CAPÍTULO IV

APLICACIÓN 3D CON KINECT PARA EL ENTRENAMIENTO EN TERAPIAS DE HOMBRO CONGELADO

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>.

Lennis Duvan Gomez García

Ingeniero de sistemas. Fundación Universitaria Compensar – UCompensar, lduvangomez@ucompensar.edu.co. Avenida (Calle) 32 No. 17 – 30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia.

Resumen

El conocimiento capitalizado sobre entrenamiento y rehabilitación por décadas ha encontrado en la Instrucción Asistida por Computadora (CAI) espacios para recrear procesos fisioterapéuticos a través de métodos no convencionales, alcanzando así óptimos resultados. Un agente innovador de esta evolución es la gamificación, que reúne elementos multimedia y accesorios como el Microsoft Kinect en sistemas intuitivos que aumentan el estímulo del usuario. Ante estas evidencias, la investigación tuvo como propósito desarrollar una aplicación 3D con Kinect para entrenamiento de estudiantes de fisioterapia en terapias de hombro congelado. De acuerdo al estudio, la investigación fue de tipo aplicada, transversal y diseño no experimental. Para obtener lo antes expuesto, se analizaron las categorías Gamificación y Kinect y Rehabilitación y Hombro Congelado. El método utilizado fue el Agil State-Gate de Cooper, (2016) en sus primeras cuatro fases: Idea, Caso de negocio, Desarrollo y Prueba. Finalmente, como resultado luego de aplicar la prueba de usabilidad SUS (Brooke, 1996) en la versión Beta, se logró un coeficiente de 93, valor que muestra una experiencia de usuario positiva, concluyendo, la importancia de seguir convocando esfuerzos en el despliegue de estas soluciones en pro de la calidad de vida y la salud.

Palabras clave: entrenamiento, fisioterapia, gamificación, instrucción asistida por computadora, kinect.

3D APPLICATION WITH KINECT FOR FROZEN SHOULDER THERAPY TRAINING

Abstract

The knowledge capitalized on training and rehabilitation for decades has found in Computer Aided Instruction (CAI) spaces to recreate physiotherapeutic processes through unconventional methods, thus achieving optimal results. An innovative agent of this evolution is gamification, which brings together multimedia elements and accessories such as the Microsoft Kinect in intuitive systems that increase user stimulation. Given this evidence, the purpose of the research was to develop a 3D application with Kinect for training physiatry students in frozen shoulder therapy. According to the study, the research was of an applied, cross-sectional and non-experimental design. To obtain the above, the categories Gamification and Kinect and Rehabilitation and Frozen Shoulder were analyzed. The method used was the Agile State-Gate of Cooper, (2016) in its first four phases: Idea, Business case, Development and Test. Finally, as a result, after applying the SUS usability test (Brooke, 1996) in the Beta version, a coefficient of 93 was achieved, a value that shows a positive user experience, concluding, the importance of continuing to call for efforts in the deployment of these solutions for the quality of life and health.

Keywords: computer aided instruction, gamification, kinect, physiotherapy, training.

Introducción

Existe una extensa variedad de lesiones que generan afectación sobre los miembros superiores, por consiguiente, a través del diagnóstico oportuno y un correcto ciclo fisioterapéutico, es posible la mejora parcial o total de la movilidad de un paciente con discapacidad motora. En este espectro, los métodos tradicionales quienes desafiaron el tiempo han perdido la batalla, y la Instrucción Asistida por Computadora (CAI) como herramienta transformadora ha motivado el desarrollo de soluciones que convierten espacios poco inclusivos en escenarios con sinergias positivas y efectivas, para conseguir de esta forma reinsertar a esta población vulnerable.

Una de las alternativas actuales para ostentar mejora significativa o la recuperación total de la discapacidad, es la gamificación, quien súbitamente ha invadido estas plazas proporcionando versatilidad y comodidad, logrando una simbiosis entre el método tradicional y las nuevas tecnologías, con un profundo impacto científico y social al mostrar el despliegue de novedosas herramientas que generan importantes aportes a este percentil creciente de discapacidad.

