



# Realidad virtual en Neurorrehabilitación: Accidente Cerebro Vascular

Lic. En Kinesiología y fisiatría  
Pietrasanta rocio  
Tutora: Lic. Lino María Belén  
Tesina  
Área temática: Neurorrehabilitación  
2023

Catedra TIF:  
Prof. Titular: Lic. Iglesias Agustina  
Prof: Lic. Tonin, María Gisela  
Prof: Lic. García, Rocio Pilar  
Prof: Lic. Argento Bianca  
Prof: Lic. Gaggini María de los Ángeles



“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total en una victoria completa. ” Mahatma Gandhi



## Agradecimientos

A mi mamá, Mario y papá, por permitirme y brindarme la posibilidad de poder estudiar y formarme profesionalmente en esta carrera que amo, acompañarme incondicionalmente en cada paso que doy.

A mi hermana, abuelos, tía y familia por acompañarme siempre y motivarme a seguir diariamente en este camino.

A mis amigos de siempre y los que me dio la facultad, sobre todo, por acompañarnos diariamente y ayudarnos mutuamente a lograr nuestros objetivos y seguir creciendo juntos.

A los colegas que me han brindado sus conocimientos y me han inspirado a seguir creciendo y formándome día a día.



**Resumen:** La realidad virtual aplicada a la neurorrehabilitación se refiere al uso de entornos y tecnologías de realidad virtual (RV) para ayudar en el proceso de rehabilitación de pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular. En esencia, combina las ventajas de la tecnología de realidad virtual con los objetivos de la rehabilitación neurológica para mejorar la recuperación funcional, el aprendizaje motor y la calidad de vida de los pacientes. En este contexto, la realidad virtual proporciona un entorno simulado e interactivo que puede adaptarse específicamente a las necesidades y capacidades individuales de los pacientes.

**Objetivos:** analizar la percepción de los kinesiólogos sobre los beneficios de la rehabilitación con realidad virtual en las secuelas producidas y en el aprendizaje motor en pacientes post accidente cerebro vascular en consultorios de neurorrehabilitación en la ciudad de Mar del Plata en 2023.

**Materiales y Métodos:** esta investigación tiene un enfoque de tipo cuantitativo, el alcance de esta investigación es descriptivo y el diseño es no experimental y transversal, ya que los datos fueron recopilados en un momento único. Se encuestaron 20 kinesiólogos, es una muestra de tipo no probabilística y el método de selección será por conveniencia, ya que se seleccionan los casos que son útiles para la muestra en cuestión.

**Resultados:** Los Licenciados en Kinesiología y Fisiatría reconocen la realidad virtual como una herramienta prometedora en la rehabilitación post accidente cerebrovascular. Perciben que la realidad virtual puede mejorar la motivación y el compromiso de los pacientes en el proceso de rehabilitación. Además, señalan que la realidad virtual podría facilitar la recuperación de habilidades motoras y el aprendizaje de nuevas destrezas.

**Conclusiones:** En este estudio, se evidencia que los profesionales de la kinesiología y fisiatría en Mar del Plata valoran positivamente la rehabilitación con realidad virtual en pacientes post accidente cerebrovascular. Los beneficios percibidos incluyen una mayor participación del paciente en el tratamiento y el potencial para mejorar la recuperación de habilidades motoras.

**Palabras clave:** realidad virtual, habilidades motoras, rehabilitación, ACV y neurorrehabilitación



**Abstract:** Virtual reality applied to neurorehabilitation refers to the use of virtual reality (VR) environments and technologies to assist in the rehabilitation process of patients who have suffered a stroke. In essence, it combines the advantages of virtual reality technology with the objectives of neurological rehabilitation to improve functional recovery, motor learning and quality of life of patients. In this context, virtual reality provides a simulated and interactive environment that can be specifically tailored to the individual needs and capabilities of patients.

**Objectives:** to analyze the perception of kinesiologists about the benefits of rehabilitation with virtual reality in the consequences produced and in motor learning in post-stroke patients in neurorehabilitation clinics in the city of Mar del Plata in 2023.

**Materials and Methods:** this research has a quantitative approach, the scope of this research is descriptive and the design is non-experimental and transversal, since the data were collected at a single moment. 20 kinesiologists were surveyed, it is a non-probabilistic sample and the selection method will be for convenience, since the cases that are useful for the sample in question are selected.

**Results:** Graduates in Kinesiology and Physiatry recognize virtual reality as a promising tool in post-stroke rehabilitation. They perceive that virtual reality can improve patients' motivation and commitment in the rehabilitation process. In addition, they point out that virtual reality could facilitate the recovery of motor skills and the learning of new skills.

**Conclusions:** In this study, it is evident that kinesiology and physiatry professionals in Mar del Plata positively value rehabilitation with virtual reality in post-stroke patients. Perceived benefits include increased patient engagement in treatment and the potential to improve motor skill recovery.

**Keywords:** virtual reality, motor skills, rehabilitation, stroke and neurorehabilitation



## Índice

Justificación.....	7
Introducción.....	10
Marco teórico.....	13
Capítulo 1.....	13
Capítulo 2.....	24
Diseño Metodológico.....	35
Análisis de Datos.....	41
Conclusión.....	51
Referencias.....	53



Justificación



El accidente cerebro vascular (ACV) es una condición que genera un gran impacto en la vida del paciente, así como también en la de su familia o red de apoyo, *“globalmente es la principal causa de mortalidad y discapacidad, implicando grandes costos sustanciales para la rehabilitación y el cuidado post ACV”* (Gbstrokecollaborator, 2016. Párr.3)<sup>1</sup>.

Dentro de esta patología, es sabido que las personas que sobreviven a un ACV frecuentemente presentan alteraciones en el control motor, produciendo como consecuencia trastornos en el equilibrio, el control postural y la movilidad, afectando a la propiocepción. Estos aspectos nombrados anteriormente, son muy importantes al tener en cuenta el grado de independencia del paciente, ya que influyen en la capacidad del individuo de poder desarrollarse en la sociedad y poder cumplir un rol en la misma (Ling, 2016)<sup>2</sup>.

Es por eso que continuamente se buscan nuevas terapias de abordaje que sean efectivas para el tratamiento y la rehabilitación de las secuelas producidas, para lograr que el paciente pueda mantener y mejorar su calidad de vida, con independencia funcional en sus actividades de la vida diaria y en las diferentes áreas de participación laboral, educativa y recreativa, siendo estos, los principales objetivos en la rehabilitación neurológica (Bohan, 2020).

A pesar de que la terapia convencional basada en la evidencia es la opción elegida para el tratamiento y rehabilitación de esta patología, se ha demostrado la importancia de complementar la rehabilitación a través de los dispositivos virtuales. La realidad virtual surge como una terapia novedosa y reciente, permitiéndole al paciente, al interactuar con un dispositivo, la inmersión en un entorno virtual, seguro, motivador y agradable, en donde los individuos, puedan potenciar sus habilidades motoras y cognitivas, logrando como Lic. en kinesiología y fisioterapia abordar las secuelas producidas a través de la observación, la repetición de movimientos y el aprendizaje motor (Sevgi, 2018).

Sumado a esto, como expresa Laver (2017)<sup>3</sup>, en esta forma de terapia se presentan entornos y objetos virtuales que brindaran a los pacientes un feedback, a través de dispositivos utilizados en la cabeza, en sistemas de proyección y en la pantalla, lo cual genera mayor motivación y adherencia al tratamiento. Esta retroalimentación brindada permite al usuario, aprender a través de la práctica, ensayo y error, logrando una representación mental sobre cómo se debe de realizar cada movimiento, comprendiendo el orden de los sucesos y pasos a seguir, generando así, el aprendizaje y el re-entrenamiento de estas funciones

---

<sup>1</sup> Este artículo brinda un método sistemático y comparable para cuantificar la pérdida de salud por enfermedad, edad, sexo, año, con el fin de proporcionar información a los sistemas de salud y a los responsables de la formulación de políticas sobre ACV

<sup>2</sup> Estas alteraciones en el control postural y el equilibrio pueden afectar negativamente a la marcha y por lo tanto aumentar el riesgo de caídas, limitando las avd's

<sup>3</sup> La realidad virtual permite practicar tareas funcionales de forma simulada en dosis más altas que la terapia convencional



motoras y cognitivas afectadas por la lesión cerebral producida durante el accidente cerebro vascular.

Como problema de investigación se establece la siguiente pregunta:

¿Cuál es la percepción de los Lic. en kinesiología y fisioterapia sobre los beneficios de la rehabilitación con realidad virtual en las secuelas producidas y en el aprendizaje motor en pacientes post accidente cerebro vascular en consultorios de neurorrehabilitación en la ciudad de Mar del Plata en el año 2023?

Por esta razón, con esta investigación se busca como objetivo general analizar la percepción de los kinesiólogos sobre los beneficios de la rehabilitación con realidad virtual en las secuelas producidas y en el aprendizaje motor en pacientes post accidente cerebro vascular en consultorios de neurorrehabilitación en la ciudad de Mar del plata en 2023.

En cuanto a los objetivos específicos:

Determinar la percepción de los kinesiólogos sobre los beneficios de la rehabilitación con realidad virtual en las secuelas post ACV

Indagar sobre la percepción de los kinesiólogos en el desarrollo del aprendizaje motor en la rehabilitación de estos pacientes

Y, por último, evaluar el conocimiento actual de los Licenciados en Kinesiología y Fisioterapia en la ciudad de Mar del Plata sobre la rehabilitación con realidad virtual en pacientes post accidente cerebrovascular, incluyendo su comprensión de los principios y beneficios de esta técnica.



# Introducción



El accidente cerebrovascular se encuentra en el tercer lugar entre las patologías causantes de muerte y es la primera en presentar secuelas y discapacidad, epidemiológicamente en el 80% de los casos se presentan accidentes isquémicos y el porcentaje restante corresponde a accidentes hemorrágicos, los cuales requieren que se implementen importantes protocolos sistematizados para disminuir los tiempos de atención, morbilidad y mortalidad (Pigretti,2019)<sup>4</sup>.

Como una forma de abordaje, innovadora y funcional, surge la realidad virtual (RV) como una técnica única en rehabilitación. Creada en el año 1962 por Morton Heiling, es definida como un sistema que le permite al usuario interactuar con múltiples imágenes y sonidos en un entorno virtual. Se ha convertido en una intervención clínica de rehabilitación a través de mecanismos terapéuticos potenciales, que incluyen movimientos repetitivos orientados a una tarea, mecanismos de retroalimentación y simulación. Sumado a esto, se pueden utilizar diferentes métodos para trabajar sobre las distintas habilidades motoras: como por ejemplo sobre la motricidad gruesa, en la cinta de correr, también sobre la motricidad fina, a través de ejercicios de manipulación virtual de objetos y por último, realizando varias actividades utilizando plataformas de juegos individuales para mejorar la calidad de vida (Qi-Fan Guo, 2022)<sup>5</sup>.

Como sostienen Levac et al. (2016)<sup>6</sup> a medida que los pacientes realizan la rehabilitación, debido a las múltiples secuelas producidas por la lesión cerebral, como son la mano hemipléjica, los trastornos de la marcha y el equilibrio, la alteración del control postural, espasticidad, entre otros, necesitan re-aprender sobre el control voluntario de la musculatura, es por eso, que se buscan continuamente nuevas estrategias terapéuticas que promuevan la neuroplasticidad y el aprendizaje motor, de tal manera que el paciente logre adquirir este control de una forma efectiva y segura. La realidad virtual orientada a la neurorrehabilitación es una intervención basada en el aprendizaje motor.

El aprendizaje se incrementa a medida que las tareas son más significativas, específicas, repetitivas y si su dificultad e intensidad aumentan y prevalecen en el tiempo. Los sistemas virtuales brindan la posibilidad de desarrollar sistemas adecuados a las necesidades de cada paciente, y en los cuales esta dificultad e intensidad se puede ir modificando para ser

---

<sup>4</sup> Esta información corresponde al consenso sobre el accidente cerebrovascular isquémico agudo, el cual desarrollo y detallo como es la correcta atención del paciente en la fase pre-hospitalaria, la primera evaluación en emergencias, las diferentes terapias de recanalización, la craniectomía descompresiva, neuroimágenes y por último los cuidados clínicos durante la internación.

<sup>5</sup> Este estudio bibliométrico busca seguir interiorizando en el estudio de la aplicación de la realidad virtual en la neurorrehabilitación en múltiples países como Estados Unidos y la Unión Europea.

<sup>6</sup> Las conclusiones de este artículo, revelaron que los entornos virtuales desarrollados mediante los dispositivos de realidad virtual, presentan plataformas distintivas para entender la complejidad del aprendizaje de nuevas habilidades para luego ser transferidas a la realidad.

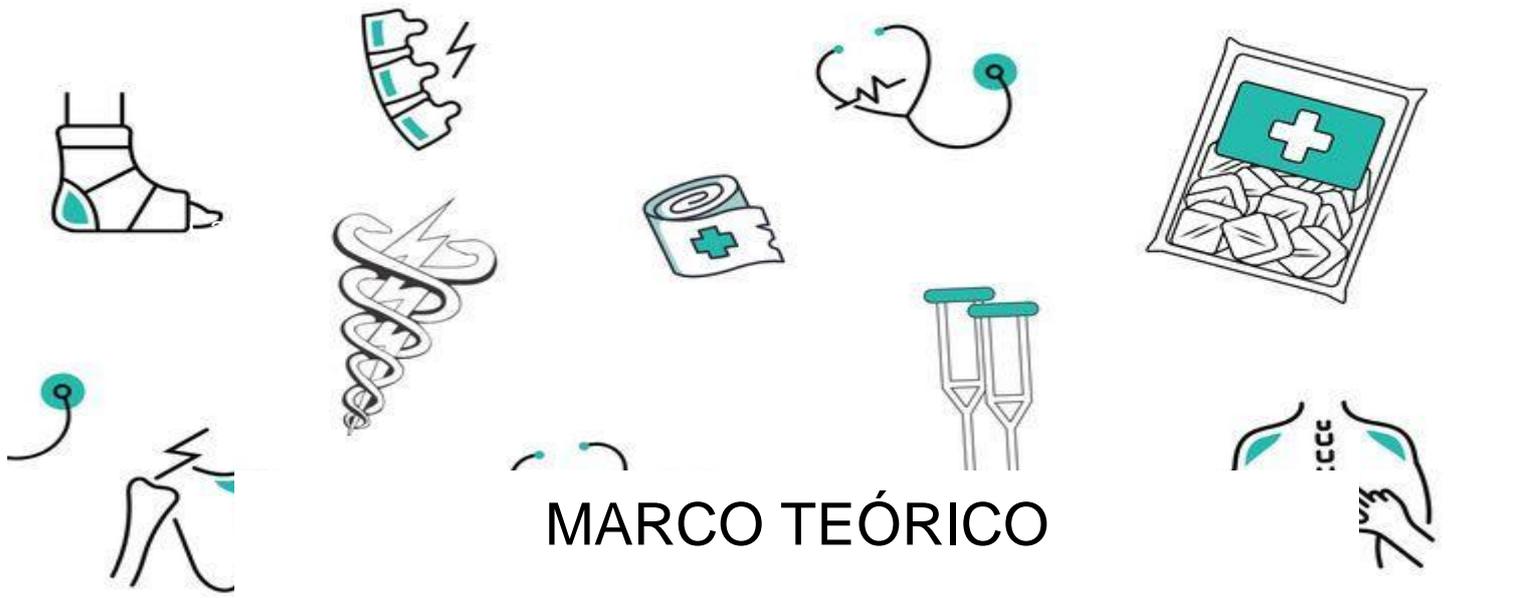


más adecuado según los criterios de rehabilitación, posibilidades y aprendizaje que se requieran en cada uno de los usuarios (Voinescu, Sui, Stanton, 2021)<sup>7</sup>.

A partir de esto, se realizará un análisis exhaustivo sobre los beneficios que presenta la utilización de la realidad virtual en cada una de las secuelas que presentan los pacientes luego de un accidente cerebrovascular, teniendo en cuenta la percepción de los Lic. en Kinesiología y fisioterapia para poder comprender el desarrollo de las mismas y también cómo se realiza a través de ese abordaje terapéutico la promoción de estrategias de aprendizaje motor y neuroplasticidad para la recuperación funcional y cognitiva de estos pacientes, buscando también comprender cuál es el punto de vista de los kinesiólogos según su experiencia acerca de estas intervenciones.

