

Universidad Nacional de Río Negro



Lic. En Kinesiología y Fisiatría

Trabajo final de grado

Realidad virtual como herramienta de rehabilitación en miembros superiores post accidente cerebrovasculares.

Estudiante: Ramos Carlos

Director de trabajo final de carrera: Carlos Fabián Lugani

Año:2023

CONTENIDO

Resumen	3
Introducción	4
Cómo funciona la Realidad virtual	5
El cerebro en la realidad virtual (RV)	6
Accidente cerebrovascular	7
Anatomía funcional, sistema arterial encefálico y alteraciones	7
Signos y síntomas.....	8
Hemiplejía	9
Marco Metodológico Justificación.....	10
Planteamiento del problema.....	10
Hipótesis	10
Objetivos generales	10
Objetivos Específicos.....	11
Procedimiento Metodología de trabajo	11
Plan de trabajo y diseño de la investigación	11
Criterios de inclusión:.....	12
Criterios de exclusión:	12
Marco Teórico	13
La relación de la neuroplasticidad , neurorehabilitación y la neurovirtualidad.	13
La realidad virtual y sus posibles didácticas	14
Método de análisis	17
Diagrama de flujo de datos	17
Cuadro1-articulosseleccionados(Fig.5)	18
Cuadro2-descripcióndelosartículos seleccionados(Fig.6).....	21
Clasificación de los estudios encontrados.....	30
Análisis en porcentajes en relación a los estudios analizados.....	31
Conclusiones	33
Discusión	34
Recomendaciones.....	36
Bibliografía.....	37

Resumen

En la actualidad se convive cada vez más con el avance tecnológico desde la educación, el entretenimiento, la salud y muchos otros sectores que buscan la innovación a medida que pasa el tiempo. Vivimos en una sociedad donde la tecnología está en un constante avance y crecimiento por eso esta demás decir que involucrarnos con ella nos va a traer nuevas herramientas y beneficios siempre que se utilice con responsabilidad y conciencia.

En particular hablando específicamente de la realidad virtual(RV),una de las tecnologías que trajo entretenimiento a muchas personas , está siendo aplicada cada vez más en el ámbito de la salud precisamente en la kinesiología, aunque todavía muchos carecen de información y con ello sus incertidumbres deciden no aplicarla y muchas veces solo invertir en la terapia convencional.

La RV, si bien tiene antecedentes de hace varios años atrás, hoy en día carece de su investigación y la puesta a prueba en las terapias kinesicas.El objetivo general de la siguiente revisión bibliográfica es examinar la realidad virtual como instrumento de rehabilitación de miembros superiores post accidente cerebrovasculares.

Su metodología de investigación es de corte teórico en el que se expone una revisión bibliográfica descriptiva. Con la recolección de datos por parte de artículos digitales en los buscadores de Google, Google académico, Pubmed, Elsevier, Scielo. Estos fueron desarrollados con sus datos más relevantes, luego se agruparon para su clasificación y posteriormente proceder a analizar los resultados.

Resultados: Luego del análisis de datos se obtuvo que el que si bien el 92.31% arrojaron resultados de éxito en cuanto a la realidad virtual en la rehabilitación de miembros superiores, dentro de ese porcentaje se destaca que un 38.46% son los estudios positivos (EP) que marcaron con más claridad el éxito de esta terapia y que solo un 7.69% fue un resultado negativo hacia este tipo de terapia.

Conclusión: Según los documentos analizados se ha alcanzado un 92,31% de éxito, donde varios autores han afirmado en sus artículos que si bien se trata de una tecnología revolucionaria y estas cifras son buenas, hasta el momento se han realizado ensayos con un grupo reducido de personas, por lo que se necesitan pruebas a gran escala, de naturaleza más rigurosa e intensiva, que incluso podrían arrojar resultados más positivos ya que está claro los beneficios que puede ofrecernos.

Introducción

En la actualidad, la tecnología se asocia comúnmente con el entretenimiento, abarcando avances como teléfonos de última generación, vehículos inteligentes y la sustitución mano de obra humana por robots avanzados en hogares y empresas. Sin embargo, muchos suelen pasar por alto la utilización de la tecnología en el ámbito de la atención sanitaria. Existen una variedad de tecnologías que están involucradas a la salud, desde aplicaciones gratuitas en Play Store del celular, hasta programas avanzados que nos dan con precisión exacta en diferentes cuestiones relacionadas con el ámbito kinesiológico. Un ejemplo claro es la aplicación (Apecs), que va más allá de estas funcionalidades al proporcionar recomendaciones de ejercicio personalizadas basadas en evaluaciones individuales. El licenciado en kinesiología Lisandro Olmos menciona en una entrevista con Télam (Olmos, 2021) "las personas llegan con necesidades de rehabilitación y la tecnología también va a permitir mejorar los tratamientos y complementar el trabajo de los kinesiólogos". Más concretamente, la realidad virtual es una tecnología asociada a los videojuegos y diversas industrias. Sin embargo, es importante reconocer que la realidad virtual también se ha implementado en tratamientos kinesicos que ofrecen numerosos beneficios, a pesar de ser relativamente desconocidos.

