



## **Universidad Nacional de Río Negro**

**Licenciatura en kinesiología y fisioterapia.**

**Trabajo final de carrera.**

**Título: Intervención terapéutica post ACV.  
Neurorehabilitación integrando realidad virtual.**

**Directora:** Mgter. Edith Noemi Lovos

**Co-Director:** Lic. Leandro Correa

**Alumno:** Ponce Cevoli Ismael

**Año:** 2021

## Resumen

Actualmente la realidad virtual (RV) está adquiriendo un papel importante en el campo de la rehabilitación y en específico en la neurorehabilitación para la recuperación de personas que sufrieron un accidente cerebrovascular (ACV). El objetivo de este estudio consiste en indagar sobre las diferentes prácticas que existe utilizando RV, conocer acerca de sus beneficios y limitaciones, describir cuales son las contraindicaciones que se presentan al utilizar este sistema, y de este modo generar conocimiento sobre la integración de tecnologías emergentes, como es el caso de la RV, en las prácticas kinesiológicas para la neurorehabilitación en adultos mayores que han sufrido un ACV.

Se realizó una revisión bibliográfica de los últimos 5 años (2015-2020) analizando y describiendo los ensayos clínicos aleatorios (ECA) y los estudios pilotos (EP) recolectado de las principales fuentes y bases de datos biomédicas: Pubmed y PEDro, así como también en Google Académico.

A través de este trabajo de investigación, se han recuperado diferentes estudios en los que se utilizan sistemas de RV para la rehabilitación post ACV. Es posible llegar a concluir que si bien los estudios analizados no reportan diferencias significativas con respecto a la rehabilitación convencional, sin embargo presentan aportes de este tipo de rehabilitación, vinculados principalmente a mejorar la experiencia del paciente, sobre todo en lo que respecta a la motivación (incluyendo aspectos lúdicos entre otros), a la posibilidad de realizar la terapia en un ambiente más natural (como por ejemplo su hogar), entre otros.

**Palabras claves:** Rehabilitación, Kinesiología, ACV, Accidente Cerebrovascular, Realidad virtual, Videojuegos.

## **CAPÍTULO I**

|  |   |
|--|---|
| Introducción                             | 3 |
| Antecedentes del problema                | 5 |
| Relevancia de la investigación           | 6 |
| Motivación para la elección del problema | 6 |
| Hipótesis                                | 7 |
| Objetivo General                         | 7 |
| Objetivo Específico                      | 7 |

## **CAPÍTULO II**

|  |    |
|--|----|
| Marco Teórico  | 8  |
| Accidente cerebrovascular (ACV)                          | 8  |
| Rehabilitación de Pacientes con ACV                      | 11 |
| Integración de las Tecnologías en las Prácticas de Salud | 14 |
| Realidad Virtual   | 15 |
| Sistemas de Realidad Virtual                             | 16 |
| Realidad Virtual en Prácticas de Rehabilitación          | 18 |
| Videojuegos  | 19 |

## **CAPÍTULO III**

|             |    |
|-------------|----|
| Metodología | 20 |
|-------------|----|

## **CAPÍTULO IV**

|            |    |
|------------|----|
| Resultados | 23 |
|------------|----|

## **CAPÍTULO V**

|              |    |
|--------------|----|
| Conclusión   | 35 |
| Bibliografía | 38 |

# CAPÍTULO I

## Introducción

*La fisioterapia es aquella pasión  
de crear movimiento con la mente,  
con el cuerpo y fundamentalmente con el corazón.*

Acción Poética Fisioterapéutica

En el año 2015, en Argentina, el accidente cerebrovascular (ACV), fue considerado la principal causa de mortalidad, provocando el 28.9% del total de muertes (Salgado et al., 2019). Un estudio reciente de la Federación Argentina de Cardiología (2020)<sup>1</sup> indica que en nuestro país, sucede 1 ACV cada 9 minutos, 126 mil casos de ACV por año, de los cuales 18 mil terminan en muerte. A escala mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que 15 millones de personas sufren un evento vascular cerebral al año en todo el mundo, dejando al 30% con secuelas, tanto físicas como cognitivas. Asimismo, existen estudios (Podevano, 2017), que indican que el ACV tiene un fuerte impacto socioeconómico y en el caso de la población de adultos mayores, es considerada la primera causa de discapacidad, que demanda de prácticas de neurorehabilitación que permitan a los pacientes desenvolverse con autonomía en la vida cotidiana.

En relación a las prácticas de rehabilitación por ACV, existen estudios, como los de Guzmán y Londoño (2016), Martínez Osuna (2019), Montalbán y Arrogante (2020), entre otros, que consideran que la integración de tecnologías emergentes, como el caso de la realidad virtual (RV) a través de juegos digitales entre otros, puede convertirse en un complemento de la rehabilitación kinésica, proporcionando una retroalimentación en tiempo real y fundamentalmente promoviendo una práctica de rehabilitación que genere empatía con el paciente.

En este trabajo final de carrera, y a través de una revisión bibliográfica, se busca generar conocimiento sobre las tecnologías de la información y la comunicación

---

<sup>1</sup> <https://www.fac.org.ar/comunidad/2020/dia-acv.php>

(TIC), en particular aquellas consideradas emergentes, que pueden incluirse en tratamientos de rehabilitación de adultos mayores que sufrieron ACV.

Durante el desarrollo del trabajo, se discutirá sobre realidad virtual (RV), sus características, los diferentes tipos de escenarios de RV que pueden generarse, y su utilización en la rehabilitación para ACV. En particular, se presentarán y discutirán los dispositivos que se utilizan en estas prácticas, qué tipos de escenarios de RV resultan más adecuados para los pacientes, y cuáles son las contraindicaciones de esta modalidad terapéutica.

Para llevar adelante la revisión bibliográfica, se han consultado bases de datos específicas como PEDro y Pubmed, así como también Google académico.

## Antecedentes del problema

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) adquieren cada vez más presencia y relevancia en la vida cotidiana, modificando desde las formas de establecer vínculos, hasta el acceso y la producción de información entre otros aspectos. Las prácticas de salud no son ajenas a estos cambios, y en particular en el área de rehabilitación kinésica, se han incorporado tecnologías informáticas, algunas consideradas emergentes, como la realidad virtual (RV), los juegos digitales en particular aquellos considerados serios (JS), y/o la realidad aumentada (RA) entre otros. Existen estudios de revisión bibliográfica, como el de Nieves, Arce, León y Echávarri (2019), que dan cuenta de los beneficios que las terapias con RV aportan a este campo, entre ellos: el aumento del rendimiento funcional sensitivo y motor del miembro superior e inferior (Chen et al., 2015, Assis et al., 2016, Londoño, 2016, Fernández, 2019), equilibrio, deambulacion (Kim et al 2015, Yom et al. 2015, Kong et al 2016), estabilidad postural troncal (Lee et al 2016, 2018), rendimiento cognitivo (Gamito et al, 2017) y actividad física (Givon et al, 2016).

La RV, puede entenderse como una tecnología que posibilita la interacción del usuario con un entorno virtual multisensorial, y dónde esta interacción genera respuestas (feedback) sensoriales con un efecto motivante, en el sujeto. En relación a su uso en rehabilitación, Sánchez Fernández (2019a), sostiene que éstos buscan generar propuestas más interesantes y atractivas respecto de las convencionales, dando lugar a la creación de entornos sintéticos que el paciente puede experimentar como reales y seguros, y de esta forma asistirlo a afrontar situaciones complejas, y motivar en la realización de los ejercicios (repeticiones). Inclusive algunos sistemas posibilitan medir y registrar variables que dan cuenta de la progresión del proceso terapéutico. Como señala Ortega (et al., 2018): *“este siglo viene marcado por las innovaciones tecnológicas que nos hacen mejorar nuestra calidad de vida, (...). La incidencia de la tecnología sobre la salud, es la baza fundamental en una sociedad que avanza muy rápidamente. En el ensamble de tecnología, salud y actividad física, nace una idea precursora e innovadora de la utilización de la realidad virtual como herramienta especializada para la mejora psíquica y física”*. (p. 3).

## Relevancia de la investigación

La Federación Argentina de Cardiología (2020)<sup>2</sup> indica que en nuestro país se sucede un ACV cada 9 minutos, 126 mil casos de ACV por año, de los cuales 18 mil terminan en muerte, por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que 15 millones de personas sufren un evento vascular cerebral al año en todo el mundo, dejando un 30% con discapacidad. Desde el campo de la salud, se busca por una parte atender a las causas que dan lugar a la enfermedad (hipertensión, tabaquismo, etc) y tratamiento, y por otra y específicamente desde la disciplina vinculada a la kinesiología se busca diseñar planes terapéuticos que permitan a los pacientes recuperar funcionalidades motoras y cognitivas, buscando desarrollar autonomía y la reinserción social de los mismos. Así, a través de esta revisión de la bibliografía, se propone indagar sobre las posibilidades que las TIC, en particular la RV puede ofrecer la rehabilitación de pacientes que sufrieron ACV, en particular aquellos considerados adultos mayores. Tisnés y Acosta (2016), en un estudio sobre envejecimiento poblacional, indican que para este grupo etario el acceso a los servicios de salud resulta esencial, dado que tienen más posibilidades de padecer enfermedades que demandan atención especializada y cuidados a largo plazo. En este sentido, la edad se convierte en factor para contraer enfermedades del corazón, diabetes, cáncer y accidentes cerebrovasculares, pudiendo terminar con la vida, o generando discapacidad, y provocando cargas sociales, económicas y emocionales para la persona, su familia y la sociedad. Sumado a esto, como señalan los mismos autores, en Argentina la esperanza de vida, para la población mayor de 60 años, pasó de 23.8 en 1970, a 40.2 personas por cada 100 jóvenes en 2010, de esta forma las consecuencias que genera en la población adulta mayor un ACV se presenta como un problema a tratar. PODEVANO (2017), en un estudio sobre ACV en la población adulta mayor, indica respecto al impacto socio económico de esta enfermedad, que la misma, es la primera causa por discapacidad, y esto representa en países como Estados Unidos, un costo anual de rehabilitación superior a los 16 millones de dólares. En el caso específico de la provincia de Río Negro, un estudio llevado adelante en una institución hospitalaria del sistema público de la zona Andina (Villaté y Fernández, 2016), estimaba en base a datos del año 2013, que el costo demandado por estudios e internación según los valores

---

<sup>2</sup> <https://www.fac.org.ar/comunidad/2020/dia-acv.php>

establecidos para el año 2015, sería de \$2.863.328, y para la rehabilitación durante el primer año se requerirían \$16.203.488.

### **Motivación para la elección del problema**

Cuando una persona sufre un ACV, existen posibilidades de quedar con secuelas discapacitantes para el desarrollo de su vida cotidiana. La neurorehabilitación en estos pacientes suele ser un proceso largo, que requiere de la repetición constante de ejercicios, tornándose monótono, y a veces tedioso para los pacientes. Pigretti et al.,(2019), en un artículo sobre consensos respecto a ACV isquémico agudo, llevado adelante por especialistas de 9 sociedades médicas de Argentina, recomiendan la inclusión de las TIC en la rehabilitación temprana de los pacientes. Y aunque indican que no se han encontrado diferencias significativas en relación a la discapacidad y riesgo de caídas, si generan diferencias en relación al nivel de satisfacción logrado. En el caso particular de estudio, se focaliza en las personas adultas mayores, entendiendo como se presentaba en el apartado anterior, que es una población en crecimiento, donde el impacto económico social del ACV es alto, principalmente en lo que respecta a la rehabilitación. Por otra parte, como indica la OEA (2017), para que las personas adultas mayores logren llevar adelante un envejecimiento activo será necesario contar con políticas públicas que aborden el tema desde la perspectiva de derechos humanos, así como generar prácticas de salud que les permitan avanzar en este sentido. Sumado a esto, vivimos en una sociedad cada vez más digitalizada, y el sector de la salud no es ajeno a esta realidad, inclusive y en el contexto de pandemia generado por el COVID-19 a partir de marzo 2020, las tecnologías se convirtieron en un recurso que permitió dar soporte al sistema de salud (telemedicina, sistemas de turnos, etc). Así, desde este trabajo se propone generar conocimiento sobre la integración de tecnologías emergentes como la RV en prácticas de rehabilitación por ACV.