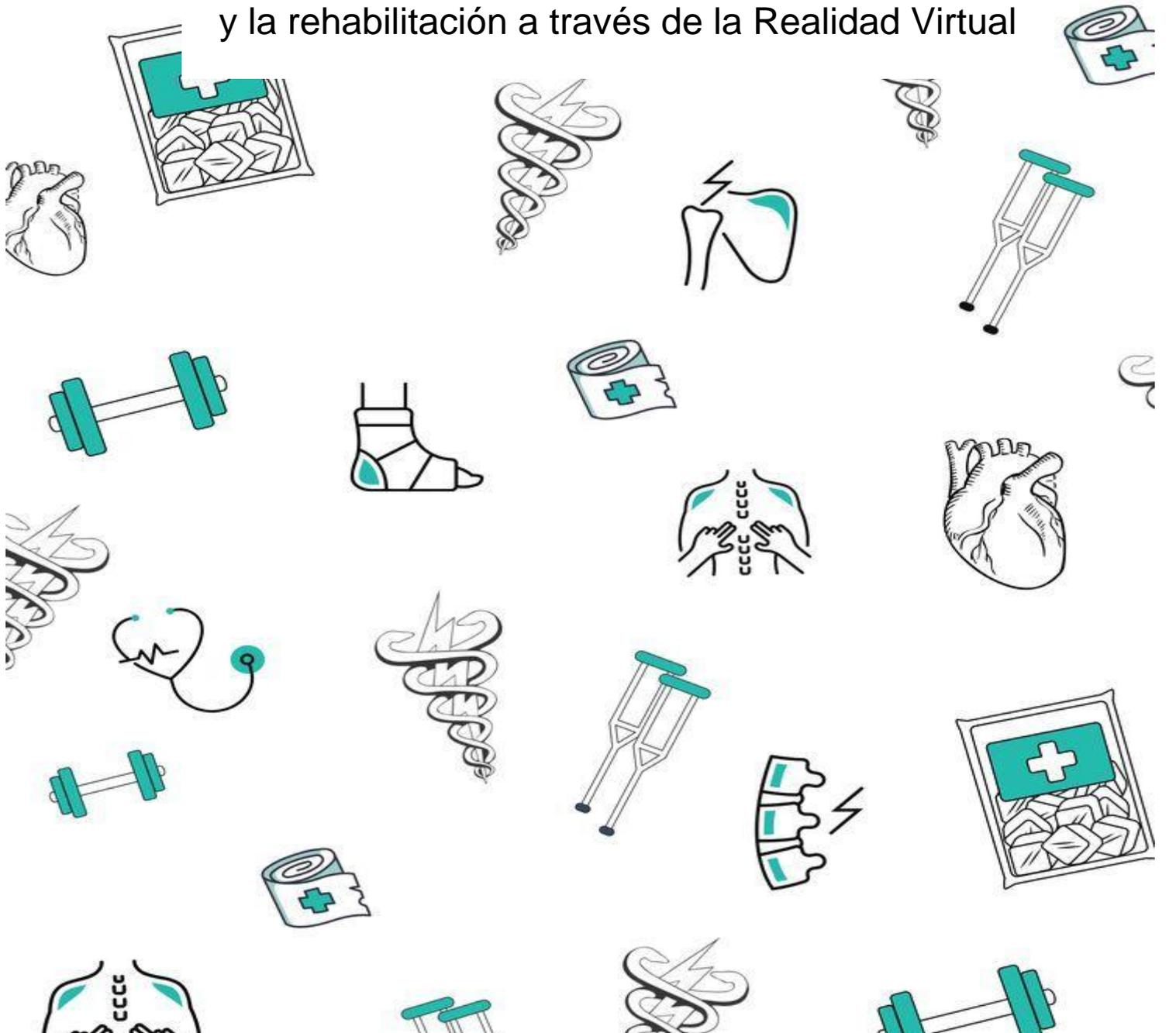
---

<sup>7</sup> Alexandra Voinescu es profesora en el departamento de psicología de la universidad de Bath, ha realizado múltiples investigaciones en aspectos relacionados a la Interacción hombre-computadora (The CREATE Lab)



# MARCO TEÓRICO

## Capítulo 1: Fisiología de las secuelas post ACV y la rehabilitación a través de la Realidad Virtual





La realidad virtual se caracteriza por tener la capacidad de simular un entorno real creado por un ordenador, el cual a través de una interfaz hombre-máquina, permite a los usuarios interactuar con distintos objetos o elementos, que le facilitaran el desarrollo de una actividad determinada dentro de ese escenario de simulación. Estos ambientes y objetos virtuales creados, le brindan al paciente un real feedback visual, a través de pantallas y sistemas de proyección, así como también feedbacks auditivos, táctiles, olfativos y de movimiento. Al hablar de realidad virtual, existen diferentes interfaces para que la persona pueda interactuar con el entorno virtual, estas engloban desde dispositivos comunes como un mouse, teclado o joystick, hasta dispositivos mucho más complejos que poseen sistemas de captura de movimientos y también dispositivos hápticos, los cuales proporcionan un feedback táctil al usuario, brindándole una sensación de estar manipulando en objetos reales, de este modo se expone que la háptica es una ciencia que le brinda la oportunidad a los pacientes percibir la presencia de objetos tridimensionales en un ambiente virtual (Viñas-Diz y Sobrido-Prieto, 2015)<sup>8</sup>.

Esta forma de terapia alternativa, se encuentra en estrecha relación con dos conceptos fundamentales, el de inmersión y el de presencia. Por un lado, cuando se habla de inmersión se hace referencia a la percepción de los usuarios sobre la intensidad con la que reconocen estar dentro de un entorno virtual o en el mundo real, esto está íntimamente relacionado con el diseño y desarrollo de los softwares y hardwares utilizados. Por otro lado, al hablar de presencia, se refiere a la experiencia subjetiva de los usuarios, que dependerá de las características del sistema de realidad virtual, la tarea virtual y las singularidades de cada paciente. La percepción se caracteriza entonces por la sensación del usuario de considerarse presente, los pacientes exponen sentirse o estar en un mundo virtual (Laver,2017).

Siguiendo con estos conceptos, los ambientes virtuales pueden variar según el grado de inmersión que le brindan al usuario, se presentan dos tipos de sistemas o dispositivos de realidad virtual, uno de ellos son los sistemas inmersivos, dentro de los cuales los usuarios están completamente integrados en el ambiente virtual, a través de la observación única de las imágenes que son generadas por el ordenador y bloqueando el resto del entorno físico. Por otro lado, se encuentran los sistemas de Realidad Virtual semi inmersivos o no inmersivos, en estos dispositivos los usuarios perciben una parte del mundo real y una parte del mundo y/o entorno virtual, es decir no existe una inmersión total en el entorno virtual por parte del usuario (Viñas-Diz y Sobrido-Prieto, 2015).

La realidad virtual presenta múltiples beneficios en cuanto a la rehabilitación de las secuelas que presentan los pacientes sobrevivientes a un ictus, a través de este abordaje

---

<sup>8</sup> La mayoría de los estudios analizados por estos autores demuestran que el objetivo de la Realidad Virtual en el tratamiento es la rehabilitación motora buscando mejorar las capacidades funcionales de los pacientes.



terapéutico, los pacientes pueden realizar actividades en entornos enriquecidos donde atraviesan situaciones realistas y significativas para ellos, con la posibilidad de interactuar con los mismos y brindándoles una mayor motivación al momento de realizar el tratamiento. A su vez, la realidad virtual permite adecuar los entornos virtuales a cada una de las necesidades y posibilidades de cada paciente, según intensidad, dificultad, tareas a llevar a cabo, entre otras, logrando ser una terapia individualizada y adaptada a los pacientes y a los objetivos que se quieren lograr (QI-Fan.et.al, 2022)<sup>9</sup>.

Una de las principales ventajas que ofrece la realidad virtual, es el feedback, el cual puede ser visual, auditivo y/o táctil, estos se van generando a medida que se desarrollan los sistemas virtuales y el paciente interactúa con ellos, este concepto es considerado un pilar fundamental para el aprendizaje motor, ya que facilita la auto-corrección e integración de la información, a través de lo cual el paciente es capaz de tomar conciencia sobre la tarea que está realizando y comprende la acción a medida que la lleva a cabo, entendiendo cómo se debe hacer y cuáles son los pasos que debe seguir para lograr el objetivo. Finalmente, es un medio que ofrece entornos enriquecidos, promoviendo efectos positivos en el desarrollo de actividades cognitivas y motoras (Voinescu, Sui, Staton, Fraser, 2021)<sup>10</sup>.

Sumado a esto, como expone Laver (2017)<sup>11</sup> la realidad virtual, a diferencia de la terapia convencional, permite simular e incrementar la dosificación de la práctica de actividades dentro de un tratamiento. Por consiguiente, la intervención con realidad virtual presenta múltiples ventajas, ofreciendo a los usuarios la posibilidad de realizar tareas orientadas a cumplir objetivos y actividades que requieran repetición, dos pilares fundamentales en la neurorrehabilitación. Gracias al entrenamiento y la práctica realizada en estos entornos nombrados anteriormente, la terapia virtual resulta en un aprendizaje de nuevas habilidades que les permiten a los pacientes tener una mejor capacidad de resolución y desempeño en las tareas funcionales, fomentando el desarrollo de nuevas habilidades motoras y potenciando las habilidades ya adquiridas, a diferencia de lo que sucedería en entornos normales.

Asimismo, una de las mayores ventajas de la realidad virtual, sobre todo en el campo de la neurorrehabilitación, es la posibilidad de realizar actividades que generalmente pueden

---

<sup>9</sup> Este estudio expone la importancia que tuvo la realidad virtual en la situación de emergencia sanitaria en el año 2020, a través de la telemedicina y otras herramientas terapéuticas virtuales.

<sup>10</sup> Este estudio demostró que la realidad virtual es un método terapéutico seguro, solo pocos estudios demostraron efectos adversos relacionados con dolores de cabeza o problemas de equilibrio.

<sup>11</sup> La evidencia de neuroplasticidad como resultado del entrenamiento en realidad virtual es modesta; sin embargo, los hallazgos de neuroimagen están guiando el desarrollo de la realidad virtual. Dos estudios han demostrado que las mejoras funcionales después del entrenamiento con realidad virtual fueron paralelas con una lateralización de la activación neural desde la activación sensoriomotora contralesional antes del entrenamiento, hasta una representación ipsilesional después del entrenamiento.



ser peligrosas para estos pacientes en el mundo real, ya que la terapia virtual brinda la posibilidad de llevarlas a cabo en entornos simulados y adaptados a sus objetivos, permitiéndoles desempeñarse en el ambiente seguro del consultorio, a través de la práctica para luego desempeñarse de forma segura en su vida cotidiana (Fu, Knustson y Chae, 2016)<sup>12</sup>.

Los sistemas de realidad virtual cumplen con los principios de la neurorrehabilitación, los cuales engloban un mayor tiempo de práctica, a través del entrenamiento repetitivo, mayores dosis e intensidad en los entrenamientos, una práctica que sea estructurada y específica para lograr objetivos, la consecución de las actividades de la vida diaria o el entrenamiento de habilidades, también la estimulación multisensorial, la constante variabilidad en la práctica, el aumento de la dificultad, el tratamiento individualizado, feedback explícitos e implícito y las representaciones a través de avatares, logrando, mediante estos factores, un entrenamiento inmersivo. Por último, la motivación brindada al paciente para que utilice el miembro afectado (Rodríguez-Hernandez. et.al, 2023)<sup>13</sup>.

Gracias a las constantes investigaciones y avances tecnológicos que brindan la posibilidad de utilizar la realidad virtual como un elemento más de la terapia física y de la neurorrehabilitación, hoy en día, se conoce que esta terapia es factible de ser utilizada en la rehabilitación de los pacientes que han sobrevivido a un accidente cerebro vascular, estas personas, con frecuencia experimentan secuelas sensoriales, motoras y cognitivas que conducen a dificultades en la marcha, el control del equilibrio, el control motor y el consecuente riesgo de caída asociado a la alteración postural. Es por eso que el ictus, es una de las principales causas de muerte y discapacidad, a pesar de que un tercio de las personas que sufren un ACV morirán, muchos vivirán su vida con alguna secuela o discapacidad (Saposnik.et.al, 2014)<sup>14</sup>.

Mansfield, Inness y Mcilroy (2018)<sup>15</sup> definen al ACV como un déficit neurológico producido por una lesión focal aguda del sistema nervioso central, esta lesión es producto de una causa de origen vascular, que se caracteriza por la presencia de infarto cerebral, hemorragia intracerebral o hemorragia subaracnoidea. El ACV, se puede clasificar en dos subgrupos, primeramente, se encuentra el ACV isquémico, el cual corresponde al 85% de los casos que se presentan en el sistema sanitario, es ocasionado por una disminución transitoria

---

<sup>12</sup> La realidad virtual sirve para el tratamiento de la heterogeneidad que presenta el accidente cerebrovascular promoviendo la combinación de terapias necesarias para disminuir el impacto de las secuelas en los pacientes.

<sup>13</sup> A partir de esto, la neurorrehabilitación a través de los sistemas de realidad específicos permite trabajar en un camino funcional y con objetivos específicos de intervención, a su vez estos sistemas permiten evaluar y documentar el progreso durante las sesiones.

<sup>14</sup> Se determinó que para el paciente post acv, la terapia a través de WII representa una terapia segura y potencialmente efectiva, facilitando la rehabilitación y promoviendo la recuperación funcional

<sup>15</sup> Los factores de riesgo del ACV son: tabaquismo, sedentarismo, mala alimentación, hipertensión arterial, obesidad, entre otros.



o permanente del flujo de sangre hacia el territorio de la arteria cerebral, a consecuencia de una oclusión por un evento de origen embólico, hemodinámico o trombótico.

Esta isquemia puede causar daño cerebral a través de la activación de la cascada isquémica, que constituye una serie de procesos neuroquímicos complejos, en el cual intervienen un conjunto de mecanismos que incluye la falla de la bioenergética celular debido a hipoperfusión cerebral focal, excitotoxicidad, estrés oxidativo, disfunción hematoencefálica, lesión microvascular, activación hemostática, inflamación postisquémica y, finalmente, muerte de neuronas, glía y endotelio. El daño ocasionado dependerá de la duración, la severidad y la localización de la isquemia, presentándose como un Accidente cerebral isquémico transitorio (AIT) o como un infarto cerebral.

El segundo subgrupo corresponde al ACV hemorrágico, el cual implica la presencia de sangre ya sea en el parénquima cerebral, en el interior de los ventrículos cerebrales o en el espacio subaracnoideo, es producto de una ruptura de la pared vascular en algún punto del árbol encefálico. Se distinguen tres tipos de hemorragias según la localización de la misma. Por un lado, se encuentra la hemorragia parenquimatosa, la cual consiste en la colección hemática producida por una ruptura ventricular espontánea localizada en el interior del parénquima encefálico. Luego la hemorragia subaracnoidea, en la cual la extravasación de sangre se encuentra en el espacio subaracnoideo encefálico, y finalmente la hemorragia cerebral, que corresponde al vertido hemático secundario a una rotura vascular localizada en el interior del cerebro (Fustinoni, 2014)<sup>16</sup>.

Las secuelas post accidente cerebro vascular son heterogéneas, generalmente los pacientes pueden experimentar, según el área cerebral lesionada, problemas en la comprensión y expresión del lenguaje, también disfunción somatosensorial, desórdenes visuales y perceptivos y deficiencias cognitivas y motoras, junto con una disminución de la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria y las consecuentes restricciones en la participación en la sociedad. Sumado a esto, debido a la organización cerebral, el hemicuero contralesional siempre se verá más afectado, lo que llevará a una hemiparesia, como exponen Levin Y Demers (2020)<sup>17</sup>, esta se caracteriza por una disfunción en la capacidad de los pacientes para realizar el reclutamiento de la musculatura agonista, junto con la existencia de una inapropiada e involuntaria activación de la musculatura y concomitante espasticidad, consecuentemente, habrá una co-contracción inapropiada y/o anormal de la musculatura, debilidad y cambios locales en las distintas fibras musculares.

---

<sup>16</sup> El accidente cerebrovascular se puede presentar de forma asintomática, expresado clínicamente como: daño cerebral focal, demencia vascular y encefalopatía hipertensiva o asintomática, la cual no presenta síntomas cerebrales o retinianos pero que ha producido algún daño vascular demostrable.

<sup>17</sup> El paciente ACV, sufre déficits en la capacidad de aislar el movimiento de las articulaciones, así como también combinarlas.