En la presente revisión bibliográfica, se va hacer énfasis en la utilización de la realidad virtual como una herramienta de complemento en la terapia de las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular dentro del campo de la neurorehabilitación.

Cómo funciona la Realidad virtual

El objetivo del visor de realidad virtual es transportar a los individuos de un lugar a otro, proporcionándoles la sensación de "estar ahí" y permitiéndoles interactuar con el entorno. Esta tecnología estimula los sistemas sensoriales y motores, permitiendo la experiencia de estar en un espacio físico. Como explica (Baileson, 2019), el espectador funciona como un simulador, introduciendo a los usuarios en escenas donde aparecen objetos realistas. Se pueden emplear varios métodos para implementar esta tecnología, como por ejemplo:

- Simuladores
- Proyección de imágenes reales
- Inmersión en entornos virtuales
- Imágenes en 3D

Vamos a utilizar cada uno de estos dependiendo del objetivo que busquemos, ya que existen diferentes tipos de realidad virtual (RV). En primer lugar tenemos la RV no inmersa, el paciente no se siente dentro del mundo ni de la imagen virtual que se muestra pero de todos modos puede tomar el mando de la actividad.

Por otro lado, tenemos la RV inmersa donde las personas pueden interactuar con el mundo virtual creado, permitiéndoles activar todos sus sentidos, ya que da la sensación de estar inmersos en la escena y de poder controlarla como si se fuese una situación real.

Existen dos conceptos importantes a la hora de hablar de la realidad virtual, el primero es el concepto de inmersión, el cual no solo hace la referencia a la sensación de estar ahí, sino que también nos lleva al segundo término que es la hiperrealidad, que en este caso, tiene un efecto psicológico en el que las personas pierden la conciencia de sí están en el mundo real. En conclusión (Ordoñez, 2020) afirma que la RV es introducirse a un mundo virtual gracias a las gafas o cascos VR y a los programas o soportes tecnológicos que crean el mundo, permitiendo activar todos los sentidos de nuestro cuerpo, como también poner en acción nuestro sistema motor.

El cerebro en la realidad virtual (RV)

Nuestro sistema nervioso se encarga de regular todas nuestras actividades físicas, reaccionando rápidamente a los impulsos nerviosos. Es responsable de nuestra percepción, comportamiento y memoria e inicia todos los movimientos voluntarios. Básicamente (Tortora, 2019) explica que el sistema nervioso se puede dividir en sistema nervioso central (SNC) y sistema nervioso periférico (SNP). El primero está formado por el cerebro y la médula espinal, que serán la fuente de procesamiento. El área donde ocurren los pensamientos, emociones, recuerdos e impulsos nerviosos que estimulan las contracciones musculares. En tanto, el sistema periférico viene a ser un peón del sistema nervioso central, ya que se componen de nervios, plexos y ganglios que están por fuera del sistema nervioso central.

Una vez establecida nuestra comprensión del sistema nervioso, resulta evidente que la realidad virtual tiene un impacto directo en el sistema nervioso central, específicamente en el cerebro. Dentro del cerebro existen varias regiones, pero una zona en particular, el hipocampo, está directamente influenciada. Esta región es responsable de las funciones de aprendizaje y memoria. La realidad virtual posee la capacidad de engañar al cerebro presentando una realidad basada en experiencias pasadas, lo que genera la posibilidad de que se produzcan ilusiones ópticas.

Al encontrar algo familiar, el cerebro se adapta rápidamente al entorno, percibiéndolo como verdadero y sumergiéndose en el momento presente. Además, la realidad virtual como se mencionó anteriormente da una sensación de inmersión que altera la percepción del cerebro, lo que resulta en una mayor sensación de realidad.

Las redes neuronales se activan y desactivan en respuesta a diversos estímulos, como lo demuestran múltiples estudios. Este proceso dinámico juega un papel crucial en la configuración de la neuroplasticidad. Cabe destacar que la investigación realizada por (Pardos, 2021) sugiere que la realidad virtual puede mejorar la neuroplasticidad y la recuperación después de un accidente cerebrovascular. Los estudios en pacientes con accidente cerebrovascular han demostrado que la intervención utilizando tales herramientas puede proporcionar recuperación motora, cognitiva y psicológica, lo que sugiere que la realidad virtual no es inferior a las terapias utilizadas comúnmente.