### **Hipótesis**

La inclusión de la realidad virtual en prácticas kinésicas que incluyan pacientes adultos mayores con patologías como ACV, es un aporte al proceso de rehabilitación, generando un impacto beneficioso en el reacondicionamiento físico y/o emocional de los pacientes.

## **Objetivo General**

Generar conocimiento sobre la integración de tecnologías emergentes, como es el caso de la realidad virtual en las prácticas kinesiológicas para la neurorehabilitación en adultos mayores con accidente cerebro vascular (ACV) de los últimos 5 años.

## **Objetivo Específico**

- Indagar sobre las diferentes prácticas kinésicas que integran tecnologías emergentes como la realidad virtual en la neurorehabilitación de pacientes adultos mayores que sufrieron ACV.
- Conocer acerca de los beneficios y limitaciones del uso de tecnologías informáticas como la realidad virtual, para la rehabilitación de pacientes adultos mayores que sufrieron ACV.
- Describir cuales son las contraindicaciones, que presentan los pacientes adultos mayores en las terapias de neurorehabilitación que integran realidad virtual.

# CAPÍTULO II

## Marco Teórico

### Accidente cerebrovascular (ACV)

La organización Argentina Fleni<sup>3</sup>, describe al accidente cerebrovascular (ACV) como “Una enfermedad neurológica causada por alteraciones en la circulación cerebral obstrucción de vasos del cerebro, con pérdida súbita de flujo (isquemia o infarto) o ruptura de vasos que causa sangrado o hemorragia dentro del cerebro o alrededor del mismo.” Y agrega “cuando las partes del cuerpo controladas por las regiones del cerebro afectadas por el daño vascular dejan de funcionar, se producen los síntomas. Estos pueden ser permanentes (ACV) o breves (accidente isquémico transitorio o AIT)”.

Existen dos tipos de ACV, el isquémico (ACVi) y el hemorrágico (ACVh). A continuación se describen brevemente los mismos.

**ACV isquémico.** Atendiendo al perfil evolutivo temporal se dividen según la clasificación clínico-temporal en:

- Ataque isquémico transitorio (AIT): Son episodios de disminución - alteración neurológica focal de breve duración con recuperación total del paciente en menos de 24 horas, no existiendo necrosis del parénquima cerebral.
- Déficit neurológico isquémico reversible (DNIR): Cuando el déficit neurológico dura más de 24 horas y desaparece en menos de cuatro semanas.
- ACV establecido. El déficit neurológico focal es relativamente estable o evoluciona de manera gradual hacia la mejoría, y lleva más de 24-48 horas de evolución.
- ACV progresivo o en evolución: es el que se sigue de empeoramiento de los síntomas focales durante las horas siguientes a su instauración.

### ACV hemorrágico:

- Hemorragia parenquimatosa, es la más frecuentemente relacionada con hipertensión. Es una colección hemática dentro del parénquima encefálico producida por la rotura vascular con o sin comunicación con los espacios

---

<sup>3</sup> <https://www.fleni.org.ar/>

subaracnoideos o el sistema ventricular. Su localización más frecuente es a nivel de los ganglios basales aunque también puede presentarse a nivel globular y tronco encefálico.

- Hemorragia subaracnoidea: Extravasación de sangre en el espacio subaracnoideo directamente.
- Hemorragia epidural: Sangre entre la duramadre y la tabla interna del cráneo.
- Hematoma subdural: Sangre entre las aracnoides y la duramadre.

Los dos últimos son de etiología traumática habitualmente.

En relación al impacto de la enfermedad, la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera que el ACV junto a los ataques cardíacos, son “fenómenos agudos que se deben sobre todo a la obstrucciones que impide que la sangre fluya hacia el corazón o el cerebro”, y señala como la causa más frecuente de esta enfermedad, la formación de depósitos de grasa en las paredes de los vasos sanguíneos que irrigan al cerebro. Esta patología también puede ser a causa de hemorragias de los vasos cerebrales o coágulos de sangre.

### **Epidemiología:**

Pigretti et al., (2019), a partir de datos publicados en 2016 por la Dirección de Estadísticas e Información en Salud, señalan que la primera causa de muerte en Argentina, corresponde al grupo conformado por las enfermedades del sistema circulatorio, (incluido el ACV), representando el 31% de las causas de muerte definidas.

Diferentes estudios han aportado información sobre la prevalencia e incidencia de ACV en la población de Argentina, por un lado, Melcon et al., (2016) llevó a cabo un estudio en la ciudad de Junín, provincia de Buenos Aires, observando una prevalencia de 868 casos por cada 100.000 habitantes/año. En base a este resultado se estimó una prevalencia global de 473 casos por cada 100.000 habitantes/año. La prevalencia aumenta con la edad. Por otro lado, Bahit et al., (2016) realizó un estudio en la ciudad de Tandil, Buenos Aires donde encontró una incidencia de ACV isquémico de 78.9 casos por cada 100.000 habitantes/año (56.1/100.000, extrapolado a la población mundial).

En un estudio realizado por Echevarría-Martín et al., (2003) en la ciudad de Mar del plata, Buenos Aires, registraron una tasa bruta ajustada a la población Argentina de

mayores de 21 años, fue del 43.2 (IC 95%: 42-44) para ACVi por cada 100.000 habitantes/año, y del 7 (IC 95%:6.6-5.8) para ACVh (datos no publicados).

### **Etiología/factores de riesgo:**

Insaurralde et al.,(2016) llevó adelante un estudio epidemiológico, en el que presentan dos registros hospitalarios de Argentina (Atallah et al., 2004, Sposat et al., 2007), correspondientes a 84 centros de todo el país e incluyen datos de 1235 pacientes, los autores concluyen que los factores de riesgo cardiovascular (FRCV) son los siguientes: Hipertensión arterial (HTA) (78,5%), Antecedentes de enfermedad cardíaca (34%), Tabaquismo (32%), Dislipemia (31%), ACV previo (22%), Diabetes mellitus (17%) y la fibrilación auricular (15%).

En el estudio internacional INTERSTROKE citado por Insaurralde, que incluye datos de Argentina, se comparan los FRCV entre los pacientes de ACV isquémico y ACV hemorrágico. Aquí, se observó que la HTA es el factor de riesgo más fuerte para el total de ACV, y de mayor influencia en el ACV hemorrágico, en cambio se identificó al tabaquismo como un factor de riesgo más importante en los pacientes con ACV isquémico al igual que la diabetes.

### **Signos y síntomas:**

Los síntomas de los ataques cerebrales son claros y se presentan repentinamente.

- Súbito adormecimiento o debilidad en la cara, el brazo o la pierna (especialmente en un lado del cuerpo)
- Súbita confusión, dificultad para hablar o entender
- Súbita dificultad para ver con uno o con los dos ojos
- Súbita dificultad para caminar, mareo, pérdida del equilibrio o de la coordinación
- Súbito dolor de cabeza severo, sin causa conocida

En relación a los déficits neurológicos la American Heart Association-Stroke Outcome Classification (AHA-SOC), los clasifica en seis dominios o áreas, a saber: motora, sensitiva, comunicacional, visual, cognitiva y emocional. Siguiendo con los aspectos cuantitativos, Alvaro Moyano (2010b) sostiene que “los pacientes que sobreviven a la fase aguda del ACV y alcanzan la estabilización neurológica de su cuadro, puede ser descrita de la siguiente manera: el 10% queda sin secuela, por lo

que no requiere rehabilitación funcional, un 10% quedan severamente dañados, pero no se benefician de rehabilitación activa y el manejo se centra más en prevenir complicaciones y entrenamiento familiar, pero el 80% que sufre esta patología queda con algún grado de déficit neurológico donde la rehabilitación tiene un papel fundamental a la hora del reacondicionamiento funcional”.

## **Rehabilitación de Pacientes con ACV**

La rehabilitación es un proceso importante para los pacientes que tienen alguna disfunción física o cognitiva, producida por alguna lesión o alteración en la salud, a través de la cual se busca recuperar las funcionalidades afectadas en forma total o parcial. El objetivo de la rehabilitación es que los pacientes logren alcanzar la mayor independencia posible, que les permita realizar las actividades de la vida diaria (AVD), facilitando de esta forma su reintegración social.

La neurorehabilitación en pacientes que sufrieron ACV es un proceso a largo plazo, que incluye la realización de un amplio conjunto de ejercicios y de repeticiones de los mismos, para lograr la mayor funcionalidad posible.

Alessandro et al., 2020, en relación al tiempo de inicio e intensidad de la rehabilitación, y con base en los aportes de (Lancet 2015, Winstein CJ et al., 2016, Hebert D et al., 2016), sostienen que es beneficioso iniciarla tan pronto como el paciente esté listo (signos vitales estables), y pueda tolerar (> 24 hs del inicio del evento), con una intensidad suficiente (combinación de las terapias > 3hs al día). En base a esto, divide el proceso de recuperación, en tres fases: fase aguda, fase subaguda y fase crónica.

Señala, que en la fase aguda es recomendable la movilización precoz durante las primeras 24-72 hs. Y en las fases subaguda - crónica: la rehabilitación motora de miembros inferiores y de la marcha, miembros superiores, tratamiento de la espasticidad, prevención y cuidados de contracturas articulares, rehabilitación de la taxia y balance, profilaxis de caídas, elección de dispositivos de soporte y sillas de ruedas, rehabilitación de la disfagia, cognición (rehabilitación de la atención, la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento, rehabilitación del lenguaje y la comunicación), rehabilitación de la negligencia espacial unilateral, rehabilitación de las funciones ejecutivas, rehabilitación de la memoria.

La práctica repetitiva e intensiva de ejercicios orientados a tareas realizados por el paciente, o asistidos mediante distintas herramientas tecnológicas (cinta rodante con suspensión parcial, robots y realidad virtual), puede contribuir a mejorar la recuperación funcional sobre la base de inducir fenómenos de neuroplasticidad (Bayón, M., y Martínez, J., 2008). Los mismos, refieren a la capacidad que tiene el cerebro para modificar sus conexiones, cambiar y adaptarse como resultado de la experiencia o en compensación ante cambios ambientales o lesiones (Rivero et al., 2019).

### **Técnicas de Neurorehabilitación**

Daviet et al., (2002), divide las técnicas de rehabilitación en técnicas neuromusculares en: pasivas, funcionales y cognitivas para la rehabilitación de ACV. A continuación se presenta una descripción resumida de las mismas.

#### **Técnicas pasivas:**

- Movilizaciones pasivas. El objetivo de esta técnica es la prevención de complicaciones músculo-articulares, principalmente evitar la retracción muscular.

#### **Técnicas Funcionales:**

- Estimulación eléctrica funcional. Se destaca su funcionalidad como técnica coadyuvante para la estimulación eléctrica para facilitar la recuperación motora, utilizándose para evitar el hombro doloroso, como así también para la estimulación de los elevadores del pie.
- Reaprendizaje motor de Carr y Shepherd (1997). Se basa en repeticiones de tareas. El objetivo es aumentar la atención y la motivación del paciente, esta técnica es principalmente visual y verbal, los cambios en los factores ambientales ayudan al paciente a desarrollar sus capacidades de adaptación al medio.
- Suspensión en arnés. Es una técnica de reentrenamiento de la marcha sobre una cinta de caminar sin fin, este trabajo posibilita la estimulación de la marcha y de los movimientos recíprocos de los miembros inferiores.