Ante estas evidencias, la presente investigación cuyo propósito reviste el desarrollo de una aplicación 3D con Kinect para el entrenamiento de estudiantes de fisiatría en terapias de hombro congelado, pretende redimensionar nuevos espacios científico-tecnológicos agregando una nueva dimensión humana con alto impacto en las formas de fijar la mirada en esta población con discapacidad motora, y, en consecuencia, proporcionar los métodos efectivos, inclusivos y sustentables para la correcta ejecución del ejercicio, cuyo fin ulterior es la mejoría del paciente desde una gestión de innovación sostenible.

Marco Teórico

Gamificación y Kinect

La gamificación recrea espacios inmersivos, intuitivos y controlados que, a través de dispositivos periféricos, logran la reingeniería efectiva de métodos habituales a través de estas experiencias emergentes. Según Molero et al., (2019b) y Molero et al., (2019a), estas tecnologías impulsan reacciones motivadoras e inclusivas, que han permeado el quehacer de muchas ciencias complejas con una dinámica sensorial efectiva, ubicándose como una estrategia de innovación tecnológica. En consecuencia, estos escenarios virtualizados también conocidos como Computer Aided Instructor (CAI) (Bruce, 2009) o Reactive Virtual Trainer (RVT) (Ruttkay et al., 2006), capturan en sus ambientes la atención del usuario, logrando una sinergia positiva y una experiencia casi real.

Para lograr este objetivo, los sistemas gamificados hacen uso de periféricos que concentran mayor interacción en sus ambientes (Roglić et al., 2016), uno de ellos, es la interfaz natural de usuario Microsoft Kinect quien hace uso de luz estructurada infrarroja proyectando un patrón de puntos para estimar la profundidad a partir de la intensidad y distorsión de estos (Smisek et al., 2013). Su construcción incorpora un sensor de profundidad para capturar los movimientos de forma tridimensional (figura 1 y 2), asimismo, determina el centro de gravedad, herramienta que lo hace ideal para entornos de entrenamiento y captura de movimientos corporales (Zhang, 2012)

Figura 1.

Entrenamiento con Fysio Gaming

Fuente: <https://www.fitness-gaming.com/news/health-and-rehab/fysiogaming-expands-rehabilitation-options-with-kinect-games.html>

Este dispositivo, a través de sus sensores de proximidad y micrófonos, reconocen movimiento de forma autónoma, generando un alto impacto que logra una interacción lúdica positiva en cada escenario. Existen en la actualidad, sistemas gamificados emblemáticos como el Fysio Gaming (figura 1), VirtualRehab (figura 2) y software de rehabilitación de ASISPA y Kinelabs entre muchos otros.

Figura 2.

Entrenamiento con VirtualRehab

Fuente: <https://evolvrehab.com/es/virtualrehab/>

Entrenamiento, Rehabilitación y Hombro congelado

De acuerdo con Cibeira (1997), la Organización Mundial de la Salud en 1969 define inicialmente el concepto de rehabilitación como “conjunto de medidas médicas, educativas, sociales y profesionales para preparar o readaptar al individuo, con el fin de alcanzar la mayor proporción posible de su capacidad funcional”, en adición, Brunner (1971) trata a la rehabilitación como un método a través del cual una persona con discapacidad entrena para lograr mayor eficacia física, mental y social. En ese sentido, la rehabilitación de hombro congelado incorpora una serie de ejercicios que permite alcanzar mayor movilidad funcional de forma parcial o completa del miembro afectado (Reeves, 1974). Estas iteraciones permiten optimizar la motricidad del área comprometida (figura 3), y cuyo desarrollo es muy bien estudiado para alcanzar los resultados deseados. En síntesis, el paciente debe ejecutar de forma correcta cada entrenamiento para generar avances significativos en la mejora funcional del miembro, obteniendo así óptimos resultados en procesos de rehabilitación.