Permite la activación de movimientos iniciados por el paciente y mediante la terapia espejo, el paciente puede observar una acción que activa no solo la parte cognitiva, sino también la motora, lo que da como resultado la conducta motora.

Mediante un estudio descubrieron, utilizando técnicas de neuroimagen, que las neuronas espejo se activan cuando una persona ve a otra realizar una acción. Esto activa áreas específicas de la corteza motora como si estuvieras realizando la actividad, por tanto, la simple visualización del movimiento puede ser el comienzo de la terapia de rehabilitación. (Giacomo, Fabri-Destro, & Cattaneo, 2019)

Accidente cerebrovascular

El ACV es uno de los síndromes neurovasculares, donde se producen consecuencias del compromiso de los vasos que irrigan al cerebro, lo que provoca daños en células de una región determinada del mismo, esto lleva el compromiso de varias funciones como lo es el habla, el movimiento tanto brazos como piernas, la sensibilidad, percepción, atención y la memoria. En otras palabras, el ictus para el cerebro, es el infarto, lo que es para el corazón. Estas disfunciones pueden presentarse de forma brusca, constituyendo los llamados ataques o accidentes de accidentes cerebrovascular, el cual puede afectar a cualquier persona que esté en estado de bienestar.

Anatomía funcional, sistema arterial encefálico y alteraciones.

Básicamente, (Fustinoni, 2014) explica que la irrigación cerebral está dada por dos arterias principales como la carótida interna y las dos vertebrales. Estas van a llegar al cerebro a formar el polígono de Willis el cual se va a encargar de irrigar las diferentes zonas del encéfalo donde según su alteración vamos a encontrar sus signos y síntomas caracterizados. Hay dos tipos de lesiones cerebrales que pueden provocar un derrame cerebral: hemorrágicas e isquémicas. Los accidentes cerebrovasculares isquémicos representan el 80% de todos los accidentes cerebrovasculares y ocurren cuando una arteria se bloquea, impidiendo el flujo sanguíneo, dicha obstrucción puede ser causada por un trombo o un émbolo.

En cuanto al ictus hemorrágico es el menos frecuente, representa el 15 o 20% de los casos de ACV y ocurre cuando existe una ruptura de una de las arterias que irriga al cerebro, la mayoría de las veces suele darse por la hipertensión arterial, rompiendo vasos frágiles que se ven afectados por un aneurisma o alguna malformación arteriovenosa.

Signos y síntomas

La presencia de signos o síntomas va a estar dado por la afección de la arteria que irrigue a cierta región del cerebro. Según la zona va a tener signos y síntomas característicos, pero generalmente vamos a encontrar dificultad para hablar, sensación de hormigueo de un hemicuerpo, asimetrías en cara con caída de la comisura labial. También, suele haber pérdida de equilibrio y coordinación, confusión para entender, dificultad para ver, dolores de cabeza muy fuertes y suele aparecer la hemiplejía. Además, trae como consecuencia la alteración de la memoria, la percepción, el aprendizaje y que los movimientos se realicen con dificultad ya que se ve afectada la contracción muscular.

Vale la pena señalar que el cerebro se puede dividir en dos hemisferios, cada uno con su propia responsabilidad de controlar diversas funciones. Un hemisferio controla específicamente el lado contralateral del cuerpo, lo que significa que si se produce un derrame cerebral en el hemisferio derecho, es probable que los signos y síntomas se manifiesten en el lado izquierdo del cuerpo.

Hemiplejia

La hemiplejía es un síndrome caracterizado por la pérdida de movilidad voluntaria de una mitad del cuerpo, se debe a la alteración anatómica de un punto cualquiera de la vía piramidal. Puede instalarse de forma súbita y la causa más frecuente es el ictus o el accidente cerebrovascular de cualquiera de los dos tipos.

La persona queda privada de su movilidad, de su conciencia, dejando como consecuencia también la alteración de la conciencia corporal y la pérdida de los movimientos aprendidos.

(Fustinoni, 2014) expresa que existen dos tipos de hemiplejía. Tenemos la flácida, que hablando específicamente del tono muscular suele estar muy disminuido hasta que aumenta progresivamente a la hipertonía, afectando a los músculos que estuvieron previamente paralizados. Esto lleva al cambio de postura, actitudes de los miembros superiores e inferiores, provocando la alteración de la coordinación de movimientos de la marcha e imposibilitando muchas veces las actividades de la vida diaria. En cuanto al miembro superior, la hipertonía en esta patología hace que escoja una postura con el brazo en una ligera flexión. Algunos ejemplos son: el antebrazo flexionado sobre el codo, la pronación moderada, muñeca flexionada sobre el antebrazo, flexión de los dedos de la mano y el pulgar en la palma de la mano.