#### **Técnicas neuromotoras:**

- Método Bobath (Karl y Berta Bobath, 1986). Tiene un enfoque global en la perturbación de los movimientos del hemipléjico, los trastornos como

espasticidad, sincinesia y co-contracción, son los precursores para definir los principios en los que se inspira este método. El tratamiento se basa en la comprensión del movimiento normal, utilizando los canales perceptivos para facilitar los movimientos.

- Método de Brunnström (Signe Brunnstrom, 1951). Utiliza el trabajo contra resistencia que consiste en aparecer y desarrollar las sinergias primarias con el fin de aumentar la fuerza para posibles movimientos voluntarios, estos principios generan reacciones patológicas de modo que se diferencia de Bobath donde se basa en la normalización del tono.
- Facilitación neuromuscular propioceptiva (Knott y Voss, 1947). Es un método destinado a promover o acelerar la respuesta del mecanismo neuromuscular a través de la estimulación de los propioceptores. Se basa en movimientos en espiral o diagonales contra resistencia, buscando movimientos globales.
- Método Rood. El método consiste en aplicar estimulaciones exteroceptivas (frotamiento cutáneo rápido) en los puntos motores de los músculos afectados.

#### **Técnicas cognitivas:**

- Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo (ETC) Método de Perfetti. Este método se basa en el hecho de que el paciente debe percibir las informaciones sensitivas para poder utilizar con eficacia los circuitos sensitivomotores a partir de un reaprendizaje y un control visual.

### **Integración de las Tecnologías en las Prácticas de Salud**

En relación a la rehabilitación de pacientes que sufrieron ACV, diferentes estudios (Guzmán y Londoño, 2016, Martínez Osuna, 2019, Montalbán y Arrogante, 2020) consideran que la integración de tecnologías emergentes, como el caso de la realidad virtual (RV) a través de juegos digitales entre otros, puede convertirse en un complemento de la rehabilitación kinésica, dando soporte a las mismas, proporcionando una retroalimentación en tiempo real y fundamentalmente promoviendo una práctica de rehabilitación que genere empatía con el paciente.

## Interacción Persona Ordenador

Actualmente, y a partir de los avances tecnológicos y las posibilidades de acceso a los mismos, cada vez más las personas utilizamos e interactuamos en forma cotidiana con diversos recursos y dispositivos tecnológicos. La interacción persona-ordenador (IPO), es la disciplina que estudia la relación interactiva entre las personas y la tecnología, con el objetivo principal de lograr productos interactivos fáciles de usar y de utilidad para los usuarios (personas). Helander, Landauer y Prabhu.,(1997) señalan: *“En IPO el conocimiento sobre las capacidades y limitaciones del operador humano es utilizado para el diseño de sistemas, software, tareas, herramientas, entornos y organizaciones. El propósito general es mejorar la productividad, al tiempo que se proporciona una experiencia segura, confortable y satisfactoria para el operador”*.

A partir de esta definición se identifican tres elementos claves para la IPO: tecnología, persona y diseño. Para mejorar la relación interactiva entre personas y tecnología, no sólo es necesario comprender el funcionamiento de la misma, sino también el comportamiento de las personas; sus capacidades y limitaciones; cómo resuelven problemas, aprenden, reaccionan o toman decisiones. En relación al diseño, desde la IPO se lo entiende de manera global como la actividad y el resultado de conceptualizar o idear soluciones a problemas de interacción, apoyándose para ello en sólidos conocimientos sobre la tecnología y las personas. (Martínez et al., 2011). Existen diferentes tipos de tecnologías, entre ellas algunas consideradas emergentes como el caso de la realidad virtual, cuya aplicación puede verse en diferentes ámbitos: educación, entretenimiento, salud, etc.

## Realidad Virtual

La realidad virtual (RV), es considerada junto con la realidad aumentada y la internet de las cosas, entre otras, una tecnología emergente, es decir aquellas consideradas “potencialmente disruptivas” y que “todavía no han sido completamente comprendidas ni tampoco suficientemente investigadas”. (Veletsianos.,2010)

En el caso de la RV, es definida como “una experiencia sintética (virtual) en la que se produce una interacción hombre-máquina, donde el usuario se sumerge en una simulación gráfica de 3D generada por un ordenador, que le permite navegar en tiempo real simulando actividades” (Laplace, Mañola y Rocha., 2016). Asimismo,

Robles Garcia (2018), señala que “los sistemas de RV se basan en tecnología que genera información de entrada al sistema (inputs) e información de salida (outputs) del sistema. Las acciones del usuario y sus movimientos son, por ejemplo, entradas que el sistema se encarga de capturar y presentar en el entorno virtual”.

Un referente de las investigaciones en RV es Ivan Sutherland quien estableció en 1965, las bases de un sistema multisensorial basado en un ordenador, al que llamó “the ultimate display” que puede traducirse como “la interfaz persona ordenador óptima”. Asimismo, diseñó el primer casco de RV con un sistema de detección de la mirada del usuario, al que denominó “espada de damocles” por su extraña construcción y por la forma que lo sostenía la cabeza. Sin embargo, su trabajo quedó limitado por la tecnología del momento, especialmente la capacidad de procesamiento de los ordenadores. En los años 70 se desarrolló el primer guante de RV, que a través de fibra óptica y emisores de luz logró una mayor interacción con el mundo virtual. En 1995 la empresa japonesa Nintendo<sup>4</sup> lanzó la primera consola de RV llamada “Virtual Boy”, conformada por un visor y un mando o Joystick (periféricos de consola y pc que permiten el manejo y control de los videojuegos), con gráficos en 3D rojos y negros, esto dió lugar a avances con respecto al movimiento y la interacción, creando un dispositivo que permitía caminar, correr y moverse en un reducido espacio en todas las direcciones. (Fortunato, 2015)

En resumen, se puede entender la RV como una tecnología que posibilita la interacción del usuario con un entorno virtual multisensorial, dónde esta interacción genera respuestas (feedback) sensoriales con un efecto motivante, en el sujeto.

## **Sistemas de Realidad Virtual**

Los sistemas de RV son capaces de generar ambientes virtuales que pueden ser percibidos, como si fueran reales, todo esto generado a través de ordenador y un software específico. Abasolo et al., (2011) indican que un sistema de RV tiene 4 características:

- Mundo Virtual: es decir el entorno virtual o ambiente virtual que el usuario percibe, generado por algún dispositivo de visualización,
- Inmersión mental y física esto varía según la inmersión que se quiera utilizar, pueden ser sistemas inmersivos donde se pierde el contacto con el ambiente

---

<sup>4</sup> Empresa de entretenimiento dedicada a la investigación y desarrollo, producción y distribución de software y hardware de videojuegos, y juegos de cartas, con sede en Kioto, Japón.

real, sistemas semi-inmersivo donde el usuario está dentro del ambiente virtual sin perder el contacto con el ambiente externo y los sistemas no inmersivos, aquellos donde el usuario sigue percibiendo el entorno que lo rodea).

- Feedback sensorial los sistemas de RV pueden abarcar todos los sentidos, principalmente la vista pero también pueden ser auditivos y táctiles.
- Interacción es la relación entre usuario y computador, que se provoca al utilizar los sistemas de RV.

La RV genera entornos sintéticos (no reales) con los que el usuario interactúa en tiempo real. En la literatura, y de acuerdo al grado de inmersión que se genere, los sistemas de RV se clasifican en inmersivos, semi-inmersivos y no inmersivos. Hay acuerdo en relación a los sistemas inmersivos, entendidos como aquellos donde el usuario se introduce en un sistema tridimensional, de manera que la interacción con otros sujetos u objetos se hace solo a través de dispositivos específicos (guantes, cascos, etc) y dónde el contexto físico se reemplaza por un entorno virtual. Así el usuario solo puede percibir el contenido generado por el ordenador, bloqueando el resto del mundo físico. En general estos sistemas están asociados al entrenamiento o la simulación en particular en aquellas situaciones que pueden ser consideradas de riesgo o peligro para las personas. En la imagen 1, se puede visualizar la disposición del equipamiento y los usuarios en un sistema de simulación de RV inmersiva.



Imagen 1. Paciente deambulando en un entorno virtual inmersivo. Imagen tomada de Brandín-DeLa Cruz et al.,2020

En el caso de los sistemas no inmersivos, desde la perspectiva de la ingeniería se los identifica como aquellos donde el ambiente virtual generado se muestra en una

pantalla. Ya sean inmersivos o no inmersivos, la interacción con el entorno virtual se realiza a través de periféricos de entrada y/o a través de los movimientos corporales del usuario (Marotta et al., 2020). Otros autores vinculados al campo de la salud, como el caso de Viñas-Diz, y M. Sobrido-Prieto.,(2015), Calvo-Muñoz.,(2017), y García Fernández.,(2018) entre otros, reconocen a los sistemas semi-inmersivos como aquellos donde el usuario utiliza una pantalla (ej. Monitor de la computadora, TV, tablet, etc) como ventana hacia el mundo virtual y la interacción se produce a través del uso de dispositivos como: teclado, micrófono, mouse o joystick entre otros. En este trabajo se optará por esta clasificación de RV. En la imagen 2 se puede visualizar un sistema semi-inmersivo.



Imagen 2. Paciente deambulando en un sistema semi-inmersivo a través de una cinta, capturada por el sistema Kinect. Imagen tomada de Montes de Oca y Addati., 2020

Cualquiera sea el tipo de sistema de RV que se utilice, el foco está puesto en proveer al usuario durante la interacción con el mismo, la máxima sensación de libertad y esto se logra a través de la generación de entornos virtuales, de procesos de interacción que resulten naturales (interacción con objetos de la vida cotidiana) para el usuario y de respuestas del sistema en tiempo real.

Aunque la aplicación de la RV, nació en contextos de investigación, en la actualidad y como consecuencia de los avances tecnológicos y los costos de acceso a los mismos, es posible incluirla en diferentes áreas que van desde el entretenimiento (juegos, recitales, etc), educación, comercio, capacitaciones y salud entre otras. Marotta et al.,(2020), en relación a los aportes de la RV a las diferentes áreas destacan aspectos vinculados principalmente a la creatividad, imaginación y motivación. Así mismo, en áreas específicas como el entrenamiento en situaciones de riesgo permite hacer predicciones y/o generar acciones en base a los resultados de las interacciones.

## Realidad Virtual en Prácticas de Rehabilitación

Ortega et al.,(2018), señala que nos encontramos inmersos en la vida cotidiana en un tiempo signado por las innovaciones tecnológicas, en ese contexto, la aplicación de la RV en el ámbito de la salud puede ser entendida como una herramienta que aporte a la mejora psíquica y física de los pacientes, para lo cual es necesario la articulación entre tecnología, salud y actividad física.

En el caso del uso de la RV en rehabilitación, Sánchez Fernández (2019a), sostiene que su inclusión, busca generar propuestas más interesantes y atractivas respecto de las prácticas convencionales, dando lugar a la creación de entornos sintéticos (virtuales) que el paciente puede experimentar como reales y seguros, y de esta forma asistirlo a afrontar situaciones complejas, y generar efectos (premios, puntajes, etc), que lo motiven la realización de los ejercicios (repeticiones). Así mismo, el autor (2019b) destaca que ciertos sistemas de RV pueden llevar registro de variables que permiten realizar una cuantificación objetiva en las evaluaciones iniciales y finales, así como conocer la progresión del proceso terapéutico. En el caso de la neurorehabilitación, Matamala-Gómez et al.,(2018) señalan que el uso de la RV, permite potenciar la estimulación motora y cognitiva con mayor intensidad que utilizando técnicas de rehabilitación convencionales. Una de las formas de inclusión de la RV en rehabilitación es a través del uso de videojuegos.