Figura 3.
Hombro congelado

Fuente: <https://orthoinfo.aaos.org/es/diseases--conditions/hombro-congelado-frozen-shoulder/>

Metodología

El estudio estuvo sustentado bajo el paradigma positivista con enfoque cuantitativo. Para González y Rodríguez (2011), las investigaciones con enfoque cuantitativo tienden a emplear desarrollo de sistemas, diseños de prototipos e instrumentos de medición. Por consiguiente, el presente estudio versó sobre el desarrollo de una aplicación 3D con Kinect para el entrenamiento en terapias de hombro congelado en pacientes de fisioterapia.

De acuerdo al tipo de investigación, el presente estudio es aplicado, que según Giroux y Tremblay (2004) “lo propio de la investigación aplicada es estudiar problemas concretos con el objeto de proponer un plan de acción para decidir o intervenir eficazmente en una situación dada” (pág. 58), en consecuencia, el presente trabajo se define como aplicado, ya que se propuso solucionar un problema específico con el empleo de herramientas tecnológicas. Estas herramientas se basan en la implementación de la metodología Ágil Stage-Gate en sus cuatro primeras fases, agrupando las dos fases iniciales de Idea y Caso de Negocio, la Fase de Desarrollo y la Fase de Pruebas.

Por otra parte, la investigación se define como no experimental, en virtud de que involucra procesos sistemáticos de búsqueda e indagación a través de una descripción, una comparación, un análisis y una predicción para que finalmente se diseñe una propuesta; ya que pretende caracterizar las variables; coincidiendo con lo expuesto por Hernández-Sampieri et al., (2010).

Asimismo, la investigación se clasificó de tipo transversal descriptiva, ya que de acuerdo con Chavez (2007), la investigación de tipo descriptiva, “es aquella que se orienta a recolectar información relacionada con el estado real de las personas, objetivos, situaciones o fenómenos, tal cual como se presentaron en el momento de su recolección, describe lo que se mide sin realizar inferencias ni verificar hipótesis” (p. 135).

Finalmente, el instrumento utilizado para medir el coeficiente de usabilidad de la versión beta se basó en SUS, quien fue desarrollado por Brooke (1996). Este instrumento, se aplicó a una población de 5 expertos; 3 expertos en el dominio del software que corresponde a la gamificación de entornos y 2 pacientes con discapacidad de hombro congelado, quienes,

a través de la escala de Likert de cinco niveles, expresaron un indicador (coeficiente) de calidad posterior a la evaluación de las funcionalidades de la aplicación 3D con Kinect para el entrenamiento en terapias de hombro congelado. 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 la puntuación total recogida por el cuestionario fue a través de: usabilidad de la aplicación 3D con Kinect para el entrenamiento en terapias de hombro congelado, complejidad de la aplicación 3D con Kinect para el entrenamiento en terapias de hombro congelado, asistencia de un experto, funcionalidad, consistencia de la aplicación 3D con Kinect para el entrenamiento en terapias de hombro congelado y confianza en el uso de la aplicación 3D con Kinect para el entrenamiento en terapias de hombro congelado.

Resultados

El propósito de la investigación fue desarrollar una aplicación 3D con Kinect para el entrenamiento en terapias de hombro congelado para pacientes quienes sufren de esta invalidez. El modelo utilizado fue el Agil Stage-Gate (Figura 4) en sus cuatro primeras fases desde una perspectiva de gestión de innovación sostenible, agrupando las dos fases iniciales de Idea y Caso de Negocio, la Fase de Desarrollo y la Fase de Pruebas.

Figura 4:
Modelo Ágil Stage-Gate.

Fuente: Cooper et al., (2016)

En las fases Idea y Caso de Negocios, se impulsó un brainstorming circunscribiendo variables como Instrucción Asistida por Computadora (CAI), discapacidad, transformación digital y cultura tecnológica, que concluyó en la planificación y diseño de un aplicativo ambientado en 3D con el accesorio Microsoft Kinect, para capturar los movimientos en entrenamiento de terapias de hombro congelado y posteriormente a través de filtros, lograr la ejecución correcta de este método de rehabilitación.