Marco Metodológico

Justificación

-A través de esta revisión bibliográfica se busca exponer a la realidad virtual en la kinesiología, buscando como resultado que más profesionales del área mencionada se involucren con las tecnologías. El foco está en mejorar aún más sus intervenciones y el resultado, generando más beneficios en sus pacientes, ya que se ha comprobado que no solo tiene un fin de diversión o económico por las ventas, sino que por los efectos en el sistema nervioso sería una buena terapia en las patologías como el ACV y su afección de los miembros superiores. Este es un ejemplo de muchas tecnologías que existen para implementarse en nuestro ámbito.

Planteamiento del problema

- El presente trabajo es una investigación que tiene como objetivo conocer sobre la realidad virtual y su aplicación en la neurorehabilitación de miembros superiores post ACV sobre la base de una revisión bibliográfica. En la misma se busca toda información sobre realidad virtual y su aplicación para mejorar las afecciones neuromusculares de los miembros superiores luego de un accidente cerebro vascular.

Hipótesis

-La realidad virtual es una herramienta de complemento a la kinesiología, que mejora toda intervención que se realice con respecto a la rehabilitación de miembros superiores post ACV.

Objetivos generales

- Examinar la realidad virtual como instrumento de rehabilitación de miembros superiores post accidente cerebrovasculares.

Objetivos Específicos

- Indagar sobre la utilidad de la realidad virtual en la rehabilitación de miembros superiores.

- Investigar sus beneficios y si es aplicable como herramienta de complemento al tratamiento.

Procedimiento

Metodología de trabajo

- Es un trabajo de investigación de corte teórico en el que se expone una revisión bibliográfica descriptiva.

Búsqueda: Base de datos de buscadores de Google, Google académico, Pubmed, Elsevier, Scielo.

Palabras clave de búsqueda: Tecnología, realidad virtual, neurorehabilitación y accidente cerebrovascular

Plan de trabajo y diseño de la investigación

La presente revisión bibliografía se va a enfocar en la recolección de artículos científicos enfocados en el tema de trabajo final de tesis mencionado, sin embargo a lo largo de la confección se desarrollaran temas que conocerlos hace a la comprensión del lector.

Una vez que se seleccionen los artículos se procederá a describirlos con su información más importante entre ellos sus resultados. A partir de estos datos se los clasificara nuevamente para conocer aquellos que se consideran favorables o no al tema de investigación. En la confección de la siguiente tesis, se comenzó con una revisión bibliográfica desde el mes de noviembre del año 2023 y se pretende finalizar en el mes de marzo de 2024. En cuanto al análisis de datos, clasificación y resultados, se realizará en abril (2024), y el trabajo estará concluido en su totalidad.

Criterios de inclusión:

- Artículos, revistas, entrevistas y estudios relacionados con la realidad virtual y la neurorehabilitación.
- Contenido en español e inglés.
- Publicaciones con fecha de 2010 a 2023
- Que cuenten con contenido de base el uso de tecnologías en neurorehabilitación. Libros de base de anatomía, sistema nervioso y tecnología.

Criterios de exclusión:

- Publicaciones que no sean inherentes al campo de la medicina.
- Estudios que no contengan signos y síntomas ocasionados post ACV.
- Publicaciones sin bases empíricas.

Marco Teórico

La relación de la neuroplasticidad , neurorehabilitación y la neurovirtualidad.

El aprendizaje y la memoria son conceptos inseparables, ya que están íntimamente relacionados. El proceso de aprendizaje comienza con estímulos externos y continúa a lo largo de nuestra vida, evolucionando y adaptándose constantemente. Esto nos permite adquirir continuamente conocimientos sobre nuestro entorno y retenerlos en nuestra memoria para poder utilizarlos cuando sea necesario.

Es crucial comprender la composición de nuestro sistema nervioso, que consta de varios órganos dispuestos en una secuencia cráneo caudal, incluyendo en el orden mencionado el cerebro, el cerebelo, los pedúnculos cerebrales, la protuberancia anular o protuberancia, el bulbo raquídeo y la médula espinal. Además, cabe destacar que la neurona, que es la unidad fundamental básica del sistema nervioso, está compuesta por células nerviosas y sus extensiones o fibras. Dicha neurona juega un papel vital en los aspectos genéticos, anatómicos, tróficos y funcionales del sistema nervioso, se encargan de facilitar las sinapsis y conectar todos los órganos centrales y periféricos del sistema nervioso, estableciendo vínculos con otras partes del cuerpo, ya que tienen excitabilidad eléctrica, es decir, la capacidad de responder a un estímulo y convertirlo en un potencial de acción o impulso nervioso que básicamente viaja a lo largo de la neurona. Un claro ejemplo es que existen neuronas pequeñas que propagan impulsos nerviosos a corta distancia dentro del SNC y otras que son capaces de transportar la sensibilidad de los dedos hasta la porción más baja del encéfalo. (Tortora, 2019)

