CAPÍTULO III

USABILIDAD DE INTERFAZ 3D CON KINECT PARA TERAPIAS DE MANGUITO ROTADOR EN PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA

Luis Guillermo Molero Suarez

Doctor en Ciencias Gerenciales. Fundación Universitaria Compensar - UCompensar, lmolero@ucompensar.edu.co, Avenida (Calle) 32 No. 17 – 30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-4117-8273>.

Jefferson Andrés Merchan Jiménez

Ingeniero de Software. Fundación Universitaria Compensar – UCompensar, jandresmerchan@ucompensar.edu.co, Avenida (Calle) 32 No. 17 – 30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-4117-8273>.

Resumen

El presente capítulo tuvo como propósito evaluar la usabilidad de una interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador en personas con movilidad reducida. La metodología estuvo orientada bajo el paradigma cualitativo, a través de un estudio de caso de tipo transversal descriptiva con diseño de campo no experimental. Las categorías analizadas fueron: 1) Usabilidad de software de cara a cubrir las necesidades del cliente y 2) Discapacidad motriz como consecuencia de lesión en manguito rotador. La revisión científica referente a la usabilidad de la interfaz 3D permitió definir como instrumento de recolección de datos la prueba Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) de Brooke (1996) que consiste en medir, a través de un valor numérico único de entre 1 y 100, la usabilidad de la interfaz 3D en una muestra de cinco expertos en contenido y en rehabilitación, mostrando una puntuación de noventa y siete (97). Como conclusión se obtuvo, la eficaz funcionalidad de la interfaz 3D con Kinect como herramienta para el despliegue del entrenamiento en terapias de manguito rotador en personas con dicha discapacidad, esto desde un diagnóstico temprano de la afección, lo que permite generar espacios de inclusión que mejoren la calidad de vida del paciente con discapacidad motriz.

Palabras clave: discapacidad, interfaz 3D, Microsoft Kinect, usabilidad, UX

USABILITY OF 3D INTERFACE WITH KINECT FOR ROTATOR CUFF THERAPIES IN PEOPLE WITH REDUCED MOBILITY

Abstract

The purpose of this chapter was to evaluate the usability of a 3D interface with Kinect for rotator cuff therapy in people with reduced mobility. The methodology was oriented under the qualitative paradigm through a descriptive cross-sectional case study with a non-experimental field design. The categories analyzed were: 1) Usability of software in order to meet customer needs and 2) Motor disability as a consequence of rotator cuff injury. The scientific review regarding the usability of the 3D interface made it possible to define as a data collection instrument the System Usability Scale (SUS) test by Brooke (1996), which allowed to measure through a single numerical value between 1 and 100 the usability of the 3D interface in a sample of five content and rehabilitation experts, showing a score of ninety-seven (97). As a conclusion, the effective functionality of the 3D interface with Kinect as a tool for the deployment of training in rotator cuff therapies was obtained in people with this disability, this, from an early diagnosis of the condition, which allows generating inclusion spaces that improve the quality of life of the patient with motor disability.

Keywords: 3D interface, disability, Microsoft Kinect, usability, UX

Introducción

La usabilidad es un indicador de calidad importante a la hora de evaluar las funcionalidades y aceptación de un software frente al usuario final, todo luego de su despliegue. Asimismo, precisa una razón preponderante que ofrece un referente de garantía acerca del éxito o fracaso de un desarrollo que se amplifica cuando éste es innovador. Desde esa perspectiva, sobresalen un número considerables de estudios, cuerpos de conocimiento y normativas de escala internacional, para estimar a través de coeficientes esta garantía de calidad susceptible de ser aplicada con el uso de múltiples artefactos; entre ellos, Brooke (1996), ISO/IEC 9241-11 (1998), ISO/IEC 9126-1 (2001), entre otros, que respaldan la teoría sobre la importancia de la satisfacción del cliente en términos de eficiencia, eficacia y efectividad del producto de software.