Sobre la Fase de Desarrollo, se desplegó el componente ágil de SCRUM basado en iteraciones, para conseguir el alcance del proyecto desde una perspectiva intuitiva, precisa e inmersiva. Esta fase, amalgamó las iteraciones de diseño del sistema, integración y Beta. Seguidamente, la fase de pruebas circundó todas las iteraciones durante el desarrollo incorporando pruebas unitarias de movimiento, de lógica y prueba de integración y despliegue para controlar la perfecta ejecución de las funcionalidades que exige este tipo de entrenamiento, en este punto, se contó con la participación de roles de SCRUM: product owner, scrum master, development team y verificador Beta. Como punto final, se ejecutó la prueba de usabilidad de la versión Beta para cuantificar el impacto en la experiencia de usuario.

Proceso de implementación de la innovación

Preliminares

La aplicación 3D con Kinect, se desarrolló con Unity versión 2018.3.14f1 en su edición estándar. Asimismo, se instaló el Kinect con MS-SDK v2 que provee al desarrollador de un conjunto de herramientas que permite al sistema operativo acceder a las funcionalidades del dispositivo periférico. Una vez instalados los controladores del Kinect, y luego de ser reconocido por el sistema operativo, se instaló el Kinect for Windows Developer Toolkit v1.8, herramienta contentiva de una serie de recursos que facilitan el desarrollo de aplicaciones basadas en Kinect junto con actualizaciones del SDK propias del paquete.

Iteración 1: Diseño del Sistema

En esta iteración, se diseñaron las interfases de usuario y las gráficas. Primeramente, se identificaron las gráficas y Modelo 3D que incorpora un avatar con sus articulaciones (joints) para desplegar movimientos, es entonces, cuando se seleccionaron las texturas y materiales para acondicionar ambos elementos. A continuación, se eligieron los objetos que contextualizaron las escenas, tales como las partículas, pistas de audio, texturas, materiales, estructuras y fondos para las interfaces de usuario, por último, se diseñó el sistema de proyección elevada de información (HUD), textos, menú principal, descripciones y mensajes de la aplicación. Con respecto al desarrollo narrativo, éste recreó un ambiente de relajación donde se dispusieron gráficas que guardan relación con el espacio (figura 5 y 6); estas imágenes fueron diseñadas para ser estáticas con respecto al modelo 3D, sin embargo, se establecieron parámetros de colisión respectivos para futuras actualizaciones. En suma, se exportaron todos los activos para ser integrados posteriormente.

Figura 5.

Escenario principal

Fuente: Elaboración propia (2019)

Figura 6.
Escenario principal

Fuente: Elaboración propia (2019)

La siguiente actividad en la iteración fue la relativa a los movimientos del recurso narrativo, para lo cual se hizo uso del modelo 3D (figura 7) que responde a los gestos del usuario frente al Kinect, en modo espejo. Este avatar inicial, cuenta con los 24 joints para desplegar movimiento, sin embargo, para efectos del proyecto, solo estableció movilidad de los miembros superiores e inferiores manteniendo el tronco en estado rígido, es decir, sin desplazamiento por el escenario. Para lograr lo anterior, se acondicionó el script “KinectManager”; software que se sitúa entre el sistema operativo y la aplicación (middleware, script de comunicación) para capturar los movimientos desde el dispositivo y transferirlos al modelo 3D de la aplicación. Asimismo, se acondicionó el script “AvatarControler”, que controla los puntos de lectura (joints) entre avatar y el Kinect, el script “SetSceneAvatars”, que instancia el “KinectManager” y luego envía los movimientos al avatar y por último, el script “SimpleGestureListener”, que evalúa los movimientos y ejecuta la mecánica de juego. Es de hacer notar, que los scripts antes mencionados para la dinámica de movimiento y mecánica de juego son propios del Kinect con MS-SDK v2.