En el caso del accidente cerebrovascular, las redes neuronales sufren una falta de oxígeno y nutrientes. En consecuencia, las redes neuronales dañadas pierden su capacidad de interpretar e interactuar entre sí y con el entorno externo. Cuando se produce un derrame cerebral, es importante comprender que varios aspectos de nuestro funcionamiento, como los patrones de movimiento, la percepción, la conciencia corporal, el tono muscular y la memoria, se verán afectados significativamente, es decir que el fenómeno, conocido como neuroplasticidad, proceso que representa la capacidad del sistema nervioso de cambiar su reactividad como resultado de activaciones sucesivas y que tal reactividad permite que el tejido nervioso pueda

experimentar cambios adaptativos o reorganizaciones en un estado fisiológico con o sin alteración . Se puede definir como plasticidad neuronal a la capacidad cerebral para minimizar los efectos de las lesiones a través de cambios estructurales y funcionales lo que permite al cerebro reaccionar o ajustarse a cambios ambientales internos y externos bajo condiciones fisiológicas o patológicas. (Roa, Universidad y Salud, 2012)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la neurorehabilitación es un enfoque activo que permite a las personas, con lesiones o enfermedades neurológicas, lograr la recuperación más completa posible. Esta recuperación integral abarca el desarrollo físico, mental y social, permitiendo que los individuos se integren a su entorno de la manera más adecuada. La neurorehabilitación puede adoptar diversas formas y emplear diferentes estrategias. Un enfoque innovador se conoce como neurovirtualidad, que implica la utilización de la realidad virtual (RV) para modular los mecanismos de neuroplasticidad (NP).

El objetivo principal de la neurovirtualidad es establecer nuevas redes neuronales y restaurar patrones de movimiento perdidos después de un derrame cerebral. A medida que este novedoso método de neurorehabilitación gana terreno, es importante determinar su eficacia. Por lo tanto, esta revisión de la literatura tiene como objetivo investigar la eficacia de la realidad virtual como tratamiento específicamente relacionado con la mejora y recuperación de la función de las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular.

La realidad virtual y sus posibles didácticas

El uso de la realidad virtual se ha expandido para abarcar una amplia gama de campos, todos con el objetivo de fomentar la innovación y descubrir enfoques novedosos para mejorar diversas actividades. La realidad virtual desempeña un papel vital en la creación de experiencias interactivas y dinámicas adaptadas a cada dominio específico. Una característica notable de la realidad virtual es su versatilidad, ya que ofrece una multitud de herramientas que pueden utilizarse para diseñar actividades en diferentes disciplinas. El principio determinante es que los individuos adquieren conocimientos de manera más efectiva cuando participan personalmente en las actividades, en lugar de simplemente observar o recibir instrucciones sobre cómo realizarlas que de acuerdo con los investigadores (In, Jung, Lee, & Song, 2012), (S. Lee,

Kim, & Lee, 2016), (Perez-Marcos et al., 2017), mencionan que el movimiento es la habilidad fundamental dentro del aprendizaje motor, integrada a la destreza sensorial y cognitiva para la ejecución de las diferentes acciones que desea realizar el paciente. Mediante el uso de la RV se producen estímulos somato sensoriales que ayudan a recordar y activar esa memoria que se creía perdida por el deterioro cognitivo, además del feedback que se produce en el área motora cerebral.

La realidad virtual inmersiva es una herramienta invaluable que brinda a las personas la oportunidad de interactuar con entornos realistas. Esta experiencia se intensifica aún más cuando los usuarios tienen la capacidad de navegar libremente dentro del entorno simulado. Para participar de esta tecnología es necesario poseer visores de realidad virtual que se conecten a una consola, como una PC, un teléfono móvil o una tablet, es decir un hardware que sea la base de soporte para poder utilizar dicha tecnología aunque también va a depender del tipo de software que se utilice, en otras palabras, los programas de simulación ya que va a depender del modelo geométrico, la profundidad que ofrece, la luz y el componente auditivo.

Estos componentes básicamente son los que nos van a dar menos o más realismo a la situación que se quiera someter. Mientras más actualizados sean ambos, mejor va a ser la arquitectura del sistema de realidad virtual. (barcelonatech, *Capítulo 2- Introducción a la Realidad Virtual*)

Los ejemplos populares incluyen PlayStation y Xbox, que reproducen la escena virtual, permitiendo a los usuarios explorar visualmente el entorno. Además, estos visores están equipados con sensores que permiten a los usuarios interactuar con el mundo virtual.(Fig.1)



Con esta tecnología, tenemos la oportunidad de participar en una amplia gama de juegos que requieren la utilización de diversas partes del cuerpo. Existen en el mercado juegos convencionales ya desarrollados por diferentes empresas, como el tenis, los deportes olímpicos, la jabalina o el lanzamiento de disco.