En cuanto a la función sensoriomotora, al tener cierto control por parte de las regiones cerebrales bilaterales, no se producirá estrictamente una mayor alteración en el lado contralesional, sino que los pacientes pueden presentar clínicamente un deterioro sensoriomotor bilateral, o un deterioro sensoriomotor más acentuado en el lado ipsilesional del cuerpo (Sand et.al, 2013).

A partir de esto, se comenzará a abordar de forma individual a cada una de las secuelas que presentan estos pacientes y como se puede utilizar a la realidad virtual como estrategia terapéutica para llevar a cabo la rehabilitación.

Una de las secuelas más invalidantes para los pacientes post ACV son los trastornos del equilibrio y el control postural, estos conducen a importantes limitaciones y restricciones que conllevan a un gran impacto al momento de realizar una actividad, ya que, por estas dificultades, aumenta notablemente el riesgo de caídas en estos pacientes, así como también la concomitante pérdida progresiva de la independencia. (Mansfield, Inness y Mcilroy, 2018).

Por un lado, se define al equilibrio como aquel elemento fundamental, que supone la habilidad de regular la relación entre el centro de masas y la base de sustentación, asimismo, tener la capacidad de mantener esta relación durante la bipedestación y/o el desplazamiento (Chen. et.al, 2016)<sup>18</sup>.

Como expone Bellver (2019)<sup>19</sup> El equilibrio requiere de una compleja interacción tanto del sistema musculoesquelético como neural, esto se produce gracias a la información proveniente de los sistemas sensoriales, es decir los sistemas visual, vestibular y propioceptivo. Llegará a la corteza motora la información específica sobre la orientación postural y el entorno, a partir de esto, la información será interpretada e integrada por el sistema nervioso central, generando el esquema corporal, gracias a ello el cerebro desarrollará estrategias motoras que serán rápidamente generadas para lograr movimientos apropiados para mantener la postura.

Por otro lado, se define al control postural como *"el control de la posición del cuerpo en el espacio con el doble propósito de estabilidad y orientación"* (Rodríguez, Jimenez y Paeth, 2017. PP.117-125)<sup>20</sup>, este concepto abarca diferentes aspectos que se pueden abordar a través de la realidad virtual, ya que incluye la estabilidad en posiciones estables, la percepción de la orientación espacial, el alineamiento corporal y las respuestas a estímulos de origen sensorial o mecánico.

---

<sup>18</sup> Se requieren nuevas investigaciones acerca de la eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación del equilibrio en paciente con ictus en estadios agudos o subagudos.

<sup>19</sup> Los componentes del aparato del equilibrio son: el oído interno, el cerebro, la visión, los músculos y las articulaciones.

<sup>20</sup> Se define estabilidad como: la capacidad de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación y orientación postural como: habilidad de mantener una correcta relación entre los distintos segmentos del cuerpo y el entorno.



Como se expuso anteriormente, es muy común en esta población encontrar problemas asociados a estos trastornos del equilibrio, como son los trastornos en la marcha y el paso, lo cual lleva a una reducción de la actividad ambulatoria, al sedentarismo y el deterioro de la calidad de vida, aumentando a su vez la morbimortalidad. Uno de los principales objetivos de la rehabilitación de estos pacientes, es tratar estas alteraciones del equilibrio y sus consecuencias aparejadas, para que el individuo pueda ser un deambulador comunitario y logre reinsertarse en la sociedad. Es requisito para formar parte de este concepto, que el paciente disponga de una total independencia y movilidad fuera de su casa, y que pueda lidiar con los diferentes estímulos ambientales, obstáculos, entre otros (Gutiérrez, Medina y López, 2020)<sup>21</sup>.

En una reciente investigación científica, Ling (2016)<sup>22</sup> expone que la realidad virtual posee el potencial de ser una herramienta que brinda múltiples mejoras en estos trastornos del equilibrio, del paso y la marcha, ya que permite desarrollar actividades relacionadas con ejercicios de entrenamiento del equilibrio, actividades en cinta de correr para trabajar el paso y la marcha, así como también trabajar sobre los componentes del paso y el ROM de las distintas articulaciones que intervienen en esta actividad.

Los resultados de las intervenciones con RV son alentadores, como en el estudio de Darekar (2015)<sup>23</sup>, en el cual los pacientes presentaban múltiples mejoras después de los programas de rehabilitación virtual, los profesionales observaron una mayor simetría de los miembros inferiores, mejoras en el equilibrio durante las actividades de transferencia de peso de un miembro al otro, significantes mejoras en la escala del equilibrio de Berg (BBS), también un aumento en el ROM de las articulaciones del tobillo, rodilla y cadera, una mayor velocidad de paso y finalmente mejoras en la cadencia, longitud de paso, zancada y simetría. Estos resultados fueron evaluados a través de diferentes escalas y test, como es el caso de la Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud (CIF), La escala del equilibrio de Berg (BBS), el test timed up and go, 6-minute walk test, la escala de valoración funcional de la marcha, así como también los parámetros del paso, es decir, ancho de paso, longitud, cadencia, zancada entre otros.

El programa utilizado en el estudio de Cho.et.al (2013)<sup>24</sup>, para rehabilitar la marcha se denomina Virtual Walking Training, en el cual se utiliza un video sobre la vida real, donde se

---

<sup>21</sup> La valoración funcional de la marcha es uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta por parte de los kinesiólogos en pacientes con ACV.

<sup>22</sup> El entrenamiento con RV puede ser una herramienta importante para trabajar el equilibrio en los hogares de los pacientes, disminuyendo la dependencia hacia el terapeuta y promoviendo la independencia del paciente.

<sup>23</sup> Escala del equilibrio de berg es un instrumento validado y relevante utilizado para evaluar el equilibrio tanto estático como dinámico

<sup>24</sup> Las investigaciones demostraron a través de las imágenes cerebrales que las intervenciones a través de la realidad puede inducir a la reorganización cortical y al sistema locomotor.



incluyen terrenos llanos, con obstáculos, con distintos niveles del suelo, entre otros. El paciente caminando sobre una cinta de correr, a una determinada velocidad, debe tolerar determinada cantidad de tiempo y superar los obstáculos y las tareas indicadas, mientras los profesionales evalúan los parámetros anteriormente mencionados. Se ha evidenciado, a través de este estudio, que este programa genera grandes beneficios en el equilibrio dinámico en pacientes con accidente cerebrovascular crónico, sumado a la motivación que genera en los usuarios favoreciendo a la práctica voluntaria de esta actividad, generando una mayor autoconfianza en los pacientes al momento de deambular en ámbitos comunitarios.

Otra de las principales secuelas que presentan los pacientes es la discapacidad característica del miembro superior que se encuentra afectado en el lado contralesional, obteniendo como resultado una mano hemipléjica, generando múltiples limitaciones funcionales con respecto a su utilización. Esta discapacidad es muy compleja al momento de realizar un abordaje terapéutico, ya que no suele ser estática, sino que varía según el tipo y/o naturaleza de la disfunción. A su vez se pueden presentar acompañada de múltiples afecciones, comenzando con debilidad del brazo y la mano y progresando, como consecuencia de una falta o alteración en la transmisión de señales desde la corteza motora hacia la médula espinal, hacia un retraso en la iniciación y terminación de la contracción muscular (Raghavan, 2015).

Asimismo, si esto no se resuelve, conducirá a una espasticidad del miembro superior, unas semanas o meses después de la aparición de la discapacidad, la cual se define como *“un desorden motor caracterizado por un aumento del tono que es velocidad dependiente, siendo el resultado de una hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento, formando parte de uno de los componentes del síndrome de la motoneurona superior”* (Lance 1980), por lo tanto, la debilidad conduce a la inmovilidad (Szcudlik.et.al, 2018. PP. 834-842).

En realidad, post ictus los pacientes atraviesan tres consecuencias funcionales. El primer estadio, consiste en la no utilización del miembro superior, produciendo debilidad o parálisis junto a pérdida del sensorio, si esta situación progresa el paciente no incorporará el miembro a sus actividades funcionales. En el segundo estadio, el paciente aprende a realizar un mal uso del miembro superior, ya que cuando el miembro parético es forzado a realizar un movimiento, se produce la aparición de debilidad, disfunciones sensoriales y dolor, alterando ese movimiento normal y generando en su lugar compensaciones estratégicas para poder realizar la tarea. Como consecuencia se produce la aparición de contracturas producto de la inmovilización junto con la espasticidad y sinergias musculares anormales, que contribuirán a la existencia de posturas antiálgicas y movimientos compensatorios (Raghavan, 2015)<sup>25</sup>. Y el

---

<sup>25</sup>Los pacientes con ACV, utilizarán para alcanzar objetos la flexión del tronco en vez de utilizar el codo en extensión, para lograr el agarre utilizaran la pronación del antebrazo y flexión de la muñeca en lugar de posición neutra del antebrazo y extensión de la muñeca para orientar la mano y para agarrar objetos utilizaran la flexión de la articulación metacarpo falángica en vez de utilizar la interfalángica proximal.



último estadio, se caracteriza por el olvido de cómo se desarrollan determinadas tareas, ya que generalmente la adquisición y el aprendizaje de patrones de movimiento incorrectos suele ser una gran problemática al momento de la rehabilitación, debido a que es muy difícil que el paciente se desprenda de ese patrón anormal ya adquirido y lo reemplace por un patrón de movimiento esperable (Levin y Demers, 2020).

Ahora bien, en la rehabilitación virtual motora del miembro superior, constantemente se desafía a los pacientes a que realicen, a través de los sistemas virtuales, distintas tareas y actividades de la vida diaria, esto ha demostrado una importante relevancia clínica. Para comprender cómo actúa la realidad virtual es necesario conocer la evidencia científica, la cual sugiere que durante la terapia virtual se produce la interacción de complejas estrategias de reorganización cortical y subcortical, en donde la actividad de la corteza prefrontal y el cerebelo son los dos más prominentes. A partir de esto, la actividad compensatoria existente debido a la lesión cerebral ocasionada por el accidente cerebrovascular, se abandona como un proceso de recuperación, produciendo mejoras en las habilidades motoras. Es por eso, que es crucial que la rehabilitación virtual, así como también la terapia convencional, del miembro superior comiencen de la forma más temprana posible luego del diagnóstico, cuando el cerebro se encuentra receptivo a la interacción sensoriomotora y presenta mayores oportunidades de conseguir la recuperación funcional (Orihuela-Espina, 2013).

A pesar de esto, no cualquier sistema de realidad virtual puede generar el estímulo suficiente para desarrollar una reorganización cortical, como expone Rodriguez-Hernandez. et.al (2023)<sup>26</sup>, los sistemas de realidad virtual específica, es decir, los que están específicamente diseñados para promover el aprendizaje motor y la recuperación, optimizando la adquisición, retención y generalización de las habilidades motoras, son los que verdaderamente incorporan las características clave de la realidad virtual, monitoreando los objetivos y movimientos desarrollados, junto a juegos que faciliten la recuperación motora de la mano, permitiendo también, la evaluación y la documentación del progreso durante las sesiones.

Para evaluar el progreso de los pacientes en la rehabilitación, se utilizan distintas escalas, como es el caso de Fugl-Meyer Assessment, la cual es considerada un instrumento válido para evaluar la función motora del MMSS después del ACV y también es un gran predictor del grado de independencia que podrá alcanzar el paciente un año después del ictus. Siguiendo con la escala Action Research Arm Test, es un gran instrumento para determinar la habilidad del paciente para manipular pequeños y grandes objetos y para evaluar tanto la

---

<sup>26</sup> En este estudio se utilizaron el sistema de realidad virtual de HandTutor, en donde se llevan a cabo los tres pilares de la realidad virtual, inmersión, cuando el usuario se convierte en el personaje principal, interacción con se conecta con el sistema a través de los movimientos y presencia, cuando responde a las tareas que le presenta el juego.



motricidad fina, como la gruesa. También se encuentra la escala de ashworth (espasticidad) permite medir el grado de resistencia al movimiento pasivo (Won-Seok. 2020).<sup>27</sup>

En las investigaciones de Rodriguez-Hernandez.et.al (2023), se analizaron los resultados clínicos y funcionales de la aplicación de dos sistemas de realidad virtual específica llamados HandTutor glove y Meditouch software. En el primero, la terapéutica se enfoca en los movimientos de flexión y extensión de la muñeca y los dedos, a través de la realización de ejercicios mediante juegos que trabajaran de forma aislada los movimientos necesarios para poder realizar actividades de la vida diaria utilizando los entornos virtuales. Los movimientos de los dedos y la muñeca son captados por sensores que están localizados en la parte posterior y anterior del guante. El segundo sistema virtual llamado Meditouch, funciona a través de la generación de una silueta de las manos, que permite la observación del movimiento activo y otra del movimiento pasivo para cada dedo y muñeca, los juegos serán personalizados según la capacidad funcional de cada paciente.

Figura N°1: Variedad de ejercicios ofrecidos por el sistema de realidad virtual.



Fuente:extraído de: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-023-01170-3>

Por lo tanto, la realidad virtual es factible de ser utilizada en la rehabilitación de la mano espástica en pacientes post ACV, ya que como demuestra la evidencia, la RV en combinación con la terapia convencional, mejora la función motora de la mano y la muñeca, facilitando habilidades motoras como el agarre y la pinza y produciendo grandes resultados en los rangos de movimiento articular, así como también, en la flexión del codo y en la biomecánica y alineación del miembro superior. Asimismo, esta terapia demostró grandes resultados en la disminución de la espasticidad. Por último, los pacientes demuestran importantes progresos

<sup>27</sup>Otras escalas utilizadas suelen ser: Wolf Motor Function Test, Box and Block test Y Motor Activity Log, t. La realidad virtual demostró importantes mejoras en la evaluación de los ítems de todas ellas.



en la motricidad fina y la funcionalidad de la mano afectada, logrando estos resultados en un menor y prolongado tiempo que en la terapia convencional (Orihuela-Espina, 2013)<sup>28</sup>.

A su vez, la realidad virtual también puede ser una herramienta que se combine con la rehabilitación cognitiva, la cual ayuda restaurar la función normal o a compensar los déficits producidos por la lesión cerebral. Existen dos tipos de terapia cognitiva, por un lado, la rehabilitación reconstituyente, que facilita al paciente el desarrollo de la función que ha perdido mediante ejercicios de tipo cognitivos especializados y manuales. Por otro lado, la rehabilitación compensatoria, ayuda al paciente brindándole ayuda y herramientas para un mejor uso de las mismas y así poder superar el deterioro. Las técnicas de rehabilitación cognitiva se pueden clasificar en dos tipos: una de ellas la convencional y otra la asistida por computadoras, ambas dos están desarrolladas para ayudar al paciente a superar los déficits de atención y concentración, el procesamiento visual, el lenguaje, la memoria, el razonamiento, la resolución de problemas y las funciones ejecutivas (Miller,2013).<sup>29</sup>

La realidad virtual, según exponen Grazia Maggio.et.al (2019)<sup>30</sup>, surgió como una terapia prometedora y ha dado buenos resultados, ya que por su capacidad de regular la actividad según las habilidades y potenciales de los pacientes, permite reactivar y mejorar varias funciones corticales optimizando la eficiencia de la corteza sensorial. Los pacientes post accidente cerebrovascular presentan dificultades en habilidades cognitivas específicas, como la atención, concentración, memoria, conciencia espacial, percepción, praxias, entre otras. La realidad virtual a través de estos entornos enriquecidos, individualizados según las necesidades del paciente, motivadores, seguros, y que desarrollaran cambios en la organización neuronal, le permitirá al paciente poder mejorar y adquirir nuevas habilidades cognitivas, que le permiten a su vez, seguir desarrollando actividades motoras y así lograr la mayor independencia y reinserción social.

---

<sup>28</sup> En este estudio se utiliza el sistema de RV llamado Gesture Platform, donde se juegan significativos juegos que llevan al paciente a realizar movimientos repetitivos para interactuar con él, este sistema presenta un sensor que se encuentra en el control, a través del cual los movimientos son comunicados a la plataforma.

<sup>29</sup> Es interesante también plantear la aplicación de la realidad virtual a casos de niños que sufren trastornos de atención o problemas de aprendizaje.

<sup>30</sup> Los pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular exponen que han experimentado mejoras en muchas habilidades motoras luego de la rehabilitación virtual. Como es el caso del lenguaje, la percepción espacial, la atención y la memoria.