Figura 7*Avatar 3D (Modelo 3D). Pose inicial*

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

Se desarrolló la dinámica de interacción de la aplicación incorporando el código “CountDownScript”, que temporiza la introducción de la aplicación, el código “ChangeSceneScript” para hacer el cambio entre escenas del menú principal al escuchar el clic de botón a través del Kinect y la mecánica que permite, a través de código programado en el “SimpleGestureListener” que implementa varias funciones: luego de evaluar la ejecución correcta del ejercicio, acumula puntos hasta un total de 10, asimismo, activa una pista de audio de “aplausos” como una referencia a la ejecución correcta de cada repetición del ejercicio y reinicia el entrenamiento para ser ejecutado por el otro miembro. La mecánica de juego desarrollada está basada en el sistema de recompensas, elemento importante debido a que marca las pautas de interacción con la aplicación. Una vez finalizado el acondicionamiento de scripts para captura, evaluación y mecánica del juego, se llevaron a cabo las pruebas unitarias correspondientes.

Iteración 2: integración

En esta iteración, se maquetaron las escenas que comprenden el desarrollo narrativo de la aplicación. Para ello, fueron incorporados todos los objetos de juego como son las gráficas, pistas de audio, modelo 3D, entre otros, así como los scripts de comunicación, movimientos, dinámica de interacción con la aplicación y mecánica de juego (figura 8). Una vez recreadas las escenas de la aplicación, se hicieron ajustes de estilo y forma con respecto a la iluminación, cámaras y elementos de audio, para completar un entorno 3D completo. Luego de la integración de todo el desarrollo narrativo, se desplegaron las pruebas de integración y generó el feature complete (Alfa) del proyecto.

Figura 8.
Escenario integrado

Fuente: Elaboración propia (2019)

Iteración 3: Beta

En esta última iteración, el verificador Beta desplegó las pruebas de regresión (smoke test) que determinaron los fallos en las funcionalidades de la aplicación, compilando finalmente un reporte de fallas que gestó un esquema de prioridades para llevar a cabo los ajustes pertinentes. Estos cambios, coincidieron con los objetivos propuestos inicialmente, finalizando en la entrega de la versión Beta del producto (content complete).

Finalmente, otra actividad desarrollada en esta iteración fue la prueba de usabilidad para determinar el coeficiente de impacto de la aplicación 3D con Kinect sobre el usuario final, a los fines de poder generar la versión final del software (Golden Master). En ese sentido, para estimar el umbral de impacto del uso de este tipo de tecnologías sobre el usuario final, fue de suma importancia la prueba de usabilidad propuesto por Brooke (1996). El coeficiente final de este indicador determina para el estudio el nivel de aceptación de las funcionalidades de la aplicación. A tales efectos, y en correspondencia con Nielsen (1993), se emplearon para esta prueba 5 expertos; 3 expertos en el dominio del software que corresponde a la gamificación de entornos y 2 pacientes con discapacidad de hombro congelado, de manera que se pudiera obtener una retroalimentación objetiva.

En la siguiente figura, se muestra la prueba de usabilidad de Brooke (1996) y seguidamente, los resultados obtenidos.

Figura 9.
Prueba SUS

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

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

Fuente: Elaboración propia (2019)

Luego del cálculo del coeficiente de usabilidad, la siguiente gráfica muestra los resultados siguientes:

Gráfica 1.
Resultados prueba SUS

Fuente: Elaboración propia (2019)

El coeficiente promedio resultante luego de la prueba de usabilidad SUS fue de 93, que evidencia la alta calidad y aceptación de la aplicación, lo que traerá consigo un impacto positivo sobre el usuario a la hora de desarrollar el entrenamiento en la terapia de hombro congelado, coincidiendo con el propósito de la investigación, que concierne al desarrollo de una aplicación 3D con Kinect para el entrenamiento en terapias de hombro congelado.

Conclusiones

El desarrollo de la aplicación 3D con Kinect, representa una alternativa tecnológica viable para el entrenamiento en terapias de hombro congelado. Este constante accionar, desde lo científico-tecnológico, acondiciona los espacios para el despliegue de novedosas

herramientas que mejoran la movilidad, integrando al especialista en fisioterapia y al paciente en actividades rutinarias con mayor comodidad. La implementación de este novedoso método, consiente la ejecución de horas de práctica continua, suministrando un ejercicio efectivo y eficiente de la técnica para este tipo de terapias que optimiza el entrenamiento, ofreciendo mayor dinamismo y estímulo sensorial, mayor grado de motivación y una nueva dimensión más social y humana de muy alto impacto.