Además, existen juegos que fomentan el movimiento y la participación activa, como correr, saltar vallas, baloncesto e incluso videojuegos de mundo abierto.(Fig.2)



Por el contrario, los juegos de realidad virtual personalizados ofrecen la oportunidad de crear entornos únicos, establecer objetivos y proporcionar una planificación más precisa en relación a la rehabilitación.(Fig.3)



La idea de la realidad virtual es que el usuario que lo utilice se sienta dentro del ambiente y también que sea un estímulo con mayor motivación al momento de realizar las actividades propuestas.

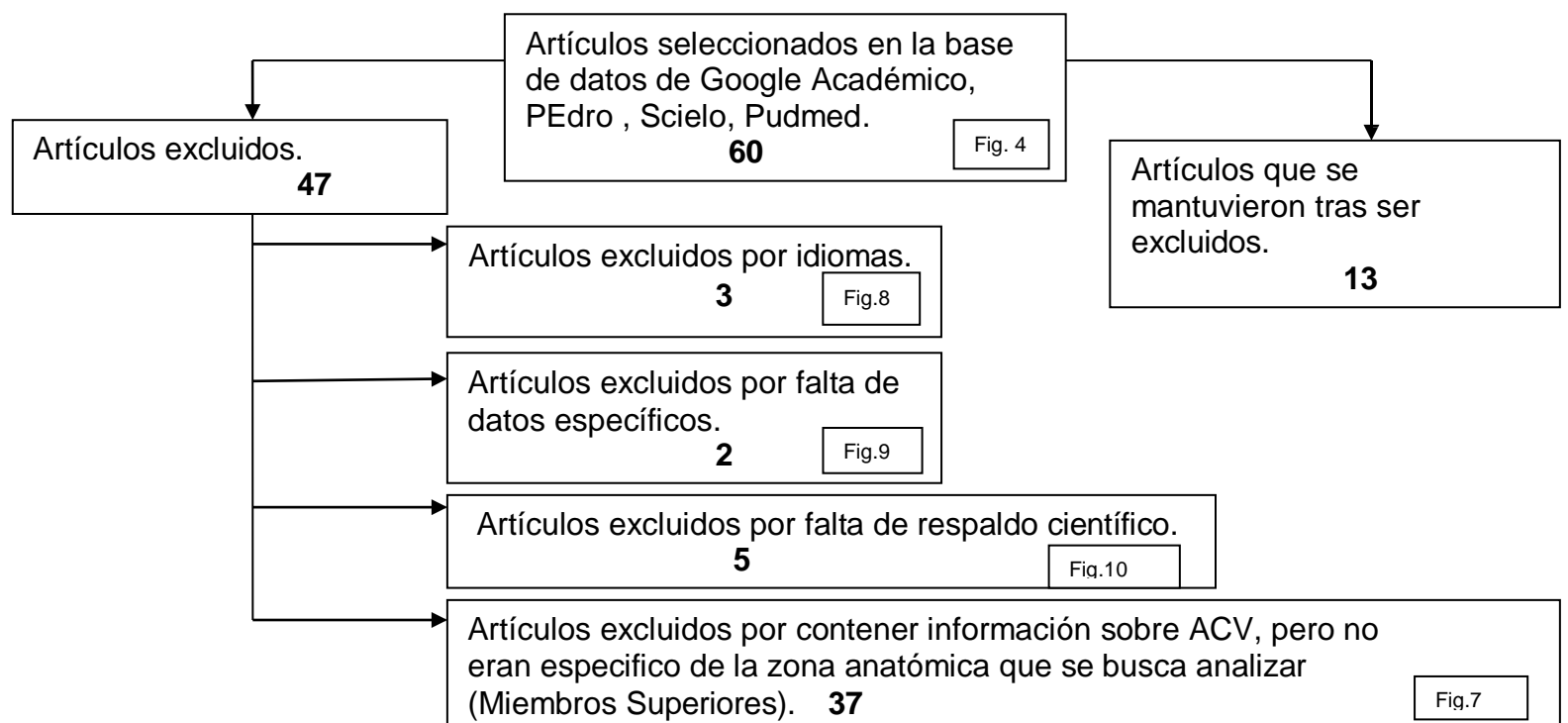
Método de análisis

Durante la revisión bibliográfica se descubrieron diversas publicaciones y artículos científicos relacionados con la utilización de la realidad virtual como herramienta de rehabilitación de miembros superiores post-ictus. Estas fuentes se obtuvieron de las bases de datos antes mencionadas (Fig.4) y posteriormente se organizaron en dos tablas. La primera tabla incluye detalles como el número de referencia, título, año de publicación y la base de datos de donde proviene.(Fig.5)