### Videojuegos

Un videojuego es un producto de software, donde una o más personas interactúan, por medio de un controlador, con un dispositivo para visualizar las imágenes de videos. Los videojuegos se pueden jugar en diferentes dispositivos: un celular, un ordenador o una consola (XBOX, Nintendo Wii, PlayStation, etc) entre otros. Los videojuegos generan un movimiento económico importante en la industria del arte y entretenimiento (Pinilla Gimenez 2017). Por otra parte, se clasifican en aquellos desarrollados específicamente para el entretenimiento y aquellos considerados juegos serios. Michel & Chen (2005) definen un juego serio (JS) como aquel cuyo principal objetivo es la educación (en cualquiera de sus formas), y cuyas componentes principales son: objetivos, reglas, retos e interacción. Así un JS combina videojuegos y educación, habilitando otro mecanismo para llevar adelante la enseñanza y aprendizaje, a la vez que extiende los objetivos de entrenamiento y

genera no solo condiciones para que el jugador (usuario) aprenda sino que además pueda aplicar y demostrar lo aprendido.

La combinación de realidad virtual y juegos aumenta el interés y el entusiasmo de los pacientes en el proceso de rehabilitación (Brahnam y Jain, 2011, Shin, et al., 2015, Minyoung et al., 2016, Park et al., 2017, Aşkın et al., 2018). Así, aunque la monotonía que genera la repetición de ejercicios para la rehabilitación no puede evitarse dado que es intrínseca al proceso, puede ser percibida por los usuarios (pacientes) de forma amena a través del uso de juegos que incluyan RV. En el caso específico de los juegos serios, como desde su diseño se plantean con una intención educativa, sus componentes están pensados para lograr ese objetivo, ejemplo dispositivos de interacción ergonómicos, los retos o desafíos que se plantean, etc. Sin embargo, en muchos casos surgen en el ámbito de la investigación (laboratorios), y en este sentido no están al alcance de cualquier terapeuta ya que no son comerciales a diferencia de los juegos del entretenimiento. Sobre este punto Deutsch y McCoy (2017) sostienen que la transferencia de este tipo de tecnologías a los centros de salud y hogares, así como el conocimientos que demanda su implementación, siguen siendo un desafío.

## CAPÍTULO III

### **Metodología**

El presente estudio es una revisión bibliográfica de los últimos 5 años de la literatura científica sobre el uso de realidad virtual y su incidencia en la rehabilitación de pacientes que sufrieron ACV. Se propone indagar en las principales fuentes y bases de datos biomédicas: Pubmed, PEDro y también Google Académico. Se establecerán criterios de inclusión, entre ellos artículos y trabajos científicos relevantes publicados en los últimos 5 años (el período comprendido entre enero del 2015 hasta julio del 2020) que aborden el uso de la RV para la rehabilitación de pacientes adultos mayores que sufrieron ACV. En relación al idioma, se propone la búsqueda de material principalmente en español, definiendo palabras claves para el proceso de búsqueda bibliográfica, entre ellas: Rehabilitación, Kinesiología, ACV, Accidente Cerebrovascular, Videojuegos, Realidad virtual. Con la intención de hacer más específico el proceso de búsqueda, se diseñaron cadenas de búsqueda usando los operadores lógicos “and” y “or”, asimismo, solo se incluirán artículos completos. La calidad de los estudios recolectados, se evaluará mediante la escala de Physiotherapy Evidence Database (PEDro), por ser esta una herramienta diseñada para la evaluación de diseños clínicos y que ha sido utilizada en otros estudios similares (Muñoz Boje R, Calvo-Muñoz I., 2017, García Fernández 2018, 2019).

### **Metodología de búsqueda**

Para la selección de los artículos incluidos en la revisión se siguió la secuencia que se indica en la figura 1.

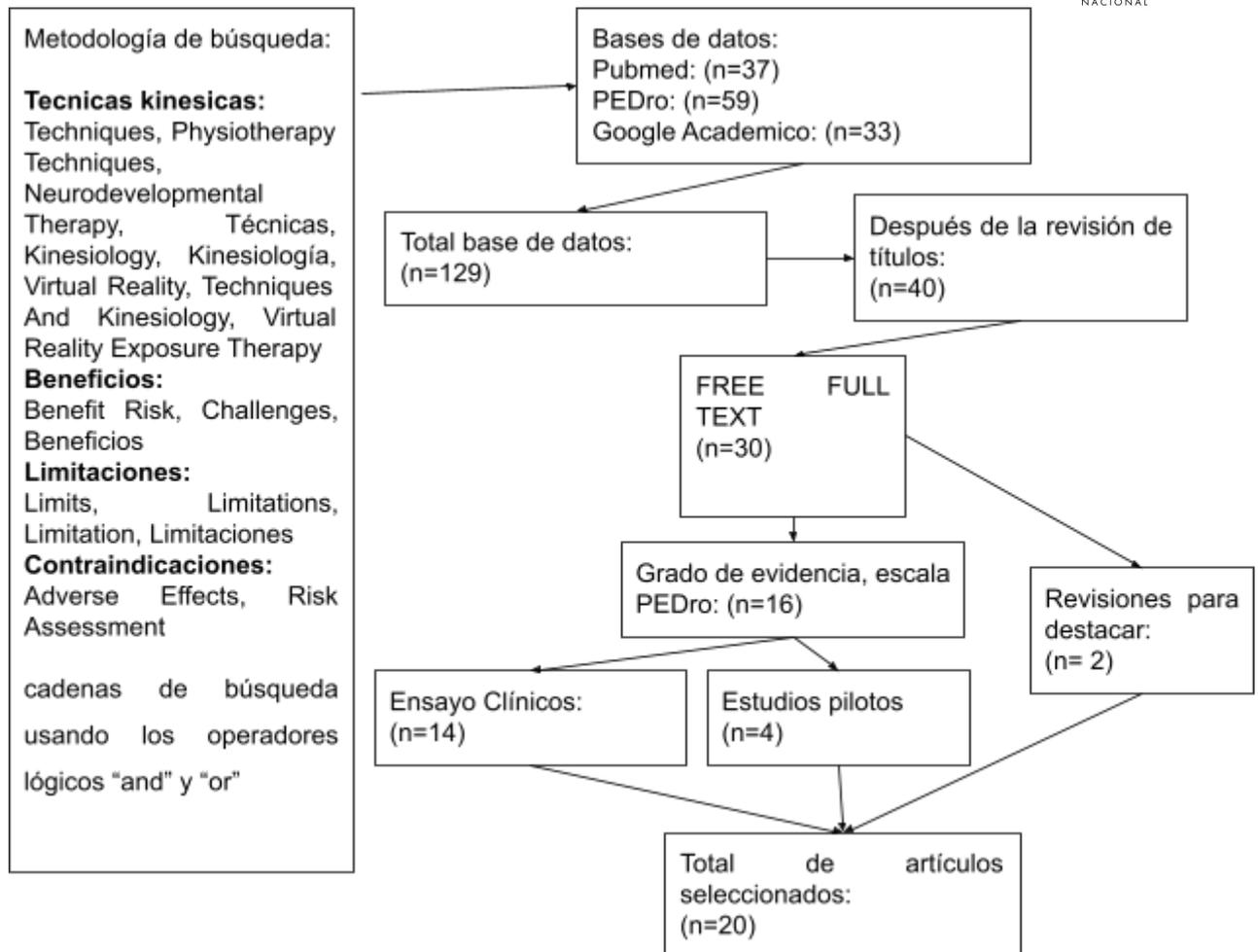


Figura 1, diagrama de flujo de búsqueda, elaboración propia.

### Criterios de inclusión:

- Tipos de estudios: Ensayos clínicos aleatorizados (ECA), Estudios Pilotos (EP), Revisiones bibliográficas que cuenten con alta calidad metodológica y evidencia científica.
- Calidad metodológica según la escala PEDro: estudios a partir de 5 sobre 10
- Periodo de publicación: Se seleccionaron artículos desde el enero del 2015 a julio del 2020
- Artículos que se encuentren en Pubmed, PEDro, Google Académico. hasta julio del 2020
- Idiomas: español e inglés.
- Tipo de participantes: Adultos mayores que sufrieron un ACV.

### **Criterios de exclusión:**

- Estudios de calidad metodológica según escala PEDro menores de 5 sobre 10
- Estudios publicados con fecha anterior del 2015
- Idiomas que no sean español, inglés
- Estudios que traten otra patología que no sea ACV

Se recuperó un total de 129 artículos. El proceso de filtrado teniendo en cuenta los criterios de selección antes mencionados, generó un total de 20 artículos, compuestos por 2 revisiones bibliográficas, 14 ensayos clínicos aleatorizados (ECA) y 4 estudios pilotos (EP).

## CAPÍTULO IV

### Resultados

A continuación se presentan el nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica de los ECA y EP analizados, a partir de aquí se denominará como estudios.

Se observó que en su totalidad cumplían con un grado de evidencia 1b, y un grado de recomendación A. En cuanto a la calidad metodológica de los mismos, siguiendo la escala de PEDro, 13 tienen una buena valoración (Shin, et al., 2015, Saponisk et al., 2016, Park et al., 2017, Zhang et al., 2017, Alves et al., 2018, Askin et al., 2018, Oh et al., 2018, Santos Júnior et al., 2018, Yoon-Hee Choi et al., 2018, Choi et al., 2019, Nourouzi-Gheidari et al., 2019, Park et al., 2019, Rogers et al., 2019), por encima de 5-7 puntos sobre una escala de 10, destacando 5 estudios (Lloréns et al., 2015, Zheng et al., 2015, Minyoung et al., 2016, Cannell et al., 2018, Schuster-Amft et al., 2018) con una calidad metodológica alta, de 8 puntos sobre 10.

#### **Características de los estudios incluidos**

Respecto al país dónde se llevaron adelante los estudios incluidos en este trabajo, se encontró que se distribuyen en 8 países: Corea del sur (Shin, et al., 2015, Minyoung et al., 2016, Park et al., 2017, Yoon-Hee Choi et al., 2018, Choi et al., 2019, Oh et al., 2019, Park et al., 2019), China (Zheng et al., 2015, Zhang et al., 2017), Turquía (Aşkın et al., 2018), Brasil (Alves et al., 2018, Santos Júnior et al., 2018), Canadá (Norouz-Gheidari et al., 2019, Saposnik et al., 2016), España (Llorens et al., 2015), Suiza (Schuster- Amft et al., 2018), Australia (Cannell et al., 2018, Rogers et al., 2019). Así, es posible observar que mayormente, los estudios corresponden al continente asiático, en este sentido esto puede estar asociado al desarrollo socioeconómico de los países de esta región, y a la transferencia de tecnología que permite realizar innovaciones en diferentes ámbitos, entre ellos la salud (Sánchez, 2016) .

En cuanto al tipo de instituciones dónde se llevaron adelante los estudios, la Tabla 1 presenta un resumen de los mismos. Así, puede observarse que en su mayoría corresponden a instituciones hospitalarias de la región de origen.

| Autor/Año   | Institución                     |
|---|---------------------------------|
| Llorens et al., 2015, Shin, et al., 2015, Zheng et al., 2015, Minyoung et al., 2016, Park et al., 2017, Zhang et al., 2017, Aşkın et al., 2018, Cannell et al., 2018, Santos Júnior et al., 2018, Schuster-Amft et al., 2018, Yoon-Hee Choi et al., 2018, Norouz-Gheidari et al., 2019, Oh et al., 2019, Park et al., 2019, Rogers et al., 2019 | Hospital de la región de origen |
| Choi et al., 2019   | Clinica de Rehabilitacion       |
| Saposnik et al., 2016   | Centro de Rehabilitación        |
| Alves et al., 2018  | Laboratorio de Fisioterapia     |

Tabla 1. Descripción en cuanto al tipo de instituciones dónde se llevaron adelante los estudios. Elaboración propia

Respecto a los miembros en los que se focalizaron las prácticas de rehabilitación de los estudios analizados, 2 lo hicieron sobre el miembro inferior (Schuster-Amft et al., 2018, John Cannell et al., 2018), y el resto de los estudios, trabajo sobre el miembro superior pléjico.

A continuación, se presentan y discuten los resultados a partir de los objetivos específicos planteados.