Finalmente, se espera que estos instrumentos, desarrollados para ser sustentables en el tiempo, planteen estudios más profundos e iterativos para el logro de una suite que proporcione alternativas positivas ante tan importante flagelo mundial, como es la discapacidad físico-motora.

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

Alzate, M., López, L., y Velásquez, V. (2010). Una mirada de la rehabilitación desde la perspectiva de la profesión de enfermería. *Avances en Enfermería*, 28(1), 151-164. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avenferm/article/view/15665/18167>

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>

Bruce, M. (2009). Computer-Aided Instruction. *Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering*, 1-9. doi: <https://doi.org/10.1002/9780470050118.ecse935>

Brunner, J. (1971). Enfermería médico-quirúrgica. Principios y prácticas de la rehabilitación. 117-141.

Chavez, N. (2007). *Introducción a la investigación educativa /por Nilda Chavez Alizo Gráfica González.*

Cibeira, J. (1997). *Bioética y rehabilitación.* El Ateneo.

Cooper, R. (2016). Next in New-Product Development: Agil-Stage-Gate Hybrids. *CIMS Innovation Management Report*, pp 10-14. <http://www.bobcooper.ca/images/files/articles/0/8-Next-in-NPD.pdf>

Cooper, R., Kielgast, S., y Vedsmand, T. (2016). *INNOVATION MANAGEMENT.* E. Desk, Editor. <https://innovationmanagement.se/2016/08/09/integrating-agile-with-stage-gate/>

Giroux, S., y Tremblay, G. (2004). *Metodología de las ciencias humanas. La investigación en acción.* Fondo cultura económica.

Gonzalez, y Rodríguez. (2011). *Metodología de la investigación.* McGraw-Hill.

Molero, L., Ospina, P., Ayala, E., y Lozano, H. (2019a). Discapacidad motora y la rehabilitación desde los ambientes virtuales basados en kinect. En L. Molero Suarez, P. Ospina Rodriguez, E. Ayala Escobar, y H. Lozano Rojas, *Tendencias en la Investigación Universitaria: Una visión desde Latinoamérica.* (págs. 174-186). Bogotá Colombia: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.

Molero, L., Ospina, P., Quevedo, M., Montenegro, J., y Castiblanco, L. (2019b). Gaming, una estrategia para la rehabilitación de personas con discapacidad. En L. Molero Suarez, P. Ospina Rodriguez, M. Quevedo, J. Montenegro, y 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.

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering* vol. 1st edition. San Diego, CA, USA: Academic Press.

Reeves, B. (1974). The Natural History of the Frozen Shoulder Syndrome. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 193-196. doi:<https://doi.org/10.3109/03009747509165255>

Roglić, M., Bobić, V., Djurić-Jovičić, M., Djordjević, M., Dragašević, N., y Nikolić, B. (2016).

Serious gaming based on Kinect technology for autistic children in Serbia. *2016 13th Symposium on Neural Networks and Applications (NEUREL)*, (págs. 1-4). Belgrade. doi:doi: 10.1109/NEUREL.2016.7800105.

Ruttkay, Z., Zwiers, J., Welbergen, H., y Reidsma, D. (2006). Towards a Reactive Virtual Trainer. (Y. M. Gratch J., Ed.) *Intelligent Virtual Agents. IVA 2006. Lecture Notes in Computer Science, 4133.* doi:https://doi.org/10.1007/11821830_2

Smisek, J., Jancosek, M., y Pajdla, T. (2013). 3D with Kinect. Consumer Depth Cameras for Computer Vision. *Advances in Computer Vision and Pattern Recognition.* Springer, 3-25. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4640-7_1

Zhang, Z. (2012). Microsoft Kinect Sensor and Its Effect. *IEEE MultiMedia*, 19(2), 4-10.