La segunda tabla comprende el número de referencia y un resumen de cada artículo junto con su correspondiente resultado.(Fig.6)

Es importante señalar que esta búsqueda fue muy específica, lo que resultó en la exclusión de numerosos artículos que aunque estaban relacionados con el ictus, no se centraban en la evaluación de la realidad virtual en la región anatómica deseada (Fig.7). Además, también se descartaron los artículos que no estuvieran disponibles en el idioma previsto inglés-español(Fig.8), aquellos sin bases de datos identificables(Fig.9) y carentes de credibilidad científica o de difícil acceso(Fig.10).

Diagrama de flujo de datos



Cuadro1-articulos seleccionados(Fig.5)

Referencia	Autor	Titulo	Año	Base de datos
1	SheehyL., TailonA., Svestrup H., BilodeauM., Yang C., Finestone H.	Ejercicio de equilibrio sentado realizado mediante entrenamiento de realidad virtual en un servicio hospitalario de rehabilitación de accidentes cerebrovasculares: un estudio controlado aleatorio.	2020	Pubmed
2	El-KafyAlsherhri, El-Finky y Guermazi.	El efecto de la terapia basada en realidad virtual en la mejora de las funciones de las extremidades superiores en personas con accidente cerebrovascular: un ensayo controlado aleatorio.	2021	SciELO
3	Azzuan M., Ajit., MohdN., Hooi Khor., Ibrahim N	Juegos de realidad virtual como complemento para mejorar la función de las extremidades superiores y la salud general entre los supervivientes de un accidente cerebrovascular.	2019	Google Académico
4	Moreno, F., Jordan, O., Esmitt, R. J., Christiam, M., Omaira, R., Jeanlight, R., & Silvio, A.	Un Framework para la Rehabilitación física en miembros superiores con realidad virtual.	2013	Google Académico

5	Pino,M.M.	Realidad virtual en la rehabilitación motora de la mano en pacientes Post ictus.	2018	Google Académico
6	Guevara, B., Martínez, A., Gordón,A.,& Constante, P	Sistema inmersivo de reconocimiento y control de gestos empleando realidad virtual para rehabilitación de las extremidades superiores en pacientes con daño cerebral adquirido.	2019	Google Académico
7	RegueiraSenra,N	Realidad virtual inmersiva:Nodo de la interfaz cerebro-miembro superior hemiparetico en el accidente cerebro vascular subagudo.	2020	Google Académico
8	PabloDomínguez Téllez JoséA.Morales- Muñoz Alejandrosalazar Esteban CasadoFernánd ez y DavidLucenaAntón	Intervenciones de realidad virtual basadas en juegos para mejorar la función motora de las extremidades superiores y la calidad de vida después de un accidente cerebrovascular:revisión Sistemática y metanálisis.	2020	Google
9	Chen, YH., Chen, CL.,Huang,YZ. et al.	Eficacia aumentada de la estimulación intermitente theta burst en el entrenamiento de ciclismo basado en realidad virtual para la función de las extremidades superiores en pacientes con accidente cerebrovascular: un ensayo controlado aleatorio de doble ciego.	2021	Pedro

10	Schuster-Amftetal.,	El efecto de un entrenamiento basado en realidad virtual de cuatro semanas versus una terapia convencional sobre la función motora de las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular: un ensayo multicéntrico aleatorizado de grupos paralelos.	2018	Pedro
11	Rodriguez, M., Polonio-I, B., & Corregidor-s,A.	Efectos de la terapia específica basada en realidad virtual para la rehabilitación de la función motora de las extremidades superiores después del ictus: ensayo controlado aleatorio	2021	Pudmed
12	Subramanian, Lourenço, Chilingaryan, Sveistrup, & Levin	Recuperación motor del brazo mediante una intervención de realidad virtual en accidentes cerebrovasculares crónicos: ensayo de control aleatorio	2013	Pedro
13	Kiper, Agostini, Luque-Moreno, Tonin, & Turolla	Retroalimentación reforzada en un entorno virtual para la rehabilitación de la disfunción de las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular: datos preliminares de un ensayo controlado aleatorio	2014	Pedro

Cuadro2-descripción de los artículos seleccionados (Fig.6)

1	<p>El objetivo de este estudio era utilizar tecnología de realidad virtual en la rehabilitación de personas que han sufrido un derrame cerebral. Específicamente, centrándose en ejercicios sentados dirigidos al control del tronco y las extremidades superiores. Se inscribieron en el estudio un total de setenta y seis participantes y se les asignó uno de dos grupos experimentales. Cada participante completó una serie de 10 a 12 sesiones, cada una de las cuales duró un máximo de 45 minutos.</p> <p>El estudio no arrojó variaciones significativas, por lo que no proporcionó evidencia a favor de la realidad virtual como un enfoque terapéutico más eficaz. Sin embargo, es necesaria una mayor investigación utilizando ejercicios más rigurosos para establecer hallazgos concluyentes.</p>
2	<p>Este estudio tenía como objetivo conocer el impacto de la terapia de realidad virtual en la mejora de la funcionalidad de las extremidades superiores en personas que han sufrido un accidente cerebrovascular prolongado. Para el estudio se seleccionó un grupo de cuarenta personas que habían sufrido un derrame cerebral durante un período de 6 a 24 meses. Se formaron dos grupos, cada uno de los cuales recibió una terapia convencional idéntica. Sin embargo, un grupo complementó su tratamiento con sesiones de realidad virtual, tres veces por semana durante tres meses. El resultado reveló que la combinación de terapia convencional y realidad virtual produjo resultados más favorables en comparación con el grupo que recibió únicamente tratamiento convencional.</p>
3	<p>El objetivo de la investigación fue examinar la eficacia de incorporar la realidad virtual, a través del juego, como método complementario a la terapia kinesiológica tradicional. Un total de 36 participantes se dividieron en dos grupos, cada uno de ellos formado por 18 personas. A lo largo de 8 semanas, los participantes asistieron a ocho sesiones, una de ellas por semana.</p>

	<p>El grupo que recibió terapia de realidad virtual participó en juegos que no solo requerían el uso de sus extremidades superiores sino que también involucraban diferentes sectores del cuerpo.</p> <p>Los resultados no mostraron disparidades notables entre los dos grupos; sin embargo, puede utilizarse como factor complementario dado que se obtuvieron resultados similares.</p>
4	<p>El estudio se basaba en la aplicación de rv en pacientes con alteraciones de equilibrio y de movilidad pero especialmente para pacientes de 6 a 12 años de edad.</p> <p>Durante su aplicación se realizaron encuestas para saber si realmente está ayudando a los pacientes.</p> <p>Resultado: Su aplicación fue posible por el bajo costo. Además era un programa más entretenido y dinámico. También se aplicó una encuesta a los pacientes que arrojaron buenos resultados para su aplicación, pero no era aplicada a pacientes específicos con acv, por lo tanto hasta no ser probada en pacientes que sufrieron un accidente cerebrovascular no se puede decir que es beneficiosa para este tipo de paciente que se pretende evaluar.</p>
5	<p>Del 5 al 9 de abril de 2017, se llevó a cabo una revisión de literatura científica con el objetivo de examinar los diversos usos de la terapia de realidad virtual y su eficacia para facilitar la recuperación motora de la mano en personas que han sufrido un derrame cerebral. Aunque se necesitan más investigaciones para validar su eficacia, la rehabilitación basada en realidad virtual ha demostrado potencial para ser más eficaz y tener un enfoque más integral en comparación con los métodos de terapia tradicionales.</p>
6	<p>El estudio exploraba el concepto de realidad inmersa y su potencial como herramienta terapéutica para la rehabilitación del miembro superior tras un ictus. Para evaluar su eficacia, se seleccionó cuidadosamente un pequeño grupo de pacientes, formado por sólo 3 personas. Estos pacientes fueron elegidos en función de sus limitaciones específicas, incluida la movilidad restringida de la muñeca y las dificultades con los movimientos de flexión y extensión.</p>

	<p>Además, se incluyó en el estudio a un participante que no sufrió un derrame cerebral pero que tenía problemas de movilidad en el brazo debido a una lesión relacionada con el trabajo. Las sesiones de terapia se llevaron a cabo tres veces en un lapso de 15 días y cada sesión duró treinta o sesenta minutos.</p> <p>Los resultados del estudio mostraron que la aplicación de este tratamiento generó una mayor participación del paciente en la rehabilitación. Si bien se observaron resultados positivos en términos de movilidad y restauración de patrones, es importante señalar que este estudio no comparó Directamente este tratamiento con los métodos convencionales.</p>
7	<p>El propósito que tenía esta revisión sistemática de la literatura fue examinar el impacto de combinar dispositivos de realidad virtual inmersa con fisioterapia tradicional y obtener información sobre los procesos fisiológicos cerebrales que respaldan este enfoque. La revisión comenzó brindando una descripción general completa del accidente cerebrovascular, la terