana de Coro, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Molero, L., Villarraga, M., Molero, L., Inciarte, V y Sosa, A. (2019). Responsabilidad social como factor multidimensional para concientizar a empresarios sobre su importancia e influencia en empresa, gobierno y sociedad. En L. Molero, M. Villarraga, L. Molero, & A. Sosa, *Tendencias en la Investigación Universitaria: Una visión desde Latinoamérica*. Volumen VII. (págs. 156-164). Santa Ana de Coro, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.

- Mora, A. (04 de 04 de 2019). *PCWorld de IDG*. Recuperado el 17 de 07 de 2019, de <https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/#toc-3681582-4>.
- Ospina Rodríguez, P., Molero Suárez, L., Lozano, H., Becerra, Y y Ruiz, J. (2019). Capital intelectual y responsabilidad social en entornos de programación de realidad virtual. En P. E. Ospina Rodríguez, L. Molero Suarez, H. Lozano, Y. Becerra, & J. Ruiz, *Tendencias en la Investigación Universitaria: Una visión desde Latinoamérica*. Volumen VII. (págs. 74-84). Santa Ana de Coro, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Perez. (2010). *Enfoques metodológicos*. Editorial La Salle.
- Saavedra Hernández, M. (2012). *Fisioterapia en la cervicalgia crónica manipulación y kinesiotaping (Tesis de Doctoral)*. Granada, España: <http://hdl.handle.net/10481/22259>. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10481/22259>.
- Saavedra-Guajardo, E., Durán, C., Escalera, M., Mora, B., Pacheco, A y Pérez, M. (2018). *Discapacidad motora y resiliencia en adultos*. En: A. D. Marenco-Escuderos. Estudios del desarrollo humano y socioambiental. 236-252. Recuperado el 19 de 07 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6676037>.
- Tamayo y Tamayo, M. (2006). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Veloz Arce, A. (2016). *De la interfaz del usuario al responsive web design*. AUC revista de arquitectura(37), 59-66. Recuperado el 07 de 17 de 2019, de <http://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-auc/index.php/auc-ucsg/article/view/8>.