La neurorrehabilitación es una forma de abordaje interdisciplinario que requiere de un intenso, coordinado y eficiente trabajo para lograr un correcto abordaje de las condiciones neurológicas, a través de la utilización de diferentes técnicas y herramientas, esta área desarrolla el tratamiento de las disfunciones y/o discapacidades físicas, sensoriales y/o cognitivas. Un eslabón fundamental en la rehabilitación neurológica es el logro de una relación terapéutica entre los profesionales de la salud, el paciente y su familia o entorno, ya que permite generar un clima de confianza que ayude en el desarrollo de la terapéutica. Asimismo, los Lic. en kinesiología y fisioterapia especializados en esta área, buscan alcanzar y llevar a cabo un programa de rehabilitación y asistencia para los pacientes, que les posibilite conseguir y mantener un nivel funcional óptimo para interactuar con el entorno, reinsertarse socialmente y lograr la máxima independencia posible. Es por ello, que la clasificación internacional del funcionamiento, la discapacidad y la salud, expone aspectos fundamentales a tener en cuenta al momento de la rehabilitación, haciendo hincapié en cómo las limitaciones en las actividades de la vida diaria y las restricciones en la participación influyen en el contexto de la persona, es decir cómo impacta la discapacidad en el desempeño del paciente, en su entorno familiar, en su trabajo, entre otros (Khan. et.al, 2016)<sup>31</sup>.

Es fundamental, como exponen en su estudio Kwakkel, Buma y Selzer (2014)<sup>32</sup>, tener en cuenta que la rehabilitación de las funciones y actividades de los pacientes post accidente cerebro vascular generalmente suele estar acompañada de múltiples procesos espontáneos y dependientes del aprendizaje, entre los que se incluyen, la reconstrucción de la función que cumple el tejido neural que ha sido dañado, la reorganización de los circuitos neurales que no han sido dañados para el aprendizaje de las funciones perdidas, y finalmente, la compensación, por parte del paciente de los desequilibrios que se presentan entre su discapacidad y las demandas de su propio entorno.

A partir de esto, el Lic. en kinesiología debe tener en cuenta al momento de plantear el enfoque del tratamiento, el tipo de recuperación funcional de los pacientes ya que, si se generan movimientos compensatorios durante la rehabilitación, no se obtendrán los mismos resultados, en un paciente que tenga un buen pronóstico de recuperación o que en uno que presente un mal pronóstico. Es por eso, que la neurorrehabilitación tiene como objetivo principal la recuperación funcional, a partir de diferentes adaptaciones que se adquieran por parte de los pacientes, que permitan la utilización de nuevos patrones de movimientos,

---

<sup>31</sup> Este estudio expone que los avances tecnológicos y el conocimiento cada vez más amplio acerca de la recuperación funcional lleva a los investigadores a desarrollar nuevas intervenciones para el tratamiento de los pacientes con condiciones neurológicas y la importancia de continuar las investigaciones en esta área.

<sup>32</sup> En los pacientes que presenten un peor pronóstico, unas semanas posteriores al diagnóstico, debido a la gravedad de la discapacidad, se sugerirá la utilización de movimientos compensatorios, de una manera funcional, para que puedan tener un mejor desempeño en sus actividades de la vida diaria.



creados a partir de la reparación neural, mediante los efectores motores que han permanecido intactos.

La neurorrehabilitación se basa en un principio fundamental para abordar las disfunciones motoras, que es el aprendizaje motor. Este concepto se refiere a una serie de procesos relacionados con la práctica y la experiencia que conducen a cambios duraderos en la capacidad de respuesta de un individuo ante un estímulo. Es crucial tener en cuenta que, para que se produzca el aprendizaje, se deben realizar ajustes en el comportamiento del individuo que sean permanentes, lo que implica que el paciente logre dominar una actividad competente que genere una respuesta efectiva. Esto se diferencia de las mejoras simples que ocurren cuando una persona repite una actividad que está aprendiendo (Cano de la Cuerda y Martínez, 2017, pp. 117-125).

Para comprender cómo influye el aprendizaje motor en la rehabilitación de los pacientes post ACV, es necesario entender el control normal del movimiento, en el cual intervienen una serie de mecanismos centrales que permiten establecer relaciones entre las distintas superficies corporales, así como también entre estas y el entorno, esto ayudará a captar el porqué de las disfunciones producidas en los pacientes post ACV. El concepto clave para lograr esto es el de inervación recíproca, ya que permite entender este control neural del movimiento, el mismo expone que la contracción del músculo agonista, estará acompañada simultáneamente de la inhibición del músculo antagonista, es decir para que un músculo se contraiga, el músculo antagonista debe relajarse, esto facilita la inervación mutua de las distintas partes del cuerpo a través del control consecutivo de los músculos agonistas y antagonistas, permitiendo un control temporo espacial del movimiento. Asimismo, permite identificar que dentro del mecanismo del movimiento normal es necesario que una parte de nuestro cuerpo se estabilice para que la otra se mueva (Levin y Demers, 2019).<sup>33</sup>

El concepto de control motor es esencial para comprender el funcionamiento normal de la motricidad. Este concepto se enfoca en el estudio de las causas que generan el movimiento y se puede definir como todas las actividades involucradas en el procesamiento de información en el sistema nervioso central. Estas actividades permiten regular y coordinar los mecanismos fundamentales del movimiento, garantizando su organización y fluidez. En este proceso, el cerebro y el sistema nervioso desempeñan un papel crucial al procesar la información sensorial y crear un detallado mapa del entorno, lo que facilita la ejecución de movimientos normales.

---

<sup>33</sup> Mindy Levin es una fisioterapeuta especializada en neurorrehabilitación, es la actual presidente de la Sociedad Internacional para el Control Motor y ocupando cargos importantes en la Sociedad Internacional de Rehabilitación Virtual y el subgrupo de Fisioterapia Neurológica Internacional de la Confederación Mundial de Fisioterapia. A su vez, tiene el papel de editora en la revista "Motor Control". se especializó en los conceptos de control motor, neuroplasticidad, aprendizaje motor, ictus, parálisis cerebral, cinemática, electromiografía



En resumen, el control motor resulta de la integración de información a través de una serie de procesos que involucran aspectos motores, cognitivos y sensoriales. Estos procesos son llevados a cabo por el sistema nervioso con el propósito de mantener la estabilidad postural y permitir la interacción con el entorno, posibilitando así nuestro desplazamiento y la ejecución de movimientos coordinados (Levin y Piscitelli, 2022).

Una de las estrategias empleadas en la actualidad para el tratamiento de pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular (ACV) y buscan mejorar su habilidad motora es el enfoque en la práctica orientada a la tarea. Como se ha mencionado previamente, la práctica es fundamental para la recuperación efectiva de las habilidades motoras después de una lesión. El principio de especificidad de la práctica es fundamental en el aprendizaje motor. Por lo tanto, los terapeutas se esfuerzan constantemente en dirigir la rehabilitación hacia la práctica de movimientos específicos que formen parte de la tarea que el paciente necesita recuperar. Esto incluye no solo los movimientos directamente relacionados con la tarea en cuestión, sino también aquellos que contribuyen a la mejora de la ejecución de dicha tarea. Este enfoque se basa en la evaluación continua de los avances del paciente y en la adaptación de la tarea según sea necesario, lo que permite que las habilidades adquiridas durante la práctica puedan ser aplicadas con éxito en situaciones del mundo real (Mansfield, Inness y Mcilroy, 2018).

Ahora bien, cuando se habla de adquirir o readquirir habilidades motoras luego de una lesión cerebral, el aprendizaje motor va de la mano con un concepto fundamental, el de neuroplasticidad, definido como la inherente habilidad del cerebro de poder, no solo reorganizar sus conexiones neuronales, sino también su estructura y su funcionamiento, con el objetivo de responder a estímulos que pueden ser tanto extrínsecos como intrínsecos. A su vez, el cerebro, posee la capacidad de formar nuevas conexiones entre neuronas, lo que le facilitará el reemplazo de la actividad de los circuitos dañados por la lesión cerebral y encontrar nuevos caminos sustituyentes que permitan llevar a cabo las funciones cerebrales que no se podían realizar hasta entonces. Las lesiones en el sistema nervioso conducen a importantes reorganizaciones de las representaciones corticales, tanto de las zonas afectadas como de las que no, así como también de los circuitos espinales (Khan. et.al, 2016).

Sumado a esto, se conoce que la neuroplasticidad genera modificaciones en múltiples secciones del sistema nervioso, como por ejemplo a nivel de las sinapsis neuronales y a nivel axonal. Por un lado, en cuanto a la sinapsis, se producen múltiples modificaciones en la fuerza de las conexiones sinápticas, que se producen como respuesta a diferentes estímulos o como un mecanismo de defensa ante alteraciones en las actividades sinápticas en red. Por otro lado, a nivel axonal ya sea por causa de la lesión cerebral o motivo de la recuperación, se producen remodelaciones axonales de los caminos corticales, así como también, múltiples arreglos en los mapas corticales. Todo esto facilitará la capacidad del cerebro de producir



cambios no solo a niveles morfológicos, sino que también producirá adaptaciones bioquímicas y farmacológicas (Hao.et.al, 2021)<sup>34</sup>.

Siguiendo con el concepto de neuroplasticidad, como expresa Saposnik.et.al. (2014), está demostrado que el potencial de acción de las neuronas en el cerebro del adulto aumenta a través de la observación de movimientos que son desarrollados por otras personas, esto se produce gracias a la activación del sistema de las neuronas espejo, que integra las diferentes áreas cerebrales que se encuentran en los lóbulos frontal, parietal y temporal, conduciendo a una reorganización de la corteza y logrando la recuperación de las funciones a través de la activación de nodos, que son críticos en el momento que los individuos están desarrollando ciertos patrones de movimiento, lo cual facilitará la realización de las acciones que fueron observadas. A partir de este concepto de las neuronas espejo, los estudios realizados por Hao.et.al (2021), han evidenciado que a través de la aplicación de sistemas basados en la terapia con realidad virtual y robótica como es el caso de Lokomat, se produjo una mayor activación del área premotora y el área visual asociativa, sumado a la activación del sistema de las neuronas espejo.

A partir de lo expuesto anteriormente se puede decir que el aprendizaje motor se divide en tres fases, primeramente la fase de adquisición, la cual es indicativa del nivel de desempeño del paciente; la segunda es la fase de retención y luego la de transferencia, estas dos refieren al nivel de aprendizaje de la habilidad que ha desarrollado el paciente, gracias a la neuroplasticidad y al aprendizaje motor el paciente podrá superar las disfunciones y restricciones que presenta debido a la lesión, por eso es sumamente importante que la rehabilitación comience lo más tempranamente posible, para que el paciente no desarrolle patrones de movimientos anormales que luego serán muy difícil de corregir una vez que los haya aprendido. De este modo, con una rehabilitación temprana se podrán reeducar estos patrones de movimiento, mientras se están desarrollando los procesos neuroplásticos (Imam y Jarus, 2013)<sup>35</sup>.

La teoría del aprendizaje motor expone que toda la información proveniente de los receptores exteroceptivos, interoceptivos y propioceptivos, es procesada por el sistema nervioso y el aprendizaje se desarrolla a través de una serie de procesos internos como, atención, percepción y memoria a corto plazo, que reciben e integran la información proveniente de las extremidades cuando se está desarrollando una acción. Esta información

---

<sup>34</sup> En este estudio se expone que no todos los países tienen acceso a los sistemas de realidad virtual y esto genera que no se produzcan muchos avances e investigaciones en la implementación universal de esta forma innovadora de tratamiento.

<sup>35</sup> En este paper se expone otra teoría interesante de analizar, está basada en el aprendizaje social cognitivo, la cual expone el concepto del aprendizaje a través de la observación e imitación del desempeños de otros.



es utilizada para lograr una representación mental del esquema motor de cada movimiento, junto con los ajustes posturales necesarios para poder realizarlo.

La fortaleza de este esquema dependerá de la cantidad y la variabilidad de la práctica que se ha realizado, es decir cuanto mayor tiempo se haya dedicado a la realización de esa tarea, mayor será la claridad y fortaleza del esquema motor, de esta forma, la persona presentará una mayor facilidad para desarrollar la actividad deseada, por lo tanto, la próxima vez que se desee realizar dicha práctica, el cerebro habrá almacenado la información sobre los movimientos específicos que se deben llevar a cabo para realizarla, y así podrá volver a ella siempre que así lo requiera (Levin y Demers, 2019).

Según las investigaciones realizadas por Imaam y Jarus. (2013), la práctica es uno de los pilares fundamentales del aprendizaje motor, requiere de múltiples aspectos para lograr la adquisición de cambios relativamente permanentes en la conducta del individuo. En primer lugar, al momento de realizar una actividad terapéutica, es fundamental observar hacia donde focaliza su atención el paciente, ya que está demostrado que cuando el individuo centra su atención hacia un estímulo externo, ya sea hacia un objeto o hacia una determinada acción, es más relevante para la adquisición del aprendizaje motor que si se concentra en procesos internos.

Otro de los aspectos esenciales es el orden y la previsibilidad de una acción, a partir de ello, se puede decir que la práctica puede ser invariable, es decir donde una acción se realizará siguiendo un orden consecutivo, o puede ser variable donde se realizaran actividades diferentes de formas impredecibles, sin un orden a seguir. A partir de esto es posible exponer que la práctica variable es mucho más efectiva que la invariable, ya que promueve la retención y transferencia de la acción, por lo tanto, fomenta el aprendizaje motor, preparando a la persona para adaptarse a diferentes situaciones desconocidas. Finalmente, el feedback visual, auditivo, táctil, entre otros, es fundamental para el paciente, que se implementen a través de diversos inputs, permitiéndole beneficiarse de un feedback sobre sus patrones de movimiento y el conocimiento de sus actividades.

Como indica la evidencia disponible, la aplicación de estrategias terapéuticas centradas en el aprendizaje motor mediante el uso de la realidad virtual en pacientes que han experimentado un ACV se ha revelado como un componente fundamental para alcanzar los objetivos de la neurorrehabilitación. Esto conlleva a una serie de beneficios significativos en la recuperación de las habilidades motoras de los pacientes, al mismo tiempo que estimula los procesos neuroplásticos.

Estas estrategias basadas en el aprendizaje motor se ejecutan a través de intervenciones terapéuticas que son observables. En este contexto, es esencial que los profesionales de la kinesiólogía y fisioterapia tengan en cuenta tanto la naturaleza de la tarea como las particularidades de cada paciente. De esta manera, pueden seleccionar y aplicar las



prácticas adecuadas, especialmente durante las etapas agudas y subagudas del proceso de rehabilitación. Esto incluye la consideración de la intensidad, duración y retroalimentación necesarias para proporcionar un enfoque terapéutico motivador y significativo, aprovechando entornos enriquecidos que faciliten el desarrollo óptimo de las habilidades motoras. (Imaam y Jarus, 2013).

Una de las principales fortalezas de las estrategias de aprendizaje motor radica en la posibilidad de facilitarle al paciente la adquisición y retención de habilidades, lo que posteriormente le permite la transferencia de estas habilidades aprendidas durante la terapia a su vida cotidiana (Levac et al., 2016).

La neurorrehabilitación basada en la realidad virtual es una terapia novedosa y prometedora para la población que ha sufrido un accidente cerebro vascular, ya que permite sumarle a la terapia convencional, múltiples beneficios asociados.

Gracias a la implementación de estrategias terapéuticas basadas en la teoría del aprendizaje motor, la realización de tareas asociadas a alcanzar un objetivo, con intensidad, variabilidad y la práctica repetitiva de gestos motores, que permitirán promover los mecanismos esenciales para la neuroplasticidad y por lo tanto la recuperación motora y funcional.

Debido a que la realidad virtual permite llevar a cabo la rehabilitación a través juegos que se desarrollan en distintas plataformas, genera en el usuario una mayor motivación al momento de realizar una actividad, permitiéndole que la tarea se desarrolle con mayor intensidad, por lo tanto, aumentando la repetición de la misma. Sumado a esto, se trata de un abordaje terapéutico flexible e individualizado que permite diseñar y/o modificar las variables que sean necesarias, según las características de la discapacidad motora y las necesidades de cada paciente, logrando un enfoque que le permita al usuario desarrollar la actividad paso a paso, es decir de forma graduada (Won-Seok, 2020)<sup>36</sup>.

En el estudio realizado por Hao.et.al (2021), también se ha demostrado que luego del periodo de aplicaciones de la terapia basada en los sistemas de realidad virtual, encontraron múltiples resultados relacionados con cambios corticales y la neuroplasticidad, estos fueron evaluados a través de resonancia magnética funcional, electroencefalografía y estimulación magnética transcraneal. Primeramente, quedó demostrado que luego de la aplicación de la realidad virtual, se encontraron mejoras en el equilibrio interhemisférico, junto con modificaciones visibles en cuanto al dominio de uno de los hemisferios, transfiriendo el control del hemisferio contralesional al ipsilesional en el momento parético de la extremidad, también se observó una mayor y mejor conexión entre las diferentes áreas cerebrales. Asimismo, hubo

---

<sup>36</sup> Exponen que es importante seguir analizando e investigando acerca de cuáles son los dispositivos virtuales más beneficiosos para la rehabilitación virtual, ya que los estudios presentan resultados muy heterogéneos



grandes mejoras en la representación mental de los miembros afectados, se produjo la activación de las diferentes regiones de la corteza prefrontal y sumado a esto, la intervención del sistema de las neuronas espejo. Finalmente se observó un mejor resultado en el comportamiento motor, generalmente asociado a las mejoras en la neuroplasticidad. Por lo tanto, se evidenció que la realidad virtual induce cambios en la neuroplasticidad de los pacientes que han sufrido un ACV, a través de restauración o compensación de los déficits funcionales.

Es por eso que a través de la realidad virtual es posible aplicar estrategias basadas en el aprendizaje motor, está demostrado que el aprendizaje se incrementa a medida que las tareas que se desarrollan son significativas para la persona, específicas, repetitivas y aumentar la dificultad a lo largo del tiempo, todo esto se puede lograr a través de los dispositivos de realidad virtual (Voinescu, Sui y Fraser, 2021).

Por consiguiente, el principal objetivo de la rehabilitación de los pacientes con disfunciones asociadas a patologías neurológicas es re aprender las habilidades motoras a través de la práctica y experiencia durante las sesiones, para que luego puedan llevarlas a cabo de manera funcional en las actividades de la vida diaria. La realidad virtual a través de los entornos virtuales enriquecidos, motivantes y significativos, han demostrado ser más eficaces que la terapia convencional en la adquisición de habilidades, ya que se enfoca principalmente en el entrenamiento de habilidades simples que luego serán fácilmente transferidos a la realidad. A su vez basa su abordaje terapéutico en actividades orientadas a la adquisición de un objetivo y la repetición de las mismas, las cuales han evidenciado la promoción de la sinaptogénesis y ser elementos fundamentales en la rehabilitación de la debilidad motora asociada al accidente cerebro vascular (Khan. et.al, 2016).

A través de diversos estudios como los realizados por Imann y Jarus (2016)<sup>37</sup>, se concluyó que uno de los medios a través de los cuales la realidad virtual media el aprendizaje motor es proporcionando un aprendizaje graduado, orientado a una tarea y a través de una práctica que sea variable e impredecible para el paciente. A su vez la realidad virtual presenta la ventaja de que el paciente, se puede observar a sí mismo realizando la acción, siendo beneficioso para lograr una auto-corrección de sus acciones e identificando los patrones de movimientos efectivos para el desarrollo de esas habilidades.

Sumado a esto la realidad virtual, presenta la capacidad de incrementar los niveles de dificultad a través de la utilización de diversos escenarios y entornos virtuales, con la intervención de obstáculos, que tengan diferentes pesos, longitudes que incrementen la dificultad con la que los pacientes deben esquivarlos. Otras de las ventajas que presenta la

---

<sup>37</sup> Algunos sistemas de realidad virtual permiten incrementar la dificultad de las tareas a través de la incorporación de múltiples obstáculos, logrando un entrenamiento más enriquecedor en entornos seguros donde el paciente deberá adaptarse y luego podrá transferirlo a la realidad.



realidad virtual sobre el aprendizaje motor, es el aprendizaje graduado, es decir a medida que el paciente avanza en el desarrollo de la actividad, podrá ser consciente de sus progresos y avances, permitiendo de esta forma tener una sensación de autoeficacia y de poder lograr los objetivos planteados, promoviendo una mayor motivación al momento de realizar la actividad. Y finalmente el grado de impredecibilidad y variabilidad de la práctica, ya que obligará al paciente a adaptarse a diferentes situaciones incrementando el aprendizaje a través de la exploración y la adaptación.

La variabilidad de la práctica, se puede definir como aquel número de repeticiones de una tarea que son inconstantes, como se expuso anteriormente, es una estrategia que será muy enriquecedora para el desarrollo del aprendizaje motor, ya que representa un gran desafío para el paciente al momento de llevar a cabo una tarea, debido a que lo invita a explorar activamente las nuevas variables que se van presentando, determinando cuáles son los patrones de movimiento más eficaces para poder adquirir esa habilidad buscada, ya que es la ventana en el entendimiento del procedimiento a realizar (Levac, Huber y Sternad, 2019).

Otros de los aspectos que están relacionados con el aprendizaje motor es la intensidad de la rehabilitación, en cuanto a dosis, frecuencia y duración de la misma, y también el grado de dificultad y el desafío que implica la terapia para el paciente. Ambos dos son elementos fundamentales para mejorar los mecanismos de plasticidad y lograr que los procesos de reorganización cerebral sean suficientes para que los pacientes sobrevivientes a accidentes cerebrovasculares puedan integrar los miembros afectados a sus actividades diarias. Generalmente los individuos que presentan discapacidades neurológicas deben realizar un mayor número de repeticiones para poder desarrollar mejoras en los movimientos y comportamientos motores, es por eso, que es fundamental tener en cuenta estos aspectos al realizar la rehabilitación pensada en las estrategias de aprendizaje motor (Levin y Demers, 2019).

Como se ha nombrado anteriormente, el feedback o retroalimentación que ofrecen los dispositivos de realidad virtual, es otra vertiente fundamental al momento de hablar de estrategias basadas en el aprendizaje motor, este concepto es clave al momento de comprender cómo es que la información sensorial es recibida, modulada y ajustada para el desarrollo del movimiento controlado y específico. En los estudios analizados por Won-Seok (2020)<sup>38</sup>, los sistemas de realidad virtual utilizados, proporcionaban feedbacks visomotores, viso hápticos, hápticos y auditivos. Cuando se habla de retroalimentación visomotora, se hace referencia un tipo específico de feedback que brinda información visual cuando se aplican movimientos que son medidos por sensores en tiempo real.

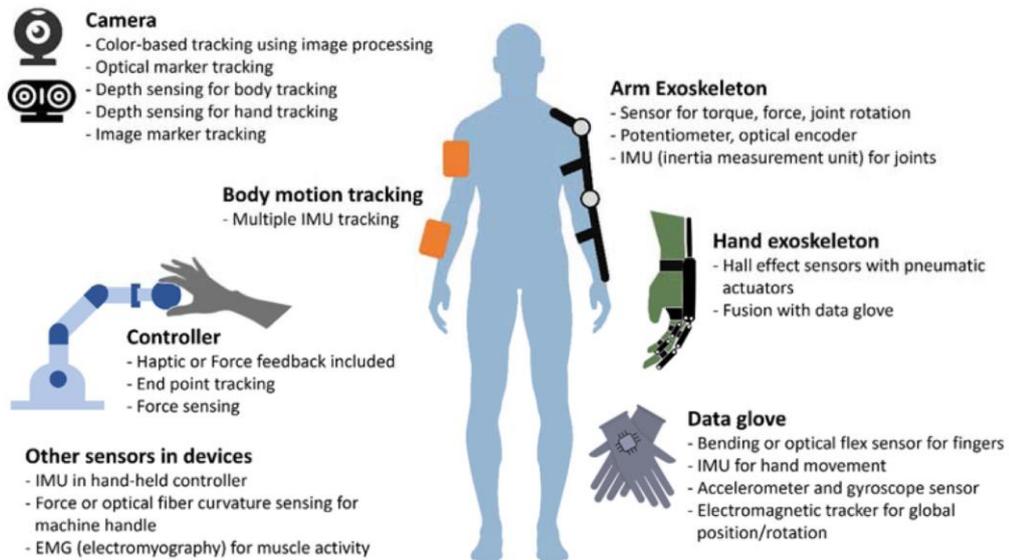
---

<sup>38</sup> En la rehabilitación del miembro superior a través de la realidad virtual, se podrá incluir el seguimiento del desarrollo de la motricidad fina del miembro afectado, a través de diversos dispositivos que pueden ser portátiles o no portátiles. En los casos en que no se pueda lograr este seguimiento, se puede utilizar un HDM para realidad virtual.



Por otro lado, la retroalimentación viso háptica, proporciona al usuario una combinación de información visual y táctil. La retroalimentación háptica o táctil, por el contrario, brindará a los usuarios un feedback a través de la utilización del sentido del tacto, pudiendo utilizar una retroalimentación a través de vibraciones, deformación de la piel o aplicación de distintas fuerzas, esta última refiere a la posibilidad de brindarle al paciente la sensación simulada del tacto físico del mundo real a través de movimientos motorizados o de resistencia, todo esto se llevará cabo a través de sensores que pueden ser utilizados en distintas áreas del cuerpo según el objetivo de la rehabilitación.

Figura N° 2: Clasificación de los distintos sensores utilizados en realidad virtual.



Fuente: extraído de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33096678/>.

Finalmente, la realidad virtual a través de los entornos enriquecidos es una gran estrategia terapéutica, que al combinarse con la neurorrehabilitación induce y promueve el aprendizaje motor y la neuroplasticidad, permitiendo al paciente, introducirse en una nueva forma de tratamiento, que beneficiará no solo a nivel físico, sino a través de los múltiples cambios que se producen a nivel cortical, permitiendo un mejor desempeño en la práctica y adquisición de las habilidades motoras. La efectividad de la de estas intervenciones terapéuticas, se basa en lograr una correcta interacción entre el usuario, el sistema de realidad virtual y el entorno, a partir de esto el paciente podrá desempeñarse en un entorno seguro, que le permitirá practicar múltiples actividades de la vida diaria, para luego poder transferirlas a su realidad.

A modo de conclusión, la rehabilitación virtual tiene el potencial para proporcionar una práctica variada en entornos cambiantes para aumentar y mejorar la resolución activa de



problemas, a su vez permite incorporar el monitoreo en vivo del desempeño de los pacientes y evaluar si el nivel dificultad es óptimo para el aprendizaje motor. Esta información les permite a los kinesiólogos la oportunidad de realizar los ajustes necesarios para cambiar los objetivos de las acciones, monitorear el tratamiento en intensidad y dosaje (Won-seok,2020).





La presente investigación tiene un enfoque de tipo cuantitativo, el alcance de esta investigación es descriptivo y el diseño es no experimental y transversal, ya que los datos fueron recopilados en un momento único.

El universo-población de esta investigación son todos los Lic. en Kinesiología y Fisiatría, que trabajen en consultorios de neurorehabilitación. La unidad de análisis es cada uno de los Lic. en kinesiología y fisiatría que trabajan con dispositivos de realidad virtual. La muestra está constituida por 20 Kinesiólogos, el tipo de muestra es no probabilística y el método de selección será por conveniencia, ya que se seleccionan los casos que son útiles para la muestra en cuestión.

### Listado de Variables

- beneficios percibidos de la realidad virtual en las secuelas
  - Percepción de los beneficios de la RV en inclusión de la mano espástica
  - Percepción de los beneficios de la RV en trastornos del equilibrio y marcha
  - Percepción de los beneficios de la RV en las habilidades motoras
  - Percepción de los beneficios de la RV como complemento de la terapia convencional
  - Percepción de los beneficios de la RV en la independencia funcional
  - Percepción De los beneficios de la RV en las actividades de la vida diaria (AVD'S)
  
- **beneficios percibidos de la realidad virtual sobre el aprendizaje motor**
  - Percepción de los beneficios de la RV en la transferencia de las actividades
  - Percepción de los beneficios de la RV en el aprendizaje a través de la repetición
  - Percepción de los beneficios de la RV en la neuroplasticidad
  
- **Población**
  - Edad
  - Sexo
  - Antigüedad en la profesión
  - Especialización
  - Uso de RV
  - uso de dispositivos de rv

*Edad:*

**Definición conceptual:** Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento.

**Definición operacional:** Tiempo que ha vivido el Lic. en kinesiología y fisiatría, aplicado a todos Lic. en kinesiología y fisiatría. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta de tipo semi-abierta de respuesta corta.

*Sexo:*

**Definición conceptual:** conjunto de peculiaridades que caracterizan a los individuos dividiéndolos en masculinos y femeninos.

**Definición operacional:** Conjunto de peculiaridades que caracterizan a los Lic. en kinesiología y fisiatría dividiéndolos en hombres o mujeres. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta cerrada de tipo opción múltiple.



#### *Antigüedad en el ejercicio de la profesión:*

**Definición conceptual:** tiempo en el que una persona ha llevado a cabo la práctica de uno o varios actos reconocibles como pertenecientes a determinada actividad profesional, la cual exige título.

**Definición operacional:** tiempo que el Lic. en kinesiología y fisioterapia ha llevado a cabo la práctica de uno o varios actos reconocibles como pertenecientes a determinada actividad profesional, la cual exige un título. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta cerrada de tipo dicotómica.

#### *Especialidad:*

**Definición conceptual:** Rama de una ciencia, arte o actividad, cuyo objeto de estudio es una parte limitada de ellas, sobre la cual los individuos poseen saberes o habilidades muy precisas.

**Definición operacional:** Rama de una ciencia, arte o actividad, cuyo objeto de estudio es una parte limitada de ellas, sobre la cual los Lic. en kinesiología y fisioterapia poseen saberes o habilidades muy precisos. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta semiabierta de tipo respuesta corta.

#### *Uso de realidad virtual*

**Definición conceptual:** ejercicio o práctica del conjunto de técnicas informáticas que permiten crear imágenes y espacios simulados en los que una persona, mediante un dispositivo visual, tiene la sensación de estar y poder desenvolverse dentro de ellos.

**Definición operacional:** ejercicio o práctica por parte de los Lic. en kinesiología y fisioterapia del conjunto de técnicas informáticas que permiten crear imágenes y espacios simulados en los que una persona, mediante un dispositivo visual, tiene la sensación de estar y poder desenvolverse dentro de ellos. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta cerrada de tipo dicotómica.

#### *Uso de dispositivos de realidad virtual*

**Definición conceptual:** ejercicio o práctica de una pieza, un conjunto de piezas o elementos digitales preparados para simular y asistir un entorno específico programado para lograr la inmersión de los pacientes en el entorno virtual.

**Definición operacional:** ejercicio o práctica por parte de los Lic. en kinesiología y fisioterapia de una pieza o un conjunto de piezas o elementos preparados para simular un entorno específico programado para lograr, la inmersión de los pacientes en el entorno virtual. Recolectado a través de encuesta online con pregunta cerrada de tipo opción múltiple.

#### *Beneficios percibidos de la realidad virtual sobre secuelas*

**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la utilización de la realidad virtual en las lesiones o afecciones que sobrevienen a un evento determinado.

**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en Kinesiología y fisioterapia por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la utilización de la RV en las lesiones o afecciones que sobrevienen a un evento determinado.

#### *Percepción de los beneficios de la RV en inclusión de la mano espástica*



**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV en el miembro superior caracterizado por un aumento del tono muscular que puede conducir a deformidades.

**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en Kinesiología y fisiatría por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV en el miembro superior caracterizado por un aumento del tono muscular que puede conducir a deformidades. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta de tipo semi-abierta de opinión.

#### *Percepción de los beneficios de la RV en trastornos del equilibrio y marcha*

**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV en una alteración patológica en la que el paciente percibe sentirse tambaleante o mareado y con riesgo de caída, así como también en las alteraciones de la forma de caminar, generalmente debidas a lesiones o patologías de la médula espinal, del cerebro, de las piernas o de los pies

**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en Kinesiología y fisiatría por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV en una alteración patológica en la que el paciente percibe sentirse tambaleante o mareado y con riesgo de caída, así como también en las alteraciones de la forma de caminar, generalmente debidas a lesiones o patologías de la médula espinal, del cerebro, de las piernas o de los pies. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta de tipo semi-abierta de opinión y pregunta cerrada de opción múltiple.

#### *Percepción de los beneficios de la RV en las habilidades motoras*

**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV en la re adquisición de los movimientos o acciones de los músculos requeridos para llevar a cabo una actividad de manera voluntaria. Se denominan habilidades porque se adquieren mediante el aprendizaje y la práctica.

**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en kinesiología y fisiatría por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV en la re adquisición de los movimientos o acciones de los músculos requeridos para llevar a cabo una actividad de manera voluntaria. Se denominan habilidades porque se adquieren mediante el aprendizaje y la práctica. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta de tipo semi-abierta de opinión.

#### *Percepción de los beneficios de la RV como complemento de la terapia convencional*

**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV como acompañamiento del resto de estrategias kinésicas neurorehabilitadoras.

**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en kinesiología y fisiatría por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV como acompañamiento de la neurorrehabilitación. la práctica. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta de tipo semi-abierta de opinión.

#### *Percepción de los beneficios de la RV en la independencia funcional*



**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV en capacidad de cumplir acciones requeridas en el diario vivir, para mantener el cuerpo y subsistir independientemente, cuando el cuerpo y la mente son capaces de llevar a cabo las actividades de la vida cotidiana se dice que la funcionalidad está indemne (MIN- SAL, 2003).

**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en kinesiología y fisioterapia por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV en capacidad de cumplir acciones requeridas en el diario vivir, para mantener el cuerpo y subsistir independientemente, cuando el cuerpo y la mente son capaces de llevar a cabo las actividades de la vida cotidiana se dice que la funcionalidad está indemne (MIN- SAL, 2003). Recolectado a través de encuesta online, con pregunta cerrada de tipo escala de Likert.

#### *Percepción De los beneficios de la RV en las AVD's*

**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV para que el paciente logre aquellas tareas y rutinas típicas que los adultos realizan diariamente y que le permiten vivir de forma autónoma e integrada en la sociedad, cumpliendo así su rol dentro de ella.

**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en kinesiología y fisioterapia por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV para que el paciente logre aquellas tareas y rutinas típicas que los adultos realizan diariamente y que le permiten vivir de forma autónoma e integrada en la sociedad, cumpliendo así su rol dentro de ella. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta cerrada de tipo escala de Likert.

#### *Percepción de los beneficios de la RV en la transferencia de las actividades*

**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV para lograr la transferencia de las actividades aprendidas en los entornos virtuales al mundo real generando un aprendizaje de las mismas.

**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en kinesiología y fisioterapia por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV para lograr la transferencia de las actividades aprendidas en los entornos virtuales al mundo real generando un aprendizaje de las mismas. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta de tipo semi-abierta de opinión.

#### *Percepción de los beneficios de la RV en el aprendizaje a través de la repetición*

**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV para lograr cambios relativamente permanentes en la realización de actividades motoras a través de la práctica y la experiencia, mediante la realización constante del gesto motor.

**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en kinesiología y fisioterapia por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV para lograr cambios relativamente permanentes en la realización de actividades motoras a través de la práctica y la experiencia, mediante la realización constante del gesto motor. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta cerrada de tipo escala de Likert.



*Percepción de los beneficios de la RV en la neuroplasticidad*

**Definición conceptual:** conocimiento por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV para generar una reorganización de los patrones cerebrales de conectividad neuronal, reajustando su funcionalidad.

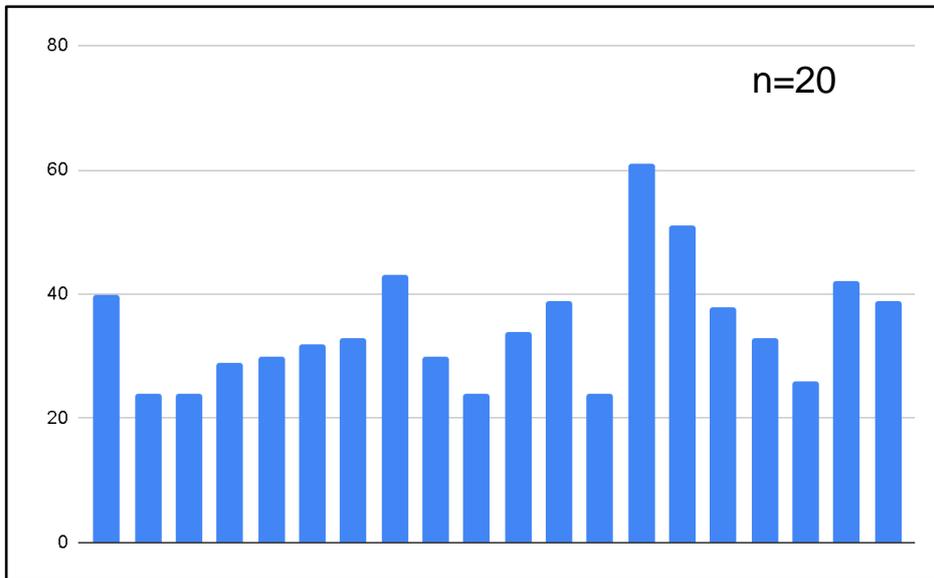
**Definición operacional:** conocimiento de los Lic. en kinesiología y fisioterapia por medio de las impresiones que comunican los sentidos acerca de las mejoras que experimenta el paciente luego de la aplicación de la RV para generar una reorganización de los patrones cerebrales de conectividad neuronal, reajustando su funcionalidad. Recolectado a través de encuesta online, con pregunta cerrada de tipo cuadrícula combinada.





En total se encuestó a 20 Licenciados en kinesiología y fisioterapia, a través de una encuesta online anónima que constaba de un total de 15 preguntas a responder por los mismos, a partir de esta se logró analizar la percepción de estos acerca de la rehabilitación del paciente post accidente cerebro vascular.

Gráfico 1: Edad

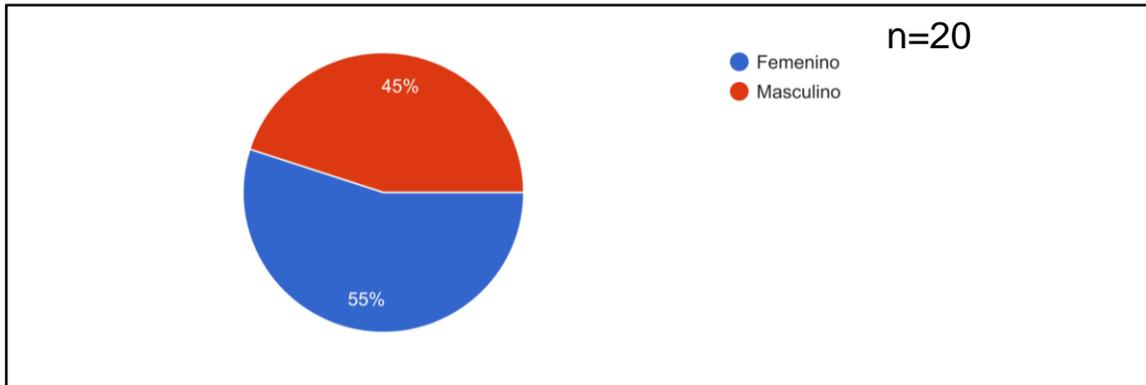


Fuente: elaboración propia

En el gráfico número 1 se observa que el rango etario de los Lic. en Kinesiología entrevistados van desde los 23-61 años. El 75% de los kinesiólogos tienen entre 24 y 39 años y el 5% restante entre 40 y 61 años.



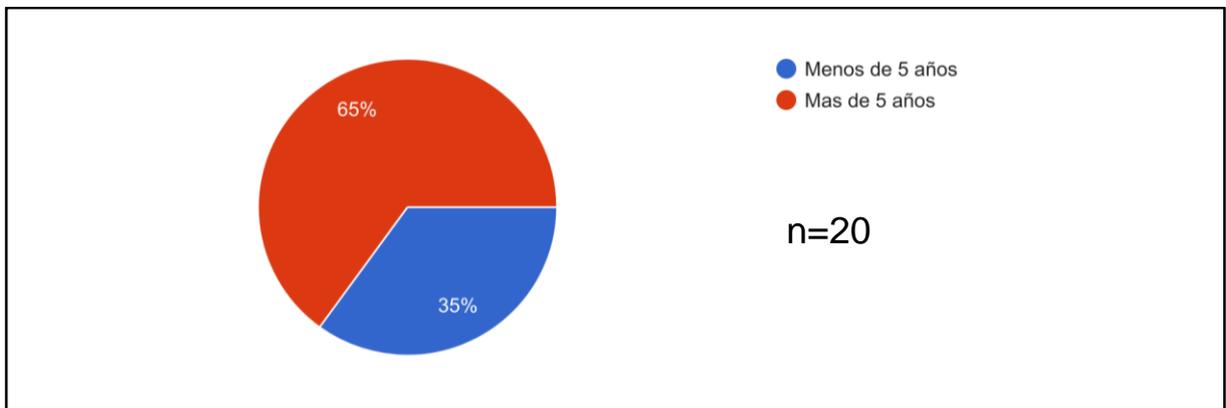
Gráfico 2: Sexo



Fuente: elaboración propia

En el gráfico número 2, se determina que el 45% de los Lic. en kinesiología encuestados pertenecen al sexo masculino y el 55% al sexo femenino.

Gráfico 3: Años de antigüedad en el ejercicio de la profesión



Fuente: elaboración propia.

En el gráfico número 3 se puede identificar que el 65% de los Lic. en kinesiología encuestados tienen más de 5 años de antigüedad en la profesión y el otro 35% de los profesionales tiene menos de 5 años.



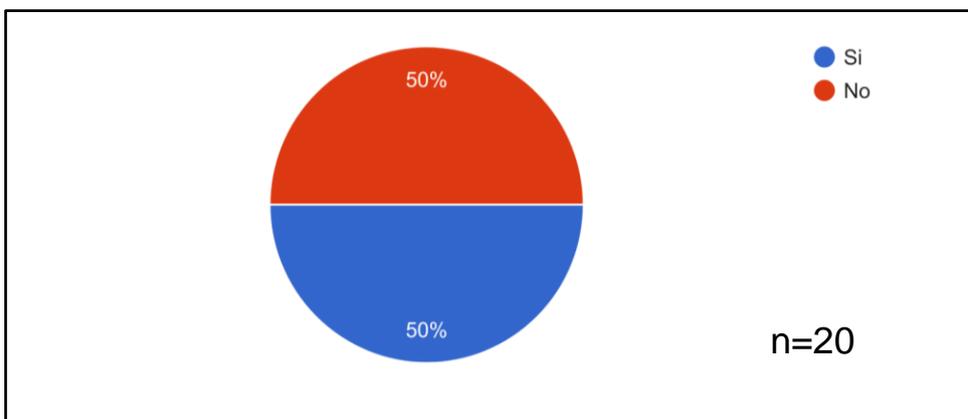
Gráfico 4: Especialización



Fuente: elaboración propia.

La mayoría de los Lic. en kinesiología y fisioterapia encuestados se especializa en neurorrehabilitación, pero también participaron algunos que se especializan en rehabilitación vestibular, traumatología y ortopedia, deportología, kinesiología general, respiratorio y geriatría

Gráfico 5: Uso de la realidad virtual

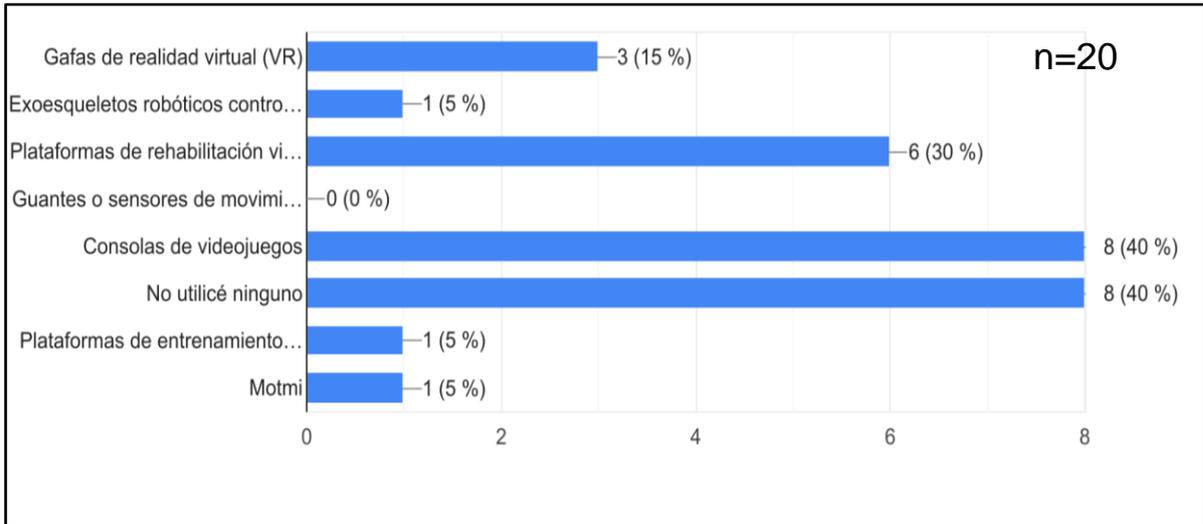


Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 5, se puede identificar que el 50% de los Lic. en kinesiología encuestados hicieron uso de la realidad virtual en la rehabilitación del paciente con ACV, el otro 50% no ha utilizado a esta herramienta como estrategia terapéutica.



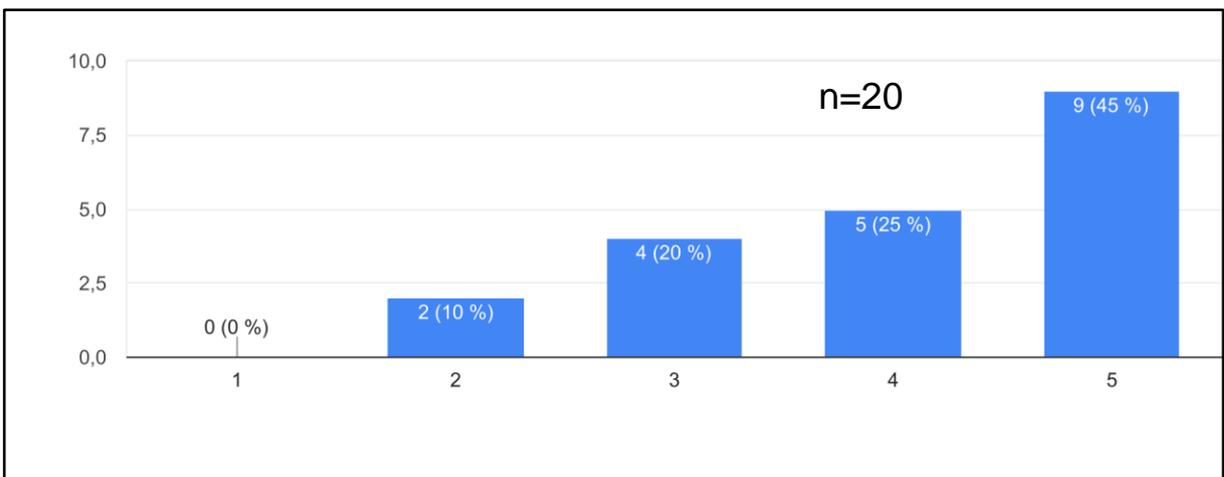
Gráfico 6: Dispositivos de realidad virtual utilizados



Fuente: elaboración propia

En el gráfico 6, se pudo determinar que los dispositivos de realidad virtual más utilizados por los Lic. en kinesiología encuestados fueron las consolas de videojuegos con un 40%, luego continúan las plataformas de realidad virtual con un 30%, siguiendo con las gafas de realidad virtual con un 15% y en menor medida los exoesqueletos robóticos con un 5% y Motmi plataforma referida por uno de los profesionales con un 5%. Por otro lado, el 40% restante de los licenciados no ha utilizado dispositivos de realidad virtual.

Gráfico 7: Beneficios percibidos sobre las secuelas

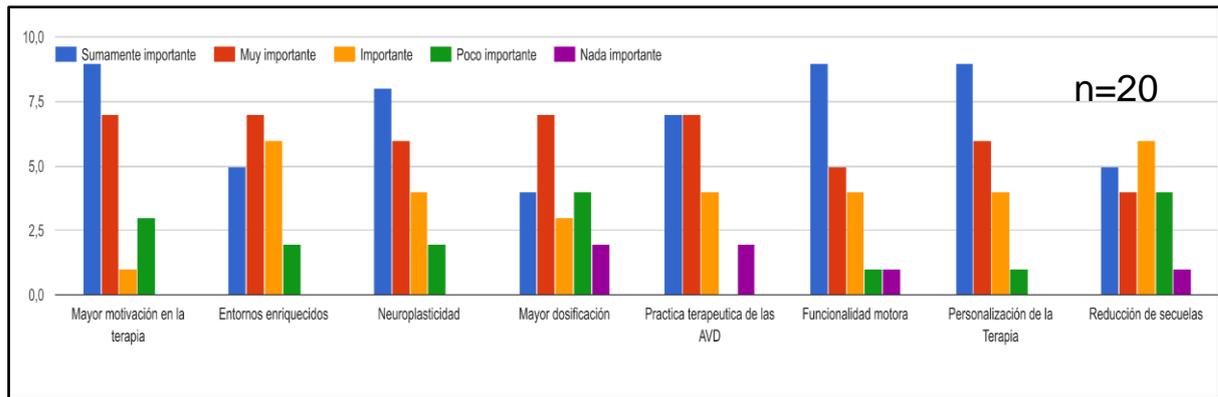


Fuente: elaboración propia

El gráfico 7 permitió concluir que un 45% de los Lic. en kinesiología consideran que la realidad virtual es muy beneficiosa en la rehabilitación de las secuelas otorgando 5 puntos, un 25% le otorgó una puntuación de 4, un 20% otorgó 3 puntos y un 10% 2 puntos. (5 puntos es muy beneficioso y 1 nada beneficioso).



Gráfico 8: Beneficios percibidos de la realidad virtual



Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la mayor motivación en la terapia, el 45% de los encuestados lo catalogaron como sumamente importante, el 35% como muy importante, un 15% de los licenciados señalaron que lo considera poco importante y el 5% restante expuso que le parece importante.

Por otro lado, los entornos enriquecidos, un 35% ha catalogado a los entornos enriquecidos ofrecidos por la realidad virtual como sumamente importante, un 30% como importante, un 25% como sumamente importante y finalmente un 10% los señaló como poco importantes.

Con respecto a la neuroplasticidad, un 40% de los licenciados encuestados expuso que es sumamente importante, un 30% que es muy importante, un 20% que es importante y finalmente un 10% expuso que es poco importante.

En referencia a la mayor dosificación de la terapia a través de la realidad virtual, un 35% de los encuestados expuso que es muy importante, un 20% que es sumamente importante, un 15% como importante, un 20% que es poco importante y el 10% restante que es nada importante.

En cuanto la práctica terapéutica de las AVD's en la rehabilitación virtual, un 35% de los Lic. encuestados expuso que es sumamente importante y también un 35% lo clasificó como muy importante, un 20% como importante y el 10% restante como nada importante.

La funcionalidad motora fue clasificada por los encuestados de la siguiente manera, un 45% expuso que le parece sumamente importante, un 25% la percibió como muy importante, un 20% como importante, el 10% restante se dividió de igual forma, un 5% expuso que le parece poco importante y el otro 5% nada importante.

Con respecto a la personalización de la terapia, un 45% de los licenciados percibió que es sumamente importante, un 30% como sumamente importante, un 20% como importante y, por último, el 5% restante como poco importante.



Finalmente, en cuanto a la reducción de las secuelas, un 30% de los licenciados expuso que la realidad virtual resulta importante en esta variable, un 25% la calificó como sumamente importante, un 20% como muy importante, el otro 20% poco importante y finalmente el 5% restante como nada importante.

Gráfico 9: Beneficios percibidos de la RV en la integración de mano espástica.

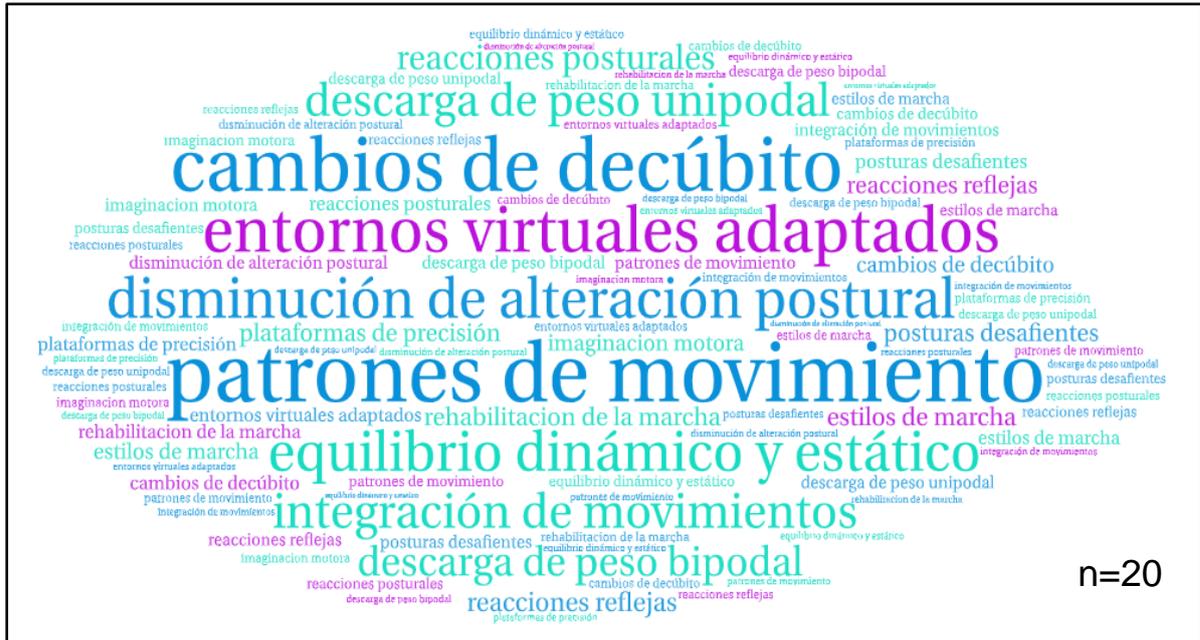


Fuente: elaboración propia

La mayoría de los Lic. en kinesiología encuestados expusieron que ven a la realidad virtual como una estrategia de tratamiento que combinada con la terapia convencional puede ayudar a integrar la mano espástica característica de los pacientes post ACV, ya que a través de los sensores que ofrecen los dispositivos virtuales es posible estimular áreas cerebrales aledañas a la lesiones, que gracias a la neuroplasticidad facilitan la motricidad fina, la variación de estímulos neuronales, la estimulación neuronal y motriz, brindándole al paciente un soporte transitorio del MMSS y facilitando la integración del miembro a sus AVD's.



Gráfico 10: beneficios percibidos de la RV en trastornos de marcha y equilibrio



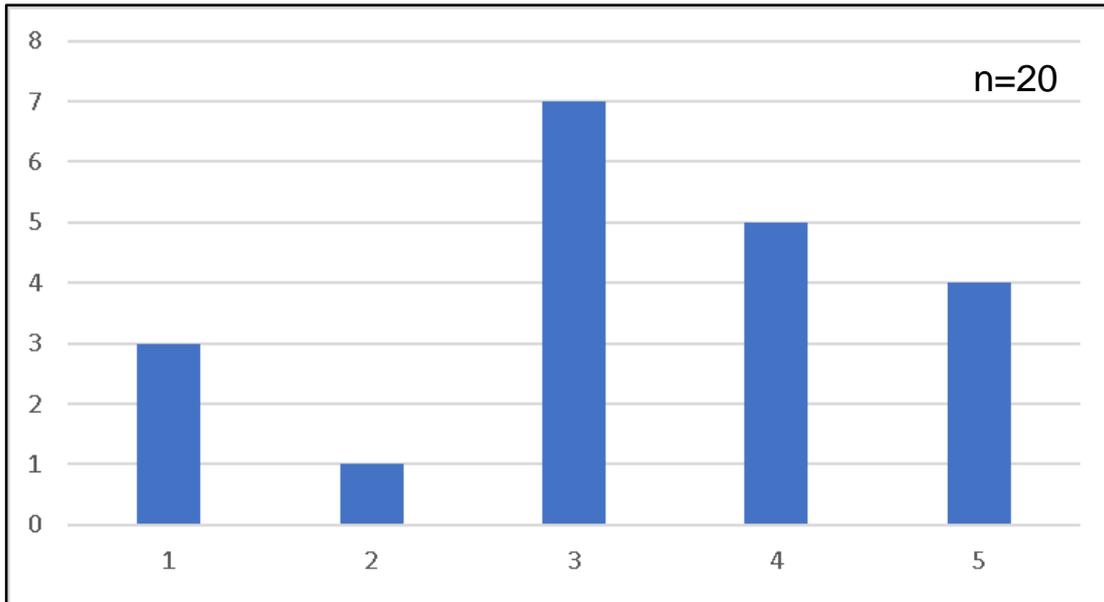
Fuente: elaboración propia

Los profesionales encuestados expusieron que la rehabilitación de los trastornos de marcha y equilibrio en los pacientes post ACV, es muy beneficiosa ya que gracias a la retroalimentación que genera en los pacientes, brindando entretenimiento y adherencia al tratamiento, permite que el paciente desvíe la atención de su patología y pueda llevar a cabo, con el correcto acompañamiento terapéutico, las tareas propuestas. A su vez, los entornos virtuales permiten generar adaptaciones de las superficies en las que deambule el paciente, generando obstáculos y facilitando el trabajo de las reacciones de equilibrio, los cambios de decúbitos, secuencias de movimiento normal, entre otros.





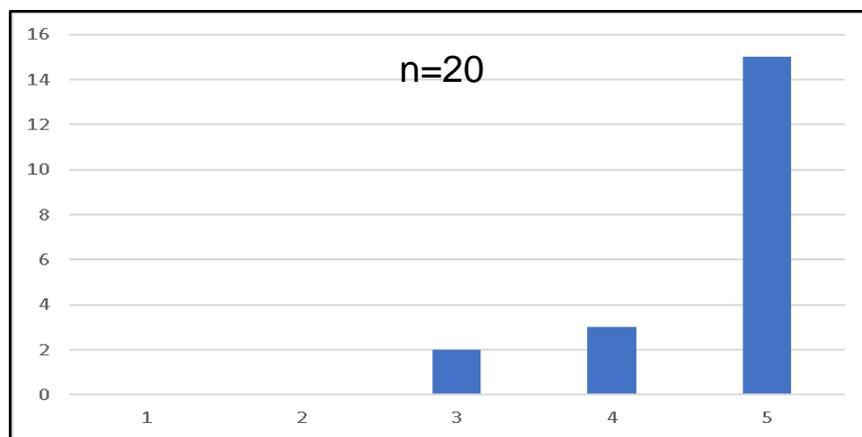
Gráfico 12: Beneficios percibidos de la RV en la independencia funcional en AVD's



fuentes: elaboración propia

Este gráfico, en cuanto a la independencia funcional adquirida por los pacientes luego del uso de realidad virtual, permitió determinar que un 35% de los profesionales encuestados establecieron en la escala de 1 a 5 puntos, 3 puntos para esta variable, un 25% otorgan 4 puntos, un 20% otorgaron 5 puntos, un 15% otorgan 1 punto y el 5% restante le otorgan 2 puntos

Gráfico 13: RV como complemento de la terapia convencional

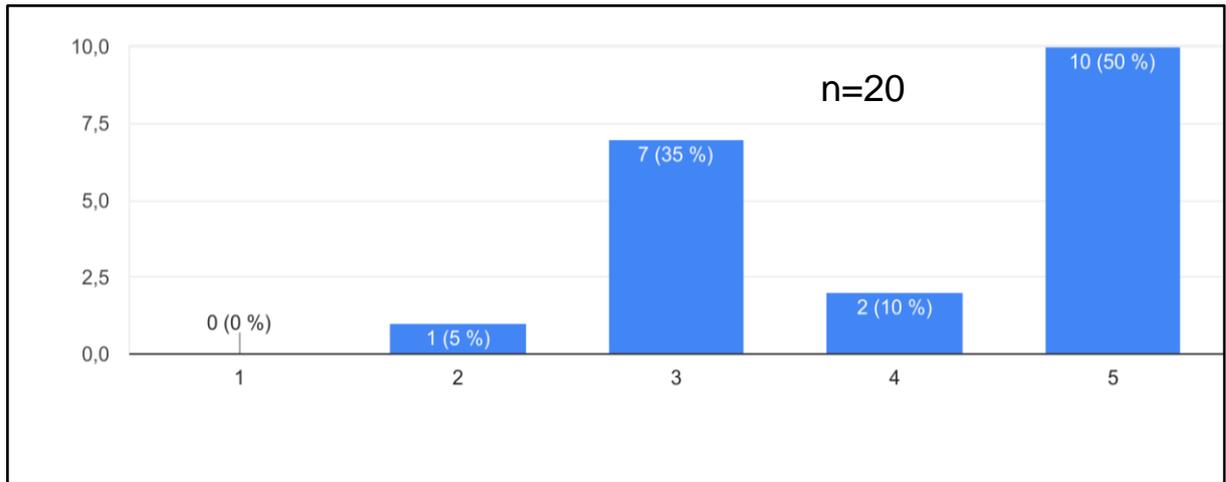


Fuente: elaboración propia

El 75% de los Lic. en kinesiología encuestados otorgan 5 puntos, es decir están totalmente de acuerdo con que la realidad virtual sea un complemento de la terapia convencional, un 15% otorgaron 4 puntos, estando moderadamente de acuerdo y un 10% otorgaron 2 puntos, estando moderadamente de acuerdo.



Gráfico 14: Percepción de los beneficios de la RV en el aprendizaje a través de la repetición



Fuente: elaboración propia

Este gráfico expone que el 50% de los Lic. en kinesiología expusieron que estaban totalmente de acuerdo con que la realidad virtual es una estrategia que promueve el aprendizaje motor a través de la repetición, otorgando 5 puntos, el 10% puntuó la frase con 4 puntos, el 35% le otorgó 3 puntos y el 5% restante le otorgó 2 puntos.





Conclusión



Finalmente, luego de realizar un análisis minucioso de los datos obtenidos en las encuestas realizadas a los Licenciados en kinesiología y fisiatría, se pudo analizar su percepción sobre los beneficios de la rehabilitación con realidad virtual en las secuelas y el aprendizaje motor en pacientes post accidente cerebrovascular en consultorios de neurorrehabilitación en la ciudad de Mar del Plata en el año 2023.

Los profesionales de la salud en esta área señalaron beneficios potenciales de la rehabilitación con realidad virtual, como una herramienta complementaria en el proceso de recuperación de los pacientes post accidente cerebrovascular, exponiendo las múltiples ventajas que esta presenta no solo a nivel motor, en el tratamiento de las secuelas físicas, sino también a nivel cognitivo y sensorial.

Los resultados de este estudio respaldan la evidencia existente en la literatura científica que demuestra las fortalezas de la rehabilitación con realidad virtual en la mejora del aprendizaje motor y la funcionalidad en pacientes post accidente cerebrovascular. Los Licenciados en Kinesiología y Fisiatría valoraron la capacidad de la realidad virtual para brindar un entorno de tratamiento motivador, seguro y personalizable, que facilita la repetición de tareas y estimula la plasticidad cerebral.

En cuanto a las mejoras sobre las secuelas producidas post accidente cerebrovascular, la mayoría de los licenciados determinó que la realidad virtual estimula las zonas aledañas a la lesión y permite lograr una estimulación neuronal y cognitiva que favorece a la recuperación funcional de las secuelas, logrando que a través de la neuroplasticidad y el aprendizaje motor, el paciente pueda integrar su mano espástica, lograr una marcha más funcional y disminuir los trastornos en el equilibrio, logrando un menor riesgo de caídas y disminuyendo la morbilidad de los mismos.

También se ha observado que la mayoría de los kinesiólogos que trabajan en el área de neurorehabilitación poseen conocimiento en esta técnica y la identifican como una herramienta más en la terapia, que favorece el aprendizaje a un nivel más inconsciente, pero logrando que el paciente pueda grabar los esquemas motores necesarios para adquirir las habilidades perdidas y lograr la recuperación funcional de las secuelas.

Sin embargo, es importante destacar que también se identificaron algunas barreras y limitaciones percibidas por los profesionales en la implementación de la rehabilitación con realidad virtual, como la disponibilidad de recursos tecnológicos, la necesidad de capacitación especializada y la integración de esta tecnología en el contexto clínico. Estas barreras deben abordarse para optimizar el uso de la realidad virtual en la práctica clínica de la neurorrehabilitación post accidente cerebrovascular.

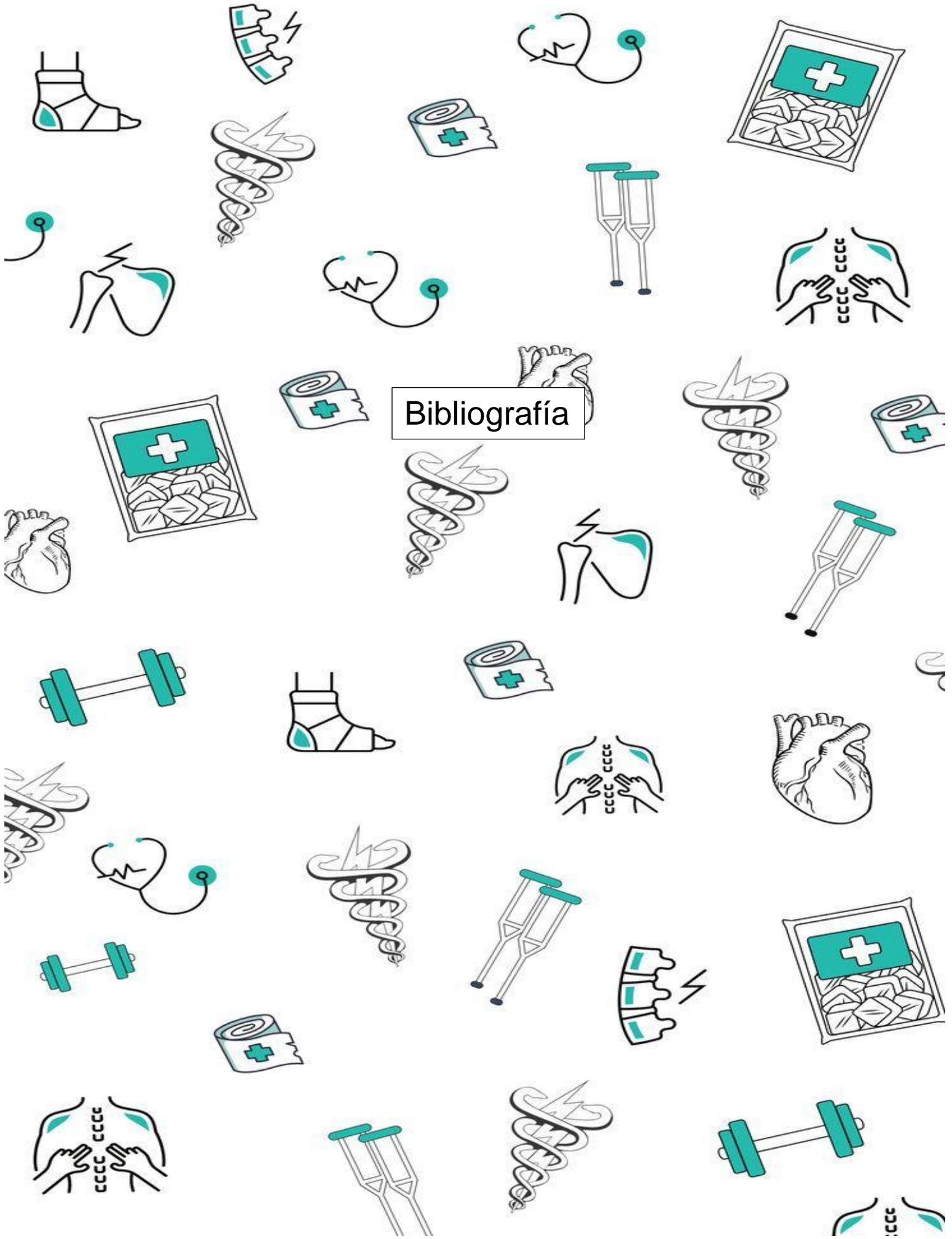


En base a los hallazgos de este estudio, se recomienda promover la formación continua de los Licenciados en Kinesiología y Fisiatría en el uso de la realidad virtual, así como el establecimiento de alianzas estratégicas entre los consultorios de neurorrehabilitación y los desarrolladores de tecnología para garantizar el acceso a equipos y programas adecuados. Además, se sugiere realizar investigaciones futuras que evalúen de manera más exhaustiva la eficacia de la rehabilitación con realidad virtual en diferentes subgrupos de pacientes y en comparación con enfoques de rehabilitación.

En definitiva, este aporte al conocimiento científico en el campo de la rehabilitación neurológica brinda información valiosa para los profesionales de la salud involucrados en la atención de pacientes post accidente cerebrovascular. La incorporación de la realidad virtual en la práctica puede proporcionar beneficios significativos en la recuperación de los pacientes, mejorando su calidad de vida y promoviendo una rehabilitación más efectiva, ya que se vuelve una terapéutica motivadora para los pacientes, porque permite llevar el entorno clínico a diversas situaciones que pueden ser muy favorables para los pacientes, para luego ser transferidas a su realidad.

Finalmente, de esta investigación surgen nuevos interrogantes que pueden ser abordados en investigaciones futuras como por ejemplo:

- ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades que identifican los pacientes post accidente cerebro vascular al interactuar con la realidad virtual en su rehabilitación
- ¿Cuál es la percepción de los kinesiólogos sobre los dispositivos virtuales más enriquecedores o beneficiosos al momento de la rehabilitación?
- ¿Cuáles son las principales barreras o facilitadores que identifican los kinesiólogos al momento de integrar la realidad virtual a su práctica en los consultorios?



Bibliografía



- BELLVER.M.2019. Manual del mareo: Guía para entender los Mareos, el vértigo y Recuperar el Equilibrio. **[En línea]**. Lugar de publicación: Vertigoymareo.org. **[Consulta:15/5/2023]**. Disponible: [https://www.vertigoymareo.org/files/ugd/b980bb\\_0f96c2bc14114560a907c9e750d6e93c.pdf](https://www.vertigoymareo.org/files/ugd/b980bb_0f96c2bc14114560a907c9e750d6e93c.pdf)
- CANO DE LA CUERDA. R y MARTINEZ.R. 2017. *Control y Aprendizaje motor*. **[En línea]**. Lugar de publicación: Editorial Panamericana. [Consultado el 18/05/2023]. ISBN: 9788491105374. **Disponible en:** <https://www.medicapanamericana.com/ar/libro/control-y-aprendizaje-motor-incluye-version-digital>
- CHEN, L.et. al.2016. Effect of Virtual Reality on Postural and Balance Control in Patients with Stroke: A Systematic Literature Review. En: *PubMed*. **[En línea]**. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28053988/>. [Consultado 24/04/2023].
- COLABORADORES ICTUS GBD.2016. Global, regional and national burden of stroke. 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. En: PubMed Central (PMC). **[En línea]**. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6494974/>. [Consultado el 24/04/2023].
- FU. M, KNUTSON.J Y CHAE,J. 2015. Stroke Rehabilitation using Virtual Environments. *Revista americana de medicina física y rehabilitación*. **[En línea]**. Author Manuscript. Volumen 26, Numero 4, Paginas 747-757. **[Consultado: 17/5/2023]**. DOI: [10.1016/j.pmr.2015.06.001](https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.06.001). **Disponible en:** <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26522910/>.
- FUSTINIONI.O. 2014. *Semiología del sistema nervioso*. Edición: 15° edición. Lugar de publicación: El Ateneo. ISBN: 9789500207812.
- GRAZIA MAGGIA, M. et.al. 2019. Virtual Reality and Cognitive Rehabilitation in People With Stroke: An Overview. *Journal of Neuroscience Nursing*. **[En línea]**. Lugar de publicación: Asociación Estadounidense de Enfermeras de Neurociencia. Volumen 51, Numero 2, Paginas: 101-105. [Consulta: 17/5/2023]. DOI: 10.1097/JNN.0000000000000423. **Disponible en:** [https://journals.lww.com/jnnonline/Abstract/2019/04000/Virtual\\_Reality\\_and\\_Cognitive\\_Rehabilitation\\_in.9.aspx](https://journals.lww.com/jnnonline/Abstract/2019/04000/Virtual_Reality_and_Cognitive_Rehabilitation_in.9.aspx).
- GUTIERREZ, L, MEDINA, JD, LOPEZ HARVAS, A. 020. Escala de Valoración Funcional de la Marcha (FAC), Para valorar el riesgo de calidad en ACV. *La Atención Especializada en la Seguridad del Paciente/ IV Congreso internacional Virtual de Enfermería y Fisioterapia*. **[En línea]**. Lugar de publicación: Servicio Andaluz de Salud. **[Consulta 16/5/2023]**. **Disponible en:** [http://congresoenfermeria.es/libros/2013/salas/sala5/p\\_1191.pdf](http://congresoenfermeria.es/libros/2013/salas/sala5/p_1191.pdf)
- HAO, J. et.al. 2021. Effects of Virtual Reality Intervention on Neural Plasticity in Stroke Rehabilitation: A systematic Review. *Physical Medicine and Rehabilitation*. **[En línea]**. American Congress of Rehabilitation Medicine. Volumen 103, Numero 3, Paginas: 523-541. **[Consulta: 19/05/2023]**. DOI: [10.1016/j.apmr.2021.06.024](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.06.024). **Disponible en:** <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34352269/>
- ILKIN, S. MIRZAYEV, A. 2018. Virtual Reality Intervention on Neural Plasticity in Stroke Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. En: PubMed. **[En línea]**. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30193810/>. **[Consultado el: 29/04/2023]**.



- IMAM, B y JARUS, T. 2014. Virtual reality rehabilitation from social cognitive and motor learning perspective in stroke population. En: *PubMed*. **[En línea]**. **Disponible en:** <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3913076/>. **[Consulta en: 18/5/2023]**.
- KH, C y WH, L. 2013. Virtual Walking Training Program Using a Real-World Video Recording for patients with Chronic Stroke. *Revista Americana de Medicina Fisica y Rehabilitacion*. **[En línea]**. National library of medicine. Volumen 92, Numero 5, Paginas 371-458- **[Consulta: 15/5/2023]**. DOI: [10.1097/PHM.0b013e31828cd5d3](https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31828cd5d3). **Disponible en:** <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23598900/>
- KHAN, F. AMARTYA, B. GALEA, MP. GONZENBACH, R. KESSELRING, J. 2016. Neurorehabilitation: applied neuroplasticity. *Journal of Neurology*. **[En línea]**. Lugar de publicación: Springer. Volumen 264, Numero 3, Paginas 603-615. **[Consulta 15/5/2023]**. DOI:10.1007/s00415-016-8307-9. **Disponible en:** <https://link.springer.com/article/10.1007/s00415-016-8307-9>
- KWAKKEL.G, BUMA.F y SELZER, E. 2018. Neural Repair and Rehabilitation. **[En línea]**. Segunda edición. Lugar de publicación: Cambridge University. **[Consulta: 15/5/2023]**. DOI:10.1017/CBO9780511995590.004. **Disponible en:** <https://www.cambridge.org/core/books/abs/textbook-of-neural-repair-and-rehabilitation/understanding-the-mechanisms-underlying-recovery-after-stroke/86EC191FF7A0D30DAB9A270B4F6F004F>
- LAVER. KE, LANGE,B. GEORGE,S. DEUTSCH,J. SAPOSNIK,G y CROTTY, M. 2017. Virtual reality for stroke rehabilitation. En: *PubMed*. **[En línea]**. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29156493/> . [Consultado el: 24/04/2023].
- LEVAC, DE. HUBER, ME. Y STERNAD, D. 2019. Aprendizaje y transferencia de habilidades motoras complejas en realidad virtual: una revisión perspectiva. *Revista de Neuroingenieria y Rehabilitación*. **[En línea]**. BMC. Volumen 16. Numero 121. Paginas 1-15. **[Consulta 15/5/2023]**. DOI: 10.1186/s12984-019-0587-8. **Disponible en:** <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-019-0587-8>
- LEVIN, M. DEMERS, M. 2020. Motor Learning in Neurological Rehabilitation. *Disability and Rehabilitation*. **[En línea]**. Taylor and Francis Group. Volumen 43, Numero 24. Paginas 3445-3453. **[Consulta:15/5/2023]**. DOI: <https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1752317>. **Disponible en:** <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-019-0587-8>
- LEVIN,M , PISCITELLI, D. Motor Control: a conceptual framework for rehabilitation. *Motor Control*. **[En línea]**. Human Kinetic Journal. Volumen 26, Numero 4, Paginas 497-517. **[Consulta 18/5/2023]**. DOI: <https://doi.org/10.1123/mc.2022-0026>. **Disponible en:** <https://journals.humankinetics.com/view/journals/mcj/26/4/article-p497.xml>
- LING.C.et.al. 2016. Efecto de la realidad virtual en el control postural y del equilibrio en pacientes con accidente cerebro vascular. En: *pubmed*. **[En línea]**. **Disponible:** <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28053988/>. **[Consulta: 15/5/2023]**.



- MANSFIELD, A, INNES, E, MCILROY, W. 2018. Handbook of Clinical Neurology. [En línea]. 3 edición. Lugar de publicación: ScienceDirect. [Consulta:15/5/2023]. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00013-6>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444639165000136?via%3Dihub>
- MILLER, M. 2013. Aplicación de realidad virtual en la rehabilitación cognitiva. *Revista Vínculos*. [En línea]. Lugar de publicación: Lugar de publicación: Volumen 10, Numero 1, Paginas 130-135. [Consulta 17/5/2023]. DOI: <https://doi.org/10.14483/2322939X.4682>. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/4682>.
- ORIHUELA-ESPINA.F.et.al. 2013. Reorganización neuronal que acompaña a la rehabilitación motora del miembro superior del accidente cerebro vascular con terapia de gestos basada en realidad virtual. *Topics in Stroke Rehabilitation*. [En línea]. Lugar de publicación: Taylor and Francis. Volumen 20. Numero 3. Paginas 197-209. [Consulta 16/5/2023]. DOI: <https://doi.org/10.1310/tsr2003-197>. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1310/tsr2003-197>.
- PIGRETTI, S. et.al. 2019. Consenso sobre accidente cerebro vascular agudo. *Sociedad Argentina de Cardiología*. [En línea]. Fundación cardiológica Argentina. Volumen 79. Numero 2. Paginas: 1-46. [Consulta: 16/5/2023]. Disponible en: <https://www.sac.org.ar/consenso/consenso-sobre-accidente-cerebro-vascular-agudo/>
- QI-FANG.et.al. 2022. Realidad virtual para la neurorrehabilitación: un análisis bibliométrico de la estructura del conocimiento y las tendencias temáticas. En: *Frontiers*. [En línea]. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2022.1042618/full>. [Consulta: 16/5/2023].
- RAGHAVAN, P. 2015. Upper Limb Motor Impairment Post Stroke. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. [En línea]. Lugar de publicación: ScienceDirect. Volumen 26, Numero 4, Paginas 599-610. [Consulta: 16/5/2023]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.06.008>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1047965115000558?via%3Dihub>
- RODRIGUEZ-GAITA. J, JIMENEZ.S, PAETH-ROHLFS.B. 2017. Neurorrehabilitación: métodos específicos de valoración y tratamiento. [En línea]. Lugar de publicación: Editorial Panamericana. ISBN: 9788491104070. Disponible en: <https://www.medicapanamericana.com/ar/libro/neurorrehabilitacion-incluye-version-digital>
- RODRIGUEZ-HERNANDEZ, M.et.al. 2023. ¿Puede la realidad virtual especifica combinada con la rehabilitación convencional mejorar la funcion motora de la mano después del ictus? Un ensayo clínico aleatorizado. *Journal NeuroEngineering and Rehabilitation*. [En línea]. Lugar de publicación: American Stroke Association. Volumen 41, Numero 7. Paginas: 1477-1484. [Consulta:15/5/2023]. DOI: <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.584979>. Disponible en: [https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.110.584979?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.110.584979?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed)
- SZCZUDLIK.A.et.al. 2018. Realidad virtual para la rehabilitación de miembros superiores en accidentes cerebro vasculares subagudos y crónicos: un ensayo controlado aleatorio.



*Archivos de Medicina Física y Rehabilitación*. [En línea]. Volumen 99. Numero 5. Paginas: 834-842. [Consulta: 15/5/2023]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.023>. Disponible en: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(18\)30099-6/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(18)30099-6/fulltext).

VIÑAZ DIZ, S. SOBRIDO PIETRO, M. 2016. Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Neurología*. [En línea]. Sociedad española de Neurología. Volumen 31. Numero 4. Paginas: 255-277. [Consulta:15/5/2023]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.06.012>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485315001632>

VOINESCU, A. SUI, J, STANTON FRASER, D. 2021. Realidad virtual en neurorrehabilitacion: una revision general de metanálisis. *Journal of clinical medicine*. [En línea]. MDPI. Volumen 10, Numero 7. [Consultado:12/5/2023]. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm10071478>. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/7/1478>

WON-SEOK, K.et.al. 2020. Clinical Application of Virtual Reality for Upper Limb Motor Rehabilitation in Stroke: Review of Technologies and Clinical Evidence. *Journal of clinical Medicine*. [En línea]. Volumen 9, Numero 10. [Consulta:29/4/2023]. DOI: [10.3390/jcm9103369](https://doi.org/10.3390/jcm9103369). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33096678/>

ZHANG, Bohan, DAN Li, YUE Liu, JIANI Wang y QUIAN Xiao. 2021. Virtual reality motor function, balance gait, cognition and daily function of stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Advance Nursing*. [En línea]. Lugar de publicacion: WILEY. Volumen 77. Numero 8. Paginas: 3255-3273. DOI: <https://doi.org/10.1111/jan.14800> Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jan.14800>