A tales efectos, desconocer este hito dentro del proceso post desarrollo pondría en sumo riesgo el éxito de todo el proyecto, dado que se estaría subestimando la participación del usuario para generar valor desde la solución, elemento que aumenta cuando se pretende incorporar una herramienta innovadora que rompe todo lo convencional precipitando esta garantía producto de su funcionalidad. En consecuencia, es de vital importancia evaluar la usabilidad para delimitar espacialmente las capacidades de una nueva implementación, tal y como lo describe Molero et al., (2019) en su investigación.

Ante lo expuesto, es de carácter especial, y como propósito de la investigación, evaluar la usabilidad de una interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador en personas con movilidad reducida considerando las normativas internacionales existentes a la fecha, en aras de proporcionar herramientas que mejoren indiscutiblemente la calidad de vida de personas con movilidad reducida producto de esta discapacidad.

Fundamentación teórica

Usabilidad de software de cara a cubrir las necesidades del cliente

El valor de un producto de software está atado a la necesidad de generar valor en los entornos productivos del usuario, mismo que es un atributo de calidad determinante a ser considerado a la hora del desarrollo de una alternativa tecnológica y por otro lado, fija una posición concreta en el despliegue de cara a su satisfacción (ISO/IEC 9241-11, 1998). Un ápice de este indicador de calidad corresponde a la usabilidad que permite medir el impacto de un nuevo producto desde la óptica del usuario, de manera de aplicar asertivamente las correcciones necesarias para lograr cubrir una necesidad específica desde el aspecto operativo.

Entre tanto, Dumas y Redish (1999) refieren que para desarrollar una pieza de software es necesario trabajar de la mano del usuario o usuarios potenciales, quienes validarán si el producto final permitirá cumplir con sus propias actividades. En ese respecto, los autores señalan que: a) el significado de la usabilidad remite enfocarse en el usuario, b) los usuarios finales harán uso del producto para ser productivos c) el usuario finalmente es quien decide si un software es productivo. Por otra parte, Feuersenger et al., (2020) refieren lo imperativo de la facilidad de uso como generador de valor dentro del proceso de desarrollo de software, que permite forjar un elemento diferenciador orientado desde el momento del diseño, debido a que incluye las necesidades de sus clientes potenciales. Finalmente, existe un grupo importante de normativa internacional que discurren sobre esta materia tales como ISO/IEC 9241-11 (1998), ISO/IEC 25001 (2014), ISO/IEC 2502n (2014), ISO/IEC 2503n (2014), ISO 13407 (1999), ISO/IEC 14598-1 (1999), y los derivados de ISO/IEC: WUEP, Mplus+a, WebQEM, WQM, QUIN, entre otros.

A tales efectos, es de mucha importancia contextualizar, a través de los constructos teóricos, el objetivo del estudio que concierne a evaluar la facilidad de uso de una interfaz 3D con Kinect, para terapias de manguito rotador en usuarios con movilidad reducida, dado que el coeficiente resultante cuantificará la entrega de valor en la implementación del aplicativo.

Por otra parte, para Nielsen (citado por Molero et al., 2019), quien ha sido un gran exponente en esta materia, refiere que este coeficiente se utiliza de forma holística sobre una solución de software, por lo cual, es el usuario quien determina el valor final del producto, en consecuencia, resulta necesario desplegar ensayos de calidad para fijar el coeficiente de usabilidad del software y por consiguiente, generar valor de cara al usuario.

Asimismo, es privativo circunscribir a cada usuario en un dominio de software en particular para desplegar pruebas de calidad efectivas, debido a que hacer una acción contraria conllevaría a obtener resultados poco confiables. En adición, es pertinente para este tipo de pruebas seleccionar un número de evaluadores preciso, a lo cual, en consideración a las evidencias científicas que versan sobre el particular, debe ser un número entre tres y cinco. En ese orden, existen en la actualidad varios métodos para ejecutar pruebas de usabilidad que permiten analizar y validar la interacción usuario – software, entre los cuales se encuentran, la prueba Escala de Usabilidad del Sistema (SUS), por consiguiente, basado en evidencias científicas sobre la eficacia de estos instrumentos de recolección de información, se hará uso de este cuestionario de Brooke, 1996 sobre tres expertos en el dominio del software y dos de rehabilitación.