### **Tecnologías emergentes, realidad virtual en la neurorehabilitación de pacientes adultos mayores que sufrieron ACV.**

Teniendo en cuenta la clasificación de sistemas de RV presentada en el marco teórico, todos los artículos seleccionados incluidas las revisiones bibliográficas, hacen referencia al uso de sistemas de RV del tipo semi-inmersivo.

En cuanto a los dispositivos utilizados para generar la experiencia de RV, se pueden clasificar en aquellos diseñados con fines lúdicos y/o recreativos, y aquellos creados ad-hoc con fines terapéuticos. En la Tabla 2, se presenta un resumen de los mismos.

| <b>Sistema / Objetivo</b>                  | <b>Dispositivo</b>   |
|--|--|
| Sistemas con fines lúdicos y/o recreativos | Xbox Kinect,<br>Nintendo Wii   |
| Sistemas diseñados con fines terapéuticos  | Leap Motion<br>Bi-Manu trainer<br>Elements<br>Joystim<br>Jintronix<br>MoU-Rehab<br>Rapel smart board.<br>Biomaster System<br>RehabMaster |

Tabla 2. Clasificación de los dispositivos de RV . Elaboración propia

En un ambiente de RV, los objetos sintéticos (virtuales) que se incluyen en el mismo, tienen la intención de proporcionar al usuario diferentes tipos de información: visual, auditiva, táctil, olfativa y de movimiento. Para que el usuario pueda relacionarse (interactuar) con el ambiente, se han desarrollado diferentes interfaces y con ellas diferentes dispositivos, algunos de uso cotidiano como un mouse o un joystick hasta otros más complejos, como aquellos dispositivos que permiten capturar los movimientos del usuario u otros de tipo hápticos que permiten la interacción táctil (S. Viñas-Diz y M. Sobrido-Prieto 2015). En la Tabla 3, se presenta en forma resumida un detalle de los dispositivos que permiten la interacción con el sistema de RV, los tipos de juegos utilizados y los miembros sobre los que se aplicó el tratamiento en los estudios analizados.

| <b>Autor/Año</b>      | <b>País</b>      | <b>Tipo de dispositivo</b> | <b>Nominación</b> | <b>Miembro tratado</b> | <b>Juegos</b> | <b>Tipo de Juego</b> |
|-----------------------|------------------|----------------------------|-------------------|------------------------|---------------|----------------------|
| Llorens et al. (2015) | Valencia, España | Cámara de reconocimiento   | Kinect            | Miembro Inferior       | BioTrak       | Juego Serio          |

|                         |   |                          |              |                           |   |                              |
|-------------------------|---|--------------------------|--------------|---------------------------|---|------------------------------|
| Shin, et al. (2015)     | Corea   | Cámara de reconocimiento | PrimeSense   | Miembro Superior y Tronco | Rehab Master  | Juego Serio                  |
| Zheng et al. (2015)     | China   | Guantes                  | BioMaste     | Miembro Superior          | BioMaste  | Juego Serio                  |
| Minyoung et al., (2016) | Corea De Sur  | Cámara de reconocimiento | Kinect       | Miembro Superior          | AD-HOC  | Juego Serio                  |
| Saposnik et al. (2016)  | Unidad de rehabilitación de 4 países, Canadá (11), Argentina (1), Perú (1), Tailandia (1) | Consola de juegos        | Nintendo Wii | Miembro Superior          | Wii Sport y Game Party 3                            | Industria de entretenimiento |
| Park et al. (2017)      | Corea De Sur  | Consola de juegos        | Xbox Kinect  | Miembro Superior          | Kinect Sport Park y Kinect Sport Park 2             | Industria de entretenimiento |
| Zhang et al. (2017)     | China   | Sensor infrarrojo        | Leap Motions | Miembro Superior          | AD-HOC  | Juego Serio                  |
| Alves et al. (2018)     | Brasil  | Consola de juegos        | Nintendo Wii | Miembro Superior          | Wii Sport   | Industria de entretenimiento |
| Aşkın et al. (2018)     | Turquía   | Consola de juegos        | Xbox Kinect  | Miembro Superior          | Kine Labs - Buena vista de caza y Chef de Hong Kong | Juego Serio                  |

|                              |              |                                     |                     |                  |   |                              |
|------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------|------------------|---|------------------------------|
| Cannell et al. (2018)        | Australia    | Cámara de reconocimiento            | Jintronix           | Miembro Inferior | Jintronix Rehabilitation System                   | Juego Serio                  |
| Santos Júnio et al., (2018)  | Brasil       | Consola de juegos                   | Nintendo Wii        | Miembro Superior | Balance Bubble Plus, Rhythm Parade, Tenis, y Caja | Industria de entretenimiento |
| Schuster- Amf et al., (2018) | Suiza        | Guantes                             | Bi-Manu Trainer     | Miembro Superior | Airplane, Desert Run y Shopping                   | Juego Serio                  |
| Yoon-Hee Cho et al., (2018)  | Corea De Sur | Cámara de reconocimiento            | MoU-Rehab           | Miembro Superior | AD-HOC  | Juego Serio                  |
| Choi et al. (2019)           | Corea De Sur | Sensor infrarrojo                   | Leap Motions        | Miembro Superior | AD-HOC (juegos de disparos, etc)                  | Juego Serio                  |
| Norouz-Gheidari et al (2019) | Canadá       | Cámara de reconocimiento            | Jintronix           | Miembro Inferior | Jintronix Rehabilitation System                   | Juego Serio                  |
| Oh et al (2019)              | Corea De Sur | Dispositivo con instrumentos reales | Joystim             | Miembro Superior | AD-HOC  | Juego serio                  |
| Park et al (2019)            | Corea De Sur | Pizarra interactiva                 | Raphael Smart Board | Miembro Superior | AD-HOC  | Juego Serio                  |
| Rogers et al (2019)          | Australia    | Mesa interactiva                    | Elements            | Miembro Superior | AD-HOC  | Juego Serio                  |

Tabla 3, Características de los estudios. Elaboración propia.

## Beneficios y limitaciones

Antes de comenzar con la descripción de los beneficios y limitaciones encontrados a partir de la revisión bibliográfica, es importante señalar que los estudios analizados

en relación a las condiciones de salud de los pacientes incluidos en los mismos, señalan qué eran personas con: ACV con déficit neurológicos leves a moderados, deterioro cognitivo leve a moderado (Mini Mental-Test >20), disfasia, sin problemas con el funcionamiento visual y auditivo. Así mismo, respecto a la muestra los estudios trabajaron con grupos de control (GC) y grupos experimental (GE), siendo este último, el grupo que recibió la terapia de rehabilitación usando RV.

En la Tabla 4, se presentan los estudios analizados categorizados por tipo de estudio (ECA/EP), tipo de terapia (sólo RV, o si era complementaria a la tradicional), variables a medir, instrumento de medición, tamaño de la muestra y los resultados obtenidos.

| <b>Autor / Tipo de estudio</b>    | <b>Grupos / Tipo de terapia</b>                           | <b>Variable a medir</b>                | <b>Instrumento</b>  | <b>Resultados</b>   |
|-----------------------------------|---|--|---|---|
| Llorens et al., (2015)<br><br>ECA | P: 30<br>GC: 15<br>GE: 15<br>RV + Terapia tradicional     | Equilibrio CVRS<br>Aspectos subjetivos | Equilibrio de Berg (BBS) y Equilibrio de Brunel<br>Formulario corto de 8 Escala de usabilidad del sistema y el inventario de motivación | Ambos grupos recibieron mejoras subjetivas en las evaluaciones, pero no obtuvieron mejoras en el seguimiento de 1 mes.  |
| Shin, et al., (2015)<br><br>ECA   | P: 35<br>GC: 16<br>GE: 16<br>RV + Tratamiento ocupacional | CVRS<br>Depresión<br>Función motora    | SF-36<br>Hamilton Depression Rating Scale (HAMD),<br>Fulg Meyer   | El GE obtuvo mejoras significativas en las siguientes evaluación: SF-36. En el resto de las medidas ambos obtuvieron mejoras pero no significativas entre grupos. |
| Zheng et al., (2015)<br><br>ECA   | P: 112<br>GC: 54<br>GE: 58<br>RV + rTMS de 1 Hz + Terapia | Función motora<br>AVD                  | Flug Meyer Escala de Wolf Barthel modificado<br>SF-36   | Después del tratamiento de 4 semanas el GE obtuvo mejoras significativas en todas las evaluaciones frente al GC   |

|                                | tradicional  |   |  |   |
|--------------------------------|--|---|--|---|
| Minyoung et al., (2016)<br>EP  | P: 26<br>GC: 13<br>GE: 13<br>RV + Terapia Tradicional  | Función motora<br>AVD<br>CVRS             | Fulg Meyer<br>Barthel<br>modificada<br>SF-12                 | El grupo experimental obtuvo una mejora significativa en el test Fugl-meyer.  |
| Saposnik et al., (2016)<br>ECA | P: 141<br>GE: 71<br>GC: 70<br>RV + Terapia tradicional | Función motora<br>AVD<br>Destreza manual  | Escala de Wolf<br>Barthel<br>modificada<br>BBT<br>SIS        | Ambos grupos obtuvieron resultados significativos pero no diferencias entre grupos, en el BBT el grupo control obtuvo mejores resultados.   |
| Park et al., (2017)<br>ECA     | P: 20<br>GC: 10<br>GC: 10<br>RV + Terapia Tradicional  | Función Motora<br>Equilibrio<br>Marcha    | Flug Meyer<br>Equilibrio de<br>Berg<br>Time up go y<br>10mWT | El GE solo obtuvo mejoras significativas en las siguientes evaluaciones: BBS, TUG, 10mWT.   |
| Zhang et al., (2017)<br>EP     | P: 26<br>GC: 13<br>GE: 13<br>RV + Terapia Tradicional  | Función Motora<br>Reorganización neuronal | Wolf<br>Resonancia magnética funcional                       | Ambos grupos obtuvieron resultados favorables en la prueba funcional de WOLF pero no diferencias significativas entre ellos. El grupo experimental obtuvo mejores puntajes y lo resolvió en un menor tiempo, en cuanto a la resonancia hubo cambios más evidentes en el grupo experimental. |
| Alves et al., (2018)<br>ECA    | P: 60<br>GRV: 20<br>GC: 20<br>GIM: 20<br>RV            | Función motora                            | Fugl Meyer   | Diferencia significativa intergrupo entre el GIM y el grupo de RV. El grupo de RV solo obtuvo una diferencia significativa intergrupo con el GC   |

|                                     |   |   |   |   |
|-------------------------------------|---|---|---|---|
| Aşkın et al., (2018)<br>ECA         | P: 38<br>GC: 20<br>GE: 18<br>RV + Terapia tradicional   | Función motora<br>Destreza Manual<br>Tono Muscular<br>Rango de Mov. | Flug Meyer<br>BBT<br>Ashworth modificada<br>Estadio de Brunnstrom<br>Goniómetro | El grupo de RV obtuvo mejoras significativas en todas las medidas menos en la etapa de Brunnstrom de mano, en cuanto al ROM obtuvieron mejoras significativas en todas las direcciones, pero el grupo control obtuvo mejoras en flexión, abducción, rotación externa de hombro y extensión de codo. Todas las mejoras fueron superiores para el grupo de RV |
| Cannell et al., (2018)<br>ECA       | P: 73<br>GC: 41<br>GE: 40<br>RV + Terapia tradicional   | Equilibrio<br>Marcha<br>Destreza manual                             | Test de alcance funcional y test de alcance lateral, Time up go y 10 mWT, BBT   | Ambos grupos mejoraron significativamente pero no hay diferencia entre grupos   |
| Santos Júnior et al., (2018)<br>ECA | P: 48<br>G: FNP: 16<br>G: FPN+RV: 16<br>G: RV: 16<br>RV | Función Motora  | Flug Meyer  | La función motora del MS resulta beneficiosa para todos los grupos.<br>En cuanto al dolor y movilidad pasiva los grupos de RV+PNF y PNF obtuvieron resultados significativos.<br>El grupo de RV obtuvo mejores resultados para MI   |
| Schuster-Amft et al., (2018)<br>ECA | P: 54<br>GC: 32<br>GE: 22<br>RV                         | Función motora<br>Destreza manual<br>Impacto de ACV                 | CHAI<br>BBT<br>SIS  | Ambos grupos obtuvieron mejoras significativas, sólo el GE obtuvo mejor puntaje en la prueba de BTT, CACHAI y SIS pero no clínicamente significativas   |
| Yoon-Hee Choi et al., (2018)        | P: 73<br>GE: 12<br>GC: 12                               | Función motora<br>Tono Muscular                                     | Fulg Meyer<br>Estadio de Brunnstrom   | Se encontraron resultados significativos en la medida de Flug Meyer y en la prueba  |

|                                    |  |   |   |   |
|------------------------------------|--|---|---|---|
| ECA                                | RV + Terapia tradicional   |   |   | musculares manuales para el grupo de RV, manteniendo los resultados después de 1 mes.   |
| Choi et al., (2019)<br>ECA         | P: 36<br>GTE + RV: 12<br>GTE: 12<br>GC: 12<br>RV + Terapia tradicional<br>TE: Terapia espejo | Función motora<br>CVRS<br>Dolor                                 | Función Manual (MTF)<br>Formulario corto de 8                                       | Los 3 grupos obtuvieron mejoras significativas en el MS. En la calidad de vida el grupo de espejo tradicional y el RV obtuvieron mejoras, siendo el último con mejores resultados. La cantidad de cambio fue mayor en el RV |
| Norouz-Gheidari et al (2019)<br>EP | P: 18<br>GC: 9<br>GE: 9<br>RV + Terapia Tradicional  | Función Motora<br>Destreza Manual<br>Impacto del ACV            | Fulg Meyer<br>BBT<br>SIS  | Ambos grupos obtuvieron resultados significativos, el grupo experimental obtuvo mejor puntuación en Flug Meyer y en la escala de SIS. El grupo experimental obtuvo mejores puntuaciones pero no significativas              |
| Oh et al (2019)<br>ECA             | P: 31<br>GC: 13<br>GE: 18<br>RV  | Función Motora<br>Destreza manual<br>Cognición<br>Tono Muscular | Flug Meyer<br>BBT y 9-HPT<br>Montreal y<br>Mini-Mental State<br>Ashworth modificada | El GE obtuvo mejoras significativas en las pruebas: MMT de extensión de muñeca y flexión de codo, BBT y 9-HPT. En el resto, ambos grupos obtuvieron resultados significativos.  |
| Park et al (2019)<br>ECA           | P: 26<br>GC:13<br>GE: 13<br>RV + Terapia tradicional   | Función motora<br>AVD<br>Impacto del ACV<br>Rango de Mov.       | Flug Meyer<br>Escala de Wolf<br>Barthel modificada<br>SIS<br>Goniómetro             | Ambos grupos obtuvieron mejoras en las medidas primarias, en cuanto a las secundarias el grupo experimental obtuvo mejores resultados en AROM de hombro y mostraron resultados positivos en el SIS también.                 |

|                        |   |                              |  |   |
|------------------------|---|------------------------------|--|---|
| Rogers et al (2019) EP | P: 21<br>GC: 11<br>GE: 10<br>RV + Terapia Tradicional | Destreza manual<br>Cognición | BBT<br>Aprendizaje de laberinto de groton<br>Tarea de turno Inv. de funcionamiento neuroconductual | Ambos grupos recibieron resultados significativos, pero a la hora de la magnitud de los tamaños de efecto el grupo experimental obtuvo mejoras en el BBT y en todas las medidas de función cognitiva. |
|------------------------|---|------------------------------|--|---|

Tabla 4. Variables e instrumentos utilizados por los estudios. Elaboración propia.

De los estudios analizados, 4 de ellos (Santos Alvez et al., 2018, Schuster-Amft et al., 2018, Oh et al., 2019 y Santos Júnior et al., 2018) llevaron adelante análisis comparativos entre integración de RV en prácticas de rehabilitación y rehabilitación tradicional. Solo 2 de estos (Oh et al., 2019 y Santos Alvez et al., 2018) refieren mejoras significativas para el GE, en las variables analizadas (Función Motora, Destreza manual, Cognición, Tono Muscular), para el resto no se evidencio diferencia intergrupo.

Los 14 estudios restantes, combinaron RV con terapia tradicional, 5 de estos (Zheng et al., 2015, Minyoung et al., 2016, Park et al., 2017, Aşkın et al., 2018, Choi et al., 2018) refieren que el GE obtuvo diferencias significativas al GC en las siguientes variables: Función Motora, AVD, CVRS, Equilibrio, Marcha, Destreza Manual, Tono Muscular, Rango de Movimiento.

En relación a los beneficios y/o aportes que se indican en los estudios analizados, destacan, por una parte, cuestiones vinculadas a los avances tecnológicos y costos de los dispositivos (Saposnik et al., 2016), que permiten innovar en el diseño de prácticas de rehabilitación, en particular en el espacio dónde se llevan adelante y formas de seguimiento. Así, es posible que los pacientes realicen la práctica kinésica en sus hogares, promoviendo la auto-rehabilitación desde un espacio que puede resultar más cómodo para el paciente, por ejemplo en la organización de sus horarios de tratamiento (Llorens et al., 2015, Minyoung et al., 2016), y como efecto secundario podría contribuir a acercar la práctica de rehabilitación, a lugares periféricos de los centros de salud, disminuyendo así, los costos de inversión en recursos humanos (Llorens et al., 2015, Park et al., 2017, Alves et al., 2018, Cannell et al., 2018). Por otra parte, la retroalimentación que proporcionan los juegos

incluidos en las prácticas con RV, influyen positivamente sobre el factor motivación del paciente, posibilitando aumentar la intensidad de la rehabilitación y promoviendo así la plasticidad neuronal (Zhang et al., 2017, Aşkın et al., 2018, Yoon-Hee Choi et al., 2018, Oh et al., 2019, Park et al., 2019). En este sentido, como señalan Alves et al., (2018), los juegos aumentan la secreción de dopamina que se relaciona con un mejor rendimiento, aprendizaje, sentimientos de placer y motivación. Asimismo, en algunos casos, como la terapia en espejo para miembros superiores combinada con RV, permite evitar dolores que aparecen cuando se aplica sólo la terapia en espejo (Choi et al., 2019)

Sobre las limitaciones encontradas, se pueden asociar por una parte al costo de los dispositivos específicos (guantes, sensor infrarrojo, etc) para generar las experiencias de rehabilitación usando RV de tipo semi-inmersiva. En otros casos, se asocia a los errores en la captura de los movimientos del paciente que puede relacionarse con la calidad de los dispositivos. En cuanto a los sistemas de procesamiento de datos, el estudio de Park et al., (2017) indica que existen dificultades para reconocer perfiles de usuarios que forman parte de la experiencia (paciente, terapeuta) cuando se lleva adelante el tratamiento. Por otro lado, los juegos de RV utilizados para la rehabilitación de miembro superior no tienen en cuenta el entrenamiento de destreza manual (Aşkın et al., 2018).

En resumen, los beneficios encontrados, se centran en aspectos vinculados a la posibilidad de acceso a los dispositivos (caso de consolas de juegos), el acortamiento de las brechas de acceso a las prácticas de rehabilitación (en el sentido de que podrían ser aplicables bajo supervisión en espacios más accesibles/afines al paciente), así como también mejorar la relación del paciente con la práctica (motivación, disfrute, y comodidad entre otros).

A continuación se presentan las conclusiones de los estudios más relevantes.

- Llorens et al., (2015) realizó un ECA, y Minyoung et al., (2016) llevó adelante un EP, en ambos casos utilizaron un sistema ad-hoc, que incluye como sensor de captura de movimiento el dispositivo Kinect. En el caso de Llorens (Imagen 3), evalúa los efectos de la rehabilitación en domicilio (GE) y en el centro de salud (GC), comparando los costos de intervención para la rehabilitación de miembros inferiores (Equilibrio). Este ECA concluye ambos grupos, recibieron una mejora en las evaluaciones sin embargo, el costo fue menor en el caso de la rehabilitación domiciliaria. En cuanto al EP realizado por Minyoung et al., (2016)

desarrolló un software con los principios de FNP (Imagen 4), utilizando el mismo dispositivo en el proceso de evaluación del rendimiento de las AVD y CVRS del miembro superior. El GE se expuso a la rehabilitación usando RV. Los autores, señalan que el GE obtuvo puntajes significativos, e indican que esta alternativa terapéutica tiende a ser más efectiva para la rehabilitación AVD y CVRS.



Imagen 3. Paciente utilizando sistema AD-HOC donde el objetivo es pisar el objeto que les aparece en pantalla capturado por sistema de Kinect. Imagen tomada de Llorens et al., (2015)

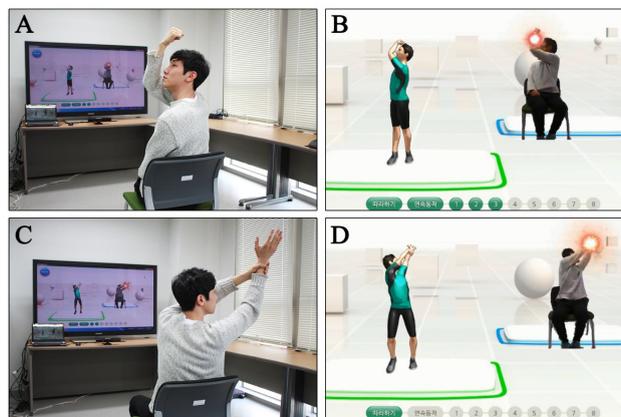


Imagen 4. Paciente realizando diagonal 1 de FNP, en la imagen A se visualiza con el miembro solo y en la imagen B de manera autoasistida con el sistema de captura Kinect. Imagen tomada de Minyoung et al., (2016)

- Rogers et al., (2019) realiza un ECA para comparar un sistema denominado “Elements” que es un juego serio basado en RV, para la rehabilitación de funciones motoras y cognitivas en pacientes adultos, combinada con la terapia tradicional para miembro superior. Así se conforman dos grupos GE (expuesto a la combinación de terapia tradicional y RV) y GC (expuesto a la terapia tradicional). En la Imagen 5 permite visualizar el uso del sistema. En cuanto a

los resultados, ambos grupos (GC y GE) obtuvieron mejoras significativas, pero en relación a la magnitud de los resultados, el GE obtuvo mejor puntaje. Los investigadores concluyen que a través del uso del juego (“Elements”) los participantes reciben terapia sin saberlo, es decir se percibe como algo natural que resulta divertido y desafiante para ellos. Asimismo, señalan que el sistema propuesto puede ser una alternativa para la rehabilitación segura y efectiva.

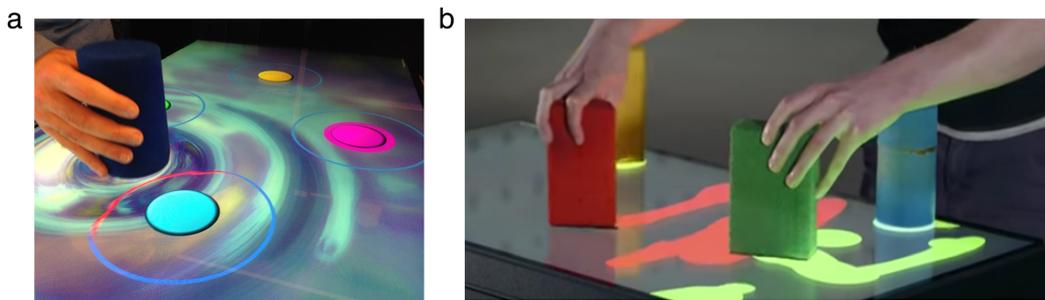


Imagen 5. Paciente utilizando el sistema Elements. En la imagen A se encuentra realizando una tarea dirigida a un objeto con retroalimentación visual y en la imagen B el participante se encuentra explorando el sistema.