Discapacidad motriz como consecuencia de lesión en manguito rotador

La Organización Mundial de la Salud (OMS) a través de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) define a la discapacidad motriz como aquella que sobreviene debido a la carencia temporal o permanente de movimiento del cuerpo, que compromete la autonomía de una persona (OMS, 2001). Por su parte, López et al., (2016), refieren a la discapacidad física como “cualquier restricción o falta de capacidad (como consecuencia de una deficiencia física) para llevar a cabo una actividad de la manera o el nivel considerado normal para un individuo en su situación sociocultural específica” (p.101). En consecuencia, este tipo de discapacidad puede ser ocasionada por eventos traumáticos o atraumáticos; desde la gestación hasta accidentes que desmejoran la condición física del individuo, mermando su calidad de vida, independencia, entre otros (Molero et al., 2019).

Derivado de los constructos anteriores, el síndrome subacromial conocido como el hombro doloroso, incluye todas las patologías que se producen en el espacio subacromial del hombro, lo que conlleva a procesos inflamatorios y degenerativos producto de la tendinitis del manguito rotador, la bursitis subacromiales y desgarros o roturas del manguito rotador, por lo cual, la no identificación y/o tratamiento de este tipo de patología podría desencadenar en una discapacidad temporal o permanente del miembro afectado, dejando al paciente con una incapacidad que puede derivar en la ejecución de métodos invasivos como la intervención quirúrgica, para darle solución efectiva a la discapacidad. Por su parte, Pérez y De Pedro (2004) reseñan que el manguito rotador ocupa una estructura músculo tendinosa ubicada en la región subacromial del hombro, con inserción en el extremo proximal del húmero y está constituido de los tendones supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y supraescapular.

Metodología

El presente estudio se basó en el paradigma cualitativo, a lo cual Báez y de Tudela (2007) refieren que:

en la metodología cualitativa el investigador adopta una actitud empática; trata de situarse en el lugar de sus informantes y establecer el marco de referencia desde el que hablan sus interlocutores, les presta una atención consciente y deliberada para comprender mejor y realiza deducciones por analogía. Para lograrlo, debe dejar en suspenso sus propios prejuicios, puntos de vista y certezas. (p. 48).

Asimismo, la presente investigación es un estudio de caso, ya que ensaya a profundidad un fenómeno mismo que puede ser un objeto, persona, entre otros (Gerring, 2004). Por consiguiente, el presente estudio pretendió evaluar la usabilidad de una interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador en personas con movilidad reducida a través del cuestionario de SUS.

Seguidamente, el estudio se fijó dentro del tipo transeccional descriptivo que, según Chávez (2007), es el que está orientado a recolectar información relacionada directamente con el estado actual del objeto de estudio, evaluando las particularidades identificadas dentro de la investigación, por lo cual, con este estudio se intentó documentar, en un momento específico, la usabilidad de pacientes con discapacidad motriz producto del manguito

rotador a través de una interfaz 3D con Kinect, así pues, esta experiencia, fue medida con el cuestionario SUS que a través de la escala Likert empleada para respuestas de cinco niveles, generó un único coeficiente para distinguir el nivel de usabilidad de la interfaz.

Por otro lado, el estudio se fijó como un diseño de campo, ya que según Tamayo (2003) en este tipo de investigación:

los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas. (p. 110)

En ese sentido, la investigación intenta alcanzar una representación minuciosa del problema esbozado, a través de un cuestionario en el sector objeto de estudio representando de forma directa hechos extraídos de la realidad del lugar, mediante fuentes referenciales de primera mano.

En otro respecto, el estudio es un diseño no experimental, en virtud de que no se manipularon las variables objeto de estudio de forma deliberada (Hernández et al., 2014), es decir, no se varió de forma intencional las variables independientes (Toro y Parra, 2006), en consecuencia, el presente estudio es no experimental, ya que en ella no se manipuló las variables usabilidad e interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador, ni tampoco los efectos de estas variables sobre los pacientes con discapacidad motriz.

Finalmente, la prueba SUS desarrollada por Brooke (1996) se aplicó a una muestra de tres especialistas en el dominio de software y dos pacientes producto del manguito rotador, quienes a través de la escala de Likert de cinco niveles pudieron condensar un indicador (coeficiente) de calidad, posterior a la evaluación de las funcionalidades de la interfaz 3D con Kinect. A tales efectos, el sistema de puntuación de esta prueba se caracteriza por los siguientes elementos:

- SUS produce un solo número que representa una medida compuesta de la usabilidad general del sistema que se está estudiando.
- Tenga en cuenta que las puntuaciones para los elementos individuales no son significativas por sí mismas.
- Para calcular el puntaje del SUS, primero sume las contribuciones de puntaje de cada elemento. La contribución de puntaje de cada ítem variará de 0 a 4.
- Para los ítems 1,3,5,7 y 9, el aporte de puntaje es la posición de escala menos 1.
- Para los ítems 2,4,6,8 y 10, el aporte es 5 menos la posición de la escala.
- Multiplique la suma de los puntajes por 2.5 para obtener el valor general de SUS.
- Los puntajes del SUS tienen un rango de 0 a 100.

Es así, como el coeficiente resultante de la aplicación de este instrumento deriva de: usabilidad de la interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador, complejidad de la interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador, asistencia de un experto, funcionalidad, consistencia de la interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador y confianza en el uso de la interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador.

Resultados

A continuación, se muestra el despliegue de la interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador en personas con movilidad reducida. Este software, opera en computadoras de escritorio con sistema operativo Windows 10 o Macintosh y el escáner corporal Microsoft Kinect. Esta interfaz, permite a través de la captura de movimientos del usuario (paciente) evaluar la correcta ejecución del ciclo de fisioterapia y, en consecuencia, establecer una mecánica de logros basada en puntos para recompensar la correcta ejecución del ejercicio. Finalmente, con el correcto desarrollo del ejercicio de rehabilitación se puede ostentar una mejora parcial o total de la discapacidad producto del manguito rotador, logrando mayor independencia y calidad de vida.

Seguidamente, será mostrada la dinámica contentiva de la aplicación, logrando contextualizar sus funcionalidades y posterior a ello, los resultados de la aplicación de la prueba SUS en los cinco especialistas en los dominios de software y discapacidad.

Instalación del dispositivo periférico Microsoft Kinect

Como primer paso, es necesario la instalación del periférico Microsoft Kinect (Figura 2) para lo cual el usuario debe asegurarse de contar con los controladores de software correspondientes, estos pueden encontrarse en la siguiente dirección de internet (Figura 1):

<https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44559>

Figura 1.

Página oficial de Microsoft para descarga de los controladores de Microsoft Kinect

Fuente: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44559>

Seguidamente, una vez descargado los controladores del periférico, éste debe conectarse correctamente a la alimentación de energía y posteriormente al computador a través del puerto USB.

Figura 2.
Microsoft Kinect

Fuente: <https://www.windowsnoticias.com/microsoft-deja-fabricar-adaptador-kinect/>

Para una correcta funcionalidad y captura de movimiento, el Microsoft Kinect debe estar como mínimo a un metro y medio de altura sobre el piso y a una distancia del usuario de 2 a 3 metros.

Posteriormente, una vez instalado el Microsoft Kinect, se procede a instalar la interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador en personas con movilidad reducida, para lo cual, se copia el aplicativo en el directorio raíz de su disco duro local, tal y como se muestra en la figura 3:

Figura 3.
Vista del explorador de Windows

Fuente: Elaboración propia (2019)

Como paso seguido, se hace doble clic en el archivo llamado “Terapia 1F” y se presiona el botón “Play!”, como se muestra en la figura 4:

Figura 4.
Ejecución de la Interfaz 3D

Fuente: Elaboración propia (2019)

Una vez haya iniciado la aplicación, se mostrará la escena “Introducción” donde en ella se despliega el título acerca de la terapia, el signo distintivo que representa al proyecto de investigación y una pista de audio instrumental para establecer un clima de relajación y un preámbulo al menú principal del software, tal y como se muestra en la figura 5:

Figura 5.
Escena “Introducción”

Fuente: Elaboración propia (2019)

Al presionar el botón “Iniciar”, se despliega la escena “Menú”, es aquí donde el usuario dispondrá de una serie de botones que, a través del movimiento de la mano efectuados frente al dispositivo Kinect, replicará el movimiento del cursor dentro de la interfaz. Estos botones le harán disponer al usuario de un conjunto de opciones tales como: Instrucciones, Créditos, Acerca de, Iniciar y salir de la interfaz, tal y como se muestran en la figura 6:

Figura 6.
Escena “Menú”

Fuente: Elaboración propia (2019)

Posteriormente, al hacer clic sobre el botón “Instrucciones” el usuario conocerá la dinámica y mecánica de juego de la interfaz tal y como se muestra en la figura 7:

Figura 7.
Escena “Instrucciones”

Fuente: Elaboración propia (2019)

Asimismo, una vez el usuario haga clic sobre el botón “Siguiente” se mostrará la escena “Instrucciones2” (Figura 8). En esta escena, se le explica al usuario la correcta ejecución del entrenamiento con el fin de poder acumular y ejecutar correctamente el ejercicio.

Figura 8.

Escena “Instrucciones2”

Fuente: Elaboración propia (2019)

Posteriormente, se definen los movimientos correctos que provee el avatar de la escena “Instrucciones2”, a fin de poder ejecutar de forma correcta el ciclo de fisioterapia. Estos movimientos se recrean en las figuras 9 hasta la 15:

Figura 9.

Avatar 3D (Modelo 3D). Pose inicial

Fuente: Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/>

Figura 10.

Avatar 3D (Modelo 3D). Posición inicial, vista frontal.

Fuente: Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/>

Figura 11.

Avatar 3D (Modelo 3D). Posición inicial, vista lateral.

Fuente: Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/>

Figura 12.

Avatar 3D (Modelo 3D). Elevación de brazo 90 grados, vista frontal.

Fuente: Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/>

Figura 13.

Avatar 3D (Modelo 3D). Elevación a 90 grados, vista lateral.

Fuente: Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/>

Figura 14.

Avatar 3D (Modelo 3D). Elevación a 180 grados, vista frontal.

Fuente: Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/>

Figura 15.

Avatar 3D (Modelo 3D). Elevación a 180 grados, vista lateral.

Fuente: Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/>

Seguidamente, se muestra la escena (Figura 16) donde se exponen los “Créditos” de la interfaz, es decir, el director de proyecto los y desarrolladores de la interfaz.

Figura 16.

Escena “Créditos”

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la escena “Acerca de” (Figura 17), se explica cuál es la utilidad de la aplicación desde una visión teórica para ilustrar al usuario acerca de las ventajas del ejercicio.

Figura 17.

Escena “Acerca de”

Fuente: Elaboración propia (2019)

Finalmente, En la escena “Entorno virtual reactivo” (Figura 18) el usuario ejecuta el ejercicio de manguito rotador, asimismo, se visualizan objetos decorativos con el objetivo de ambientar la habitación. Cada terapia tendrá 10 repeticiones. Para conseguir la acumulación de puntos, el paciente debe ejecutar de forma correcta el ejercicio, logrando obtener un máximo de 10 puntos, es cuando el ejercicio iniciará de nuevo para conseguir realizar el ciclo nuevamente, en el caso de que no se requiera de nuevo la ejecución, se presiona la tecla “Escape” y eyectará la aplicación.

Figura 18.

Escena “Entorno virtual reactivo”

Fuente: Elaboración propia (2019)

Ejecución de la prueba SUS

Una vez expuesta las funcionalidades de la Interfaz 3D con Kinect, y para efectos del presente estudio, que busca evaluar la usabilidad de este aplicativo para terapias de manguito rotador en personas con movilidad reducida, se exhibirán los resultados procedentes de la prueba SUS aplicada a tres expertos en software y dos pacientes con movilidad reducida producto del manguito rotador, lo que llevó a establecer el coeficiente de SUS sobre este indicador de calidad.

A continuación, se presenta una muestra del cuestionario aplicado a los expertos:

Por favor responda las siguientes preguntas entre 1 y 5, siendo 1 total desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo:

1	Creo que usaría esta Interfaz 3D frecuentemente	R: _____
2	Encuentro esta Interfaz 3D innecesariamente compleja.	R: _____
3	Creo que esta Interfaz 3D fue fácil de usar.	R: _____
4	Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar esta Interfaz 3D.	R: _____
5	Las funciones de esta Interfaz 3D están bien integradas.	R: _____
6	Creo que esta Interfaz 3D es muy inconsistente.	R: _____
7	Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar esta Interfaz 3D en forma muy rápida.	R: _____
8	Encuentro que esta Interfaz 3D es muy difícil de usar.	R: _____
9	Me siento confiado al usar esta Interfaz 3D.	R: _____
10	Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar esta Interfaz 3D.	R: _____

Fuente: Elaboración propia (2019)

Es de carácter especial para la investigación, distinguir lo oportuno en la correcta selección de los expertos, quienes desde sus dominios y amplia experticia en el área de software y como pacientes de esta discapacidad, afectarán notoriamente los posibles resultados en la evaluación de las funcionalidades de la Interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador en personas con movilidad reducida. Por consiguiente, una vez finalizada la aplicación del instrumento se procedió a calcular el coeficiente de calidad para determinar el grado de usabilidad de la aplicación. En la siguiente tabla, se muestran los resultados de la prueba SUS.

Tabla 1.
Resultados prueba SUS

#	Pregunta	INGENIERO 1					Ponderación					INGENIERO 2					Ponderación					INGENIERO 3					Ponderación					PACIENTE 1					Ponderación					PACIENTE 2					Ponderación				
		1	2	3	4	5	INGENIERO_1	1	2	3	4	5	INGENIERO_2	1	2	3	4	5	INGENIERO_3	1	2	3	4	5	PACIENTE_1	1	2	3	4	5	PACIENTE_1	1	2	3	4	5	PACIENTE_2	1	2	3	4	5	PACIENTE_2								
1	Creo que usaría esta Interfaz 3D.				X		4					X						X					4				X		4					X										X		4					
2	Encuentro esta Interfaz 3D innecesariamente compleja	X					4	X					4	X					4	X					4	X					4	X												4							
3	Creo que esta Interfaz 3D fue fácil de usar				X		4					X		4				X		4				X		4				X		4				X							X		4						
4	Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar esta Interfaz 3D	X					4	X					4	X					4	X					4	X					4	X												4							
5	Las funciones de esta Interfaz 3D están bien integradas.				X		4					X		4				X		4				X		4				X		4				X							X		4						
6	Creo que esta Interfaz 3D es muy inconsistente	X					4	X					4	X					4	X					4	X					4	X													4						
7	Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar esta Interfaz 3D en forma muy rápida.				X		4					X		4				X		4				X		4				X		4				X							X		4						
8	Encuentro que esta Interfaz 3D es muy difícil de usar	X					4	X					4	X					4	X					4	X					4	X													4						
9	Me siento confiado al usar esta Interfaz 3D				X		4					X		3				X		3				X		4				X		4				X							X		4						
10	Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar esta Interfaz 3D	X					4	X					4	X					4	X					4	X					4	X													4						
Total							100						87,5						97,5						100						100															100					
Promedio													97,00																																						

Fuente: Elaboración propia (2019)

A continuación, en la figura 19 se muestra el gráfico correspondiente a cada pregunta formulada

Figura 19.
Ponderación a cada pregunta formulada

Fuente: Elaboración propia (2019)

De acuerdo al valor resultante que reflejó la prueba SUS en cada experto y paciente, se puede evidenciar un coeficiente positivo en relación a la evaluación de las funcionalidades de la Interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador en personas con movilidad reducida. Este coeficiente, totalizó un valor de 97, logrando alcanzar el propósito de la investigación, sin embargo, es de especial interés concentrar los esfuerzos en aumentar el indicador referente a la pregunta 9 “Me siento confiado al usar esta interfaz 3D” cuyo valor no obtuvo la máxima calificación de 4 puntos por lo cual es imperativo realizar los ajustes pertinentes y robustecer ese segmento del sistema.

Conclusiones

El estudio logró obtener resultados positivos acerca de la usabilidad como indicador de calidad de software ante el despliegue de esta novedosa tecnología en rehabilitación, cumpliendo así con su propósito de evaluar la usabilidad de interfaz 3D con Kinect para terapias de manguito rotador en personas con movilidad reducida, alcanzando, a través de esta medición, un único coeficiente que valida lo antes expuesto y brinda la posibilidad de aumentar los esfuerzos de cara a la satisfacción del usuario en términos de valor. Asimismo, mostró la eficacia, eficiencia y efectividad en términos de uso, confirmando la posibilidad de ejecutar el ejercicio a través de este novedoso aplicativo y proveer entrenamiento en ciclos fisioterapéuticos de calidad.

En otro respecto, la elección de la población idónea para evaluar la interfaz 3D consistió desde los dominios de software y pacientes con discapacidad producto del manguito rotador, conseguir resultados notables de la usabilidad del software, resaltando que a pesar de que el 90% de las preguntas obtuvieron la máxima puntuación que obteniendo un coeficiente de 97, es necesario volcar la mirada hacia la confiabilidad de la interfaz 3D con Kinect, para ofrecer un producto con los más altos estándares de calidad. Este objetivo, será tratado en posteriores investigaciones que hagan uso de la misma tecnología.

Como conclusión general, se obtuvo la correcta medición de la funcionalidad de la interfaz 3D con Kinect, y su aforo para generar ambientes de inclusión y generación de valor de cara al usuario, a fin de mejorar la calidad de vida del paciente con discapacidad motriz producto del manguito rotador, empero, se sugiere a través del uso de este aplicativo, recoger un volumen de datos superior posterior a su despliegue, a fin de constatar con esta nueva información que sus valores de usabilidad se mantengan equilibrados, de lo contrario, debes ser necesarias nuevas implementaciones.

Agradecimientos

A la Dirección de Investigación Nacional de La Fundación Universitaria Compensar – UCompensar. 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.

Fuentes de financiamiento

La institución financiadora es Fundación Universitaria Compensar – UCompensar bajo el Código del Proyecto SIGP/Código número PI242019.

Conflictos de interés

Los autores declaran expresamente no tener intereses en conflicto para el desarrollo de este producto resultado de investigación.

Bibliografía

- Báez, J., y de Tudela, P. (2007). *Investigación cualitativa*. ESIC Editorial.
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. En J. Brooke, & B. T. P. W. Jordan (Ed.), *Usability Evaluation in Industry* (págs. 189-195). ed USA: Taylor & Francis. doi:<https://doi.org/10.1201/9781498710411>
- Chavez, N. (2007). *Introducción a la investigación educativa /por Nilda Chavez Alizo*. Gráfica González.
- Dumas, J., y Redish, J. (1999). *A Practical Guide to Usability Testing*. Portland OR. Intellect.
- Feuersenger, H., Arndt, H., y Riechers, K. (2020). The Usability Testessen – An Innovative Framework for Usability Testing in Practice. En R. E. Marcus A., *Design, User Experience, and Usability. Interaction Design. HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 12200, págs. 97-112). Switzerland: Springer, Cham. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-49713-2_7
- Gerring, J. (2004). *What is a Case Study and What is it Good for?* En *American Political Science Review*. http://www.ie.ufrj.br/hpp/intranet/pdfs/texto_3_-aula_3.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- ISO 13407. (1999). *ISO 13407:1999 Human-centred design processes for interactive systems*. ISO.
- ISO/IEC 14598-1. (1999). *ISO/IEC 14598-1:1999 Information technology — Software product evaluation — Part 1: General overview*. ISO/IEC.
- ISO/IEC 25001. (2014). *ISO/IEC 25001:2014 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Planning and management*. ISO/IEC. <https://www.iso.org/standard/64787.html>
- ISO/IEC 2502n. (2014). *ISO/IEC 2502n – División de Medición de Calidad*. ISO/IEC.
- ISO/IEC 2503n. (2014). *ISO/IEC 25030 - Quality requirements*. ISO/IEC.
- ISO/IEC 9126-1. (2001). *IEC 9126-1: Software Engineering-Product Quality-Part 1: Quality Model*. Switzerland: Geneva.
- ISO/IEC 9241-11. (1998). *9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)*. ISO/IEC.
- López Justicia, M., Fernández Jimenes, C., y Polo Sánchez, M. (18 de 05 de 2016). *Relación entre el nivel de estudios y el autoconcepto en adultos con discapacidad motora*. <https://journals.copmadrid.org/psed/archivos/100777.pdf>
- Molero, L., Díaz, P., Montenegro, J., Castiblanco, L., y Ruiz, J. (2019). Usabilidad de interfaz 3D móvil desarrollada para HMD dirigida a usuarios con movilidad reducida. En L. Molero Suarez, P. Díaz Montaña, J. Montenegro Romero, L.

- Castiblanco Rosero, & J. Ruiz Carrillo, *Gamificación y discapacidad. Una alternativa socialmente responsable, Volumen I*. Santa Ana de Coro, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Molero, L., Poveda, G., Batista, J., Guerrero, C., y Valencia, J. (2019). Usabilidad de un sistema de reconocimiento de voz para personas en condición de discapacidad motriz. En L. G. Molero Suárez, G. Poveda, J. Batista, C. Guerrero, & J. Valencia, *Gamificación y discapacidad. Una alternativa socialmente responsable, Volumen II*. Santa Ana de Coro, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Molero, L., Zamudio, L., Molero, L., Huertas, J., y Velazco, L. (2019). Necesidades económicas de la población en condición de discapacidad motora en Colombia. En L. G. Molero Suárez, L. Zamudio, L. Molero Suárez, J. Huertas, & L. Velazco, *Gamificación y discapacidad. Una alternativa socialmente responsable, Volumen II*. Santa Ana de Coro, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering vol. 1st edition*. San Diego, CA, USA: Academic Press.
- Organización Mundial de la Salud. (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (IMSERSO). https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43360/9241545445_spa.pdf?sequence=1
- Pérez, A., y De Pedro, J. (2004). *Patología del aparato locomotor en ciencias de la salud*. Buenos Aires-Madrid: Medica Panamericana. <https://books.google.com.co/books?id=46Wn4DuzWKcC&pg=PA141&dq=manguito+rotador&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKewiQs-Cmg7HqAhUSWN8KHYSWCAIQ6AEWAHoECAIQAg#v=onepage&q=manguito%20rotador&f=false>
- Saavedra, E., Durán, C., Escalera, M., Mora, B., Pacheco, A., y Pérez, M. (2018). *Discapacidad motora y Resiliencia en adultos. En: A. D. Marengo-Escuderos. Estudios del desarrollo humano y socioambiental*. Ediciones C.
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. Editorial Ilmus. S.A. de c.v. Grupo noriega editores .
- Toro, I., y Parra, R. (2006). *Método y conocimiento. Metodología de la Investigación*. Fondo Editorial Universidad EAFIT.