Imagen tomada de Rogers et al., (2019)

- Zhang et al., (2017) en su investigación realizó un EP y Choi et al., (2019) un ECA, en ambas investigaciones integraron a la terapia tradicional el sistema Leap Motions para la rehabilitación de la mano. En el caso Zhang, evaluó la reorganización de la función cerebral mediante RMF, así como la recuperación de la función motora de la mano, en cuanto a los resultados el estudio destaca efectos positivos sin embargo, no son superiores al GC En el caso Choi, combinó Leap Motion con terapia en espejo, y a partir de los resultados obtenidos señala que la misma, resulta efectiva para la rehabilitación de mano, evitando el dolor de cuello que se registra en la terapia de espejo tradicional. En la Imagen 6 se puede observar cómo se utiliza la RV, combinada con la terapia de espejo tradicional.

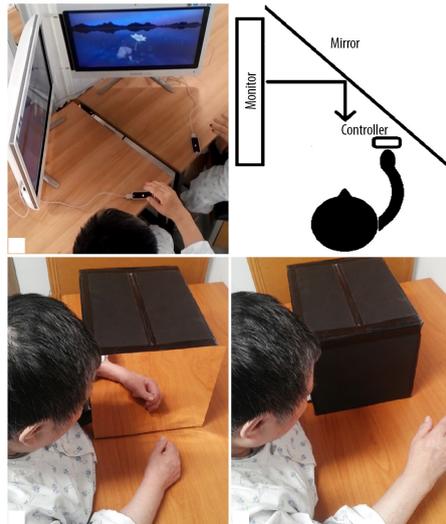


Imagen 6. Paciente utilizando el sistema Leap Motions combinado con terapia de espejo tradicional. Imagen tomada de Choi et al., (2019)

## Contraindicaciones

Stanney (1995) se refirió al término “ciber-molestias”, como aquellos efectos secundarios que se producen por la exposición a entornos virtuales, y que tiene consecuencias en la salud de los individuos. Entre las ciber-molestias se encuentran: trastornos visuales, desorientación, inestabilidad postural, náuseas, dolor de cabeza, dolores posturales, etc. El estudio de Sharples, Cobb, Moody y Wilson (2008) compara los efectos secundarios según el tipo de RV inmersiva, semi-inmersiva y no inmersiva, el mismo concluye que la RV inmersiva provoca mayores efectos secundarios, ya que la interacción con el mundo virtual era completa, en cambio en los demás tipo de RV los efectos son menores, debido a que el usuario todavía sigue recibiendo información del contexto que lo rodea.

Los estudios analizados para este trabajo, utilizan RV semi-inmersiva, de esta manera los pacientes no pierden el contacto con el contexto físico que los rodea al momento de realizar la práctica de rehabilitación. Así, los efectos adversos que se identifican no son graves y se asocian a: mareo, aturdimiento, náuseas, adormecimientos, dolores musculares, dolor de espalda, fatiga (postintervención), dolor de cabeza (Zheng et al., 2015, Saposnik et al., 2016, Norouz-Gheidari et al., 2019).

# CAPÍTULO V

## Conclusiones

La población de adultos mayores en Argentina modificó su esperanza de vida, así la población mayor de 60 años, pasó de ser 23.8 en 1970, a 40.2 personas por cada 100 jóvenes en 2010. Por otra parte, la enfermedad por ACV puede afectar a personas de cualquier edad, sin embargo, la incidencia y prevalencia aumentan con la edad y ésta es un factor riesgo no modificable. (Podevano, 2017)

Como se expuso en el marco teórico, la enfermedad por ACV es una de las causas de discapacidad en adultos mayores, qué tiene impacto económico, social y afectivo. Atender a la discapacidad por ACV, requiere de prácticas de neurorehabilitación, donde el objetivo está puesto en lograr que los pacientes alcancen un grado de independencia, que les permita realizar/recuperar las actividades de la vida diaria, facilitando de esta forma su reinserción social. Sumado a esto, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienen cada vez más presencia en la vida cotidiana y en diferentes contextos: recreativos, educativos, salud, etc., producto de los avances tecnológicos, de las posibilidades de acceso, y en este último tiempo a consecuencia de la pandemia por COVID-19. Asimismo, ésta marcada presencia de las TIC, demanda el desarrollo de habilidades para el uso de las mismas, principalmente en la población adulta mayor (Gómez et al., 2021). En este trabajo, se recolectó y analizó información con el fin de generar conocimiento sobre la integración de tecnologías emergentes, como es el caso de la realidad virtual en las prácticas kinesiológicas para la neurorehabilitación en adultos mayores con ACV.

Sobre los objetivos específicos planteados, es posible concluir: qué los sistemas de RV utilizados en los estudios analizados, corresponden al tipo semi-inmersivos, esto puede ser producto de la facilidad de acceso a los mismos por una parte, y por otra como indican algunos estudios (Zheng et al., 2015, Saposnik et al., 2016, Norouz-Gheidari et al., 2019) estos sistemas semi-inmersivos, evitan ciertos efectos adversos que se presentan con los sistemas inmersivos (mareo, aturdimiento, náuseas, adormecimientos, dolores musculares, dolor de espalda, fatiga, dolor de cabeza). En cuanto a los dispositivos tecnológicos incluidos en los estudios, son

tanto dispositivos provenientes de la industria del entretenimiento (ej. Xbox, Nintendo Wii), como aquellos diseñados específicamente con fines terapéuticos (Ej. Rapel smart board, Leap motion, Bi-manu trainer, MoU-Rehab, Elements, Joystim, Biomaster System, Rehab Master). En el caso de los primeros, presentan la limitación que solo pueden aplicarse a pacientes con fuerza muscular por encima de un cierto valor.

En relación a los beneficios de esta alternativa terapéutica, se destaca la retroalimentación en tiempo real que recibe el paciente, y cuando la inclusión de la RV se realiza a través de juegos estos pueden influir positivamente sobre el factor motivación, haciendo posible el aumento de la intensidad en la rehabilitación y favoreciendo con ello la plasticidad neuronal (Zhang et al., 2017, Aşkın et al., 2018, Yoon-Hee Choi et al., 2018, Oh et al., 2019, Park et al., 2019). Sumado a esto, estudio como el de Llorens et al., 2015, dan cuenta de la posibilidad de llevar la rehabilitación a un espacio físico más confortable respecto a la comodidad y los tiempos del paciente (su hogar por ejemplo), así esto podría ser un aporte en términos económicos, abaratando costos de traslado del paciente al centro de salud. Asimismo, y en algunos casos clínicos (acceso a la tecnología, habilidades para su uso, entre otros), se podría llevar adelante la rehabilitación sin la presencia constante de un profesional, optimizando el uso de recursos para aumentar la atención en pacientes que requieren de más intervención personal.

Sobre las limitaciones, se observan problemas asociados al manejo de los dispositivos de entrada (ej. joystick) por parte de los pacientes, y/o problemas técnicos en los dispositivos de captura (sensores de movimiento), un ejemplo es la falta de precisión en captura de los movimientos finos de la mano en dispositivos como el Kinect y la consola Nintendo Wii.

En cuanto a las disfunciones más abordadas en los estudios analizados, se centran en la funcionalidad del miembro superior, aumento de la marcha y equilibrio, dependiendo del dispositivo utilizado. Así, de 18 estudios analizados sólo 7 de ellos dan resultados significativos para el GE (expuesto a la terapia con RV). De estos estudios, 2 (Oh et al., 2019 y Santos Alvez et al., 2018), llevaron adelante un análisis comparativo entre integración de RV en prácticas de rehabilitación y rehabilitación tradicional. Sobre el mismo, los autores refieren mejoras significativas para las siguientes variables: Función Motora, Destreza manual, Cognición, Tono Muscular. Los 5 estudios restantes (Zheng et al., 2015, Minyoung et al., 2016, Park

et al., 2017, Aşkın et al., 2018, Choi et al., 2018) aplicaron RV combinada con terapia tradicional, refiriendo resultados significativos para el GE en las siguientes variables: Función Motora, AVD, CVRS, Equilibrio, Marcha, Destreza Manual, Tono Muscular, Rango de Movimiento. El estudio de Choi et al., 2018, es el único que realizó seguimiento después de finalizado el mismo, y comprobó que los resultados para el GE se mantuvieron después del mes. El resto de los estudios no obtuvieron diferencias significativas entre el GE y GC, sin embargo acuerdan que la terapia con RV genera mayor motivación y compromiso en el paciente.

En los estudios analizados, no se hace referencia a las competencias digitales de los terapeutas, ni al tiempo que demanda el diseño de una práctica kinésica que incluya RV.

Por todo lo desarrollado hasta aquí, es posible concluir que las prácticas de rehabilitación que integran RV, aunque no presentan mejoras significativas sobre la terapia tradicional, pueden ser un aporte a los procesos de rehabilitación por ACV en adultos mayores, generando espacios de rehabilitación más amenos y motivantes para el paciente. Así mismo, y teniendo en cuenta esta población, demanda recursos de salud, este tipo de terapias podría contribuir a disminuir costos de atención, así como también ser un aporte a la alfabetización digital de los mismos.

## **A Futuro**

La UNRN en su estatuto (Art.7) promueve la incorporación de nuevos contextos, tecnologías, metodologías y estrategias de enseñanza y de aprendizaje, orientados a adquirir mejores competencias profesionales. En este sentido, y atendiendo a la oferta académica y de investigación que ofrece la institución, los resultados de este trabajo podrían ser un aporte para el diseño de proyectos de investigación y/o extensión interdisciplinarios, que a futuro permitan la transferencia de conocimientos e innovaciones tecnológicas en el campo de la salud y en particular en el contexto de la UNRN, aportando a la formación profesional.

## Bibliografía

1. Aarón Martínez Osuna. (2019). Beneficios del uso de aplicaciones móviles y dispositivos de realidad virtual como soporte para el tratamiento de pacientes con ictus. <https://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/150923>
2. Accidente Cerebrovascular (ACV). (2020, 22 julio). Fleni. <https://www.fleni.org.ar/patologias-tratamientos/accidente-cerebrovascular-acv/#:%7E:text=Los%20signos%20y%20s%C3%ADntomas%20del,cognitivas%20y%20Fo%20cambios%20emocionales>
3. Álvaro Moyano V. (2010). El accidente cerebrovascular desde la mirada del rehabilitador. *Revista Hospital Clínico Universidad de Chile*, 21, 358–355. <https://www.yumpu.com/es/document/view/13452251/el-accidente-cerebrovascular-desde-la-mirada-del-rehabilitador>
4. Alves, S. S., Ocamoto, G. N., de Camargo, P. S., Santos, A. T. S., & Terra, A. M. S. V. (2018). Effects of virtual reality and motor imagery techniques using Fugl Meyer Assessment scale in post-stroke patients. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 25(11), 587–596. <https://doi.org/10.12968/ijtr.2018.25.11.587>
5. Aşkın, A., Atar, E., Koçyiğit, H., & Tosun, A. (2018). Effects of Kinect-based virtual reality game training on upper extremity motor recovery in chronic stroke. *Somatosensory & Motor Research*, 35(1), 25–32. <https://doi.org/10.1080/08990220.2018.1444599>
6. Bayón, M., & Martínez, J. (2008). Plasticidad cerebral inducida por algunas terapias aplicadas en el paciente con ictus. *Rehabilitación*, 42(2), 86–91. [https://doi.org/10.1016/s0048-7120\(08\)73619-3](https://doi.org/10.1016/s0048-7120(08)73619-3)
7. Belén Guerrero Cuevas & Luis Valero Aguayo. (2013). Efectos secundarios tras el uso de realidad virtual inmersiva en un videojuego. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 13(2), 163–178. <https://www.ijpsy.com/volumen13/num2/353/efectos-secundarios-tras-el-uso-de-realidad-ES.pdf>
8. Cannell, J., Jovic, E., Rathjen, A., Lane, K., Tyson, A. M., Callisaya, M. L., Smith, S. T., Ahuja, K. D., & Bird, M. L. (2017). The efficacy of interactive, motion capture-based rehabilitation on functional outcomes in an inpatient

- stroke population: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 32(2), 191–200. <https://doi.org/10.1177/0269215517720790>
9. Carlos Casado Martínez, Muriel Garreta Domingo, Yusef Hassan Montero, Loïc Martínez Normand, Enric Mor Pera. (2011). Interacción persona ordenador. Eureka Media. <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Interacci%C3%B3n%20persona%20ordenador%20.pdf>
  10. Choi, H. S., Shin, W. S., & Bang, D. H. (2019). Mirror Therapy Using Gesture Recognition for Upper Limb Function, Neck Discomfort, and Quality of Life After Chronic Stroke: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Medical Science Monitor*, 25, 3271–3278. <https://doi.org/10.12659/msm.914095>
  11. Choi, Y. H., & Paik, N. J. (2018). Mobile Game-based Virtual Reality Program for Upper Extremity Stroke Rehabilitation. *Journal of Visualized Experiments*, 133. <https://doi.org/10.3791/56241>
  12. Clément, M. E., Romano, L. M., Furnari, A., Abrahín, J. M., Marquez, F., Coffey, P., Rodriguez, L., Carabajal, V., Gonorazky, S., & Ioli, P. (2018). Incidencia de enfermedad cerebrovascular en adultos: estudio epidemiológico prospectivo basado en población cautiva en Argentina. *Neurología Argentina*, 10(1), 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2017.09.002>
  13. Cristina Manresa Yee . . . [et.al.]. (2011). Realidad virtual y realidad aumentada. Interfaces avanzadas. Universidad Nacional de La Plata. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18399/Documento\\_completo\\_\\_\\_pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18399/Documento_completo___pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  14. D. David García Fernández. (2018). Utilización de realidad virtual en miembro superior en pacientes con ictus: Revisión sistemática. Universidade da Coruña. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/21096>
  15. Diego Guzmán & Jeronimo Londoño. (2016). Upper limb rehabilitation with virtual environments: a review. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 37(3). <https://doi.org/10.17488/rmib.37.3.8>
  16. Dr. Francisco Tembours y Dr. José María Morales De Los Santos. (2002). ENFERMEDAD CEREBROVASCULAR. <http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20Emergencias/acv.pdf>

17. Elizabeth María Horta Rivero, Pedro Duany Jiménez de Castro, Claudia Mariana Figueredo Tirado, Dra. Llanetsy Llanes Mesa. (2019). Plasticidad neuronal: un reto para las neurociencias. *Revista Progaleno*, 2(2), 110–123. <http://www.revprogaleno.sld.cu/index.php/progaleno/article/view/70>
18. Enfermedades cardiovasculares. (2017, 17 mayo). Organización mundial de la salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
19. Francisco Marotta José Andrés Montes de Oca & Gastón Andrés Addati. (2020). Simulaciones con realidad inmersiva, semi inmersiva y no inmersiva. Universidad del ucema. <https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/740.pdf>
20. JC Daviet, P Morizio, JY Salle, F Parpeix, I Talon, T Sombardier, S Lamant, I Rebeyrotte, M Muñoz, & P Dudognon. (2002). Técnicas de rehabilitación neuromuscular en adultos en caso de accidente cerebrovascular. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale*, 1–8. <https://www.em-consulte.com/es/article/40711/tecnicas-de-rehabilitacion-neuromuscular-en-adulto>
21. Junior, V. A. D. S., Santos, M. D. S., Ribeiro, N. M. D. S., & Maldonado, I. L. (2019). Combining Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Virtual Reality for Improving Sensorimotor Function in Stroke Survivors: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Central Nervous System Disease*, 11, 117957351986382. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2016.08.166>
22. Laplace, Alan Jesús, Miñola, Federico Carlos, & Rocha, Hernán Gabriel. (2016). Plataforma distribuida para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1073>
23. Lee, M., Son, J., Kim, J., Pyun, S. B., Eun, S. D., & Yoon, B. (2016). Comparison of individualized virtual reality- and group-based rehabilitation in older adults with chronic stroke in community settings: a pilot randomized controlled trial. *European Journal of Integrative Medicine*, 8(5), 738–746. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2016.08.166>
24. León Ruiz, M., Pérez Nieves, M. T., Arce Arce, S., Benito León, J., & Ezpeleta Echávarri, D. (2019). Evidencias actuales sobre la realidad virtual y su utilidad

- potencial en la neurorrehabilitación postictus. *Revista de Neurología*, 69(12), 497. <https://doi.org/10.33588/rn.6912.2019148>
25. Lloréns, R., Noé, E., Colomer, C., & Alcañiz, M. (2015). Effectiveness, Usability, and Cost-Benefit of a Virtual Reality–Based Telerehabilitation Program for Balance Recovery After Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(3), 418–425.e2. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.10.019>
26. Lucas Alessandro et al.,. (2020). REHABILITACIÓN MULTIDISCIPLINARIA PARA PACIENTES ADULTOS CON ACCIDENTE CEREBROVASCULAR. *MEDICINA*, 80, 54–68. <https://www.medicinabuenaosaires.com/indices-de-2020/volumen-80-ano-2020-no-1-indice/rehabilitacion/Montalbán>
27. Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform* (1.a ed.). Cengage Learning.
28. M. A., & Arrogante, O. (2020). Rehabilitation through virtual reality therapy after a stroke: A literature review. *Revista Científica de la Sociedad de Enfermería Neurológica* (English ed.), 52, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.sedeng.2020.01.001>
29. Mozelius, P., Ahmad, A., & Ahlin, K. (2020). The Use of Virtual Reality Applications in Stroke Rehabilitation for Older Adults: Technology Enhanced Relearning. *Proceedings of the 6th International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and e-Health*. Published. <https://doi.org/10.5220/0009354201450155>
30. Muñoz Boje, R., & Calvo-Muñoz, I. (2018). Efectos de la terapia de realidad virtual en el miembro superior en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Rehabilitación*, 52(1), 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.rh.2017.09.001>
31. Nadia Indira Sánchez Fernández. (2017–2019). *Protocolo de intervención Efecto de realidad virtual inmersiva en el control postural y equilibrio en sedestación de pacientes post Ictus*. Badalona, Barcelona-España. [https://siidon.guttmann.com/files/17.\\_-tfm\\_nadia\\_indira\\_sanchez.pdf](https://siidon.guttmann.com/files/17._-tfm_nadia_indira_sanchez.pdf)
32. Norouzi-Gheidari, N., Hernandez, A., Archambault, P. S., Higgins, J., Poissant, L., & Kairy, D. (2019). Feasibility, Safety and Efficacy of a Virtual Reality Exergame System to Supplement Upper Extremity Rehabilitation Post-Stroke: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle.

- International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(1), 113. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010113>
33. OEA, A. G. (2017). Convención Interamericana sobre la protección de los derechos humanos de las personas mayores. Cuaderno Jurídico y Político, 2(7), 65-89.
34. Oh, Y. B., Kim, G. W., Han, K. S., Won, Y. H., Park, S. H., Seo, J. H., & Ko, M. H. (2019). Efficacy of Virtual Reality Combined With Real Instrument Training for Patients With Stroke: A Randomized Controlled Trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 100(8), 1400–1408. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.03.013>
35. Ortega, M., Ortega, I., & Ortega, A. (2018). Educación y salud. La realidad virtual como agente. Dialnet, 10, 439–458. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6499823>
36. Park, D. S., Lee, D. G., Lee, K., & Lee, G. (2017). Effects of Virtual Reality Training using Xbox Kinect on Motor Function in Stroke Survivors: A Preliminary Study. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 26(10), 2313–2319. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.05.019>
37. Park, M., Ko, M. H., Oh, S. W., Lee, J. Y., Ham, Y., Yi, H., Choi, Y., Ha, D., & Shin, J. H. (2019). Effects of virtual reality-based planar motion exercises on upper extremity function, range of motion, and health-related quality of life: a multicenter, single-blinded, randomized, controlled pilot study. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0595-8>
38. Pinilla Giménez, Inés. (2017). Juego serio para terapias de rehabilitación motora y cognitiva con realidad virtual. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/23073>
39. Povedano, Guillermo (2017). ACV EN EL ANCIANO. Sociedad Argentina de Gerontología y Geriatría. Disponible en <http://www.sagg.org.ar/wp/wp-content/uploads/2017/07/ACV-EN-EL-ANCIANO.pdf>
40. Robles García, V. (2018). Realidad virtual como herramienta en fisioterapia, ¿ficción o realidad? Fisioterapia, 40(1), 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2017.09.004>

41. Rogers, J. M., Duckworth, J., Middleton, S., Steenbergen, B., & Wilson, P. H. (2019). Elements virtual rehabilitation improves motor, cognitive, and functional outcomes in adult stroke: evidence from a randomized controlled pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0531-y>
42. Rosset, Idiane, et al., 2021. Tecnologías digitales y atención al adulto mayor en la atención primaria en salud. En: El cuidado del adulto mayor en la atención primaria en salud en tiempos de COVID-19. Ribeirão Preto (SP, Brasil): Red de Enfermería en Salud del Adulto Mayor, p. 173-182.
43. Sánchez, Yanaisy (2016). La transferencia de tecnología en el sudeste asiático y su impacto en el desarrollo socioeconómico. Centro de Investigaciones de Economía Internacional. La Habana. Cuba
44. Santiago G. Pigretti, Matías Alet, Carlos E. Mamani. (2019). CONSENSO SOBRE ACCIDENTE CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO AGUDO. *Medicina*, 79, 1–46. <http://www.medicinabuenosaires.com/PMID/31116699.pdf>
45. Saposnik, G., Cohen, L. G., Mamdani, M., Pooyania, S., Ploughman, M., Cheung, D., Shaw, J., Hall, J., Nord, P., Dukelow, S., Nilanont, Y., de Los Rios, F., Olmos, L., Levin, M., Teasell, R., Cohen, A., Thorpe, K., Laupacis, A., & Bayley, M. (2016). Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST): a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial. *The Lancet Neurology*, 15(10), 1019–1027. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(16\)30121-1](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(16)30121-1)
46. Schuster-Amft, C., Eng, K., Suica, Z., Thaler, I., Signer, S., Lehmann, I., Schmid, L., McCaskey, M. A., Hawkins, M., Verra, M. L., & Kiper, D. (2018). Effect of a four-week virtual reality-based training versus conventional therapy on upper limb motor function after stroke: A multicenter parallel group randomized trial. *PLOS ONE*, 13(10), e0204455. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204455>
47. Viñas-Diz, S., & Sobrido-Prieto, M. (2016). Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Neurología*, 31(4), 255–277. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.06.012>
48. Villate, S., & Fernández, M. (2016). Análisis de gastos públicos en la provincia de Río Negro debido a accidentes cerebrovasculares. Una razón

- más para iniciar el tratamiento fibrinolítico. *Neurología Argentina*, 8(4), 307-309.
49. Walter Insaurralde, Lucas Heuer, Carlos Veronesi, Rodolfo Paviolo. (2017). ACCIDENTE CEREBROVASCULAR (ACV): ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO PROSPECTIVO EN EL HOSPITAL SAMIC ELDORADO, MISIONES, ARGENTINA. *Revista argentina de medicina*, 4(11).  
<http://revistasam.com.ar/index.php/RAM/article/view/97/68>
50. Zhang, T., Wang, Z. R., Wang, P., Xing, L., Mei, L. P., & Zhao, J. (2017). Leap Motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients. *Neural Regeneration Research*, 12(11), 1823.  
<https://doi.org/10.4103/1673-5374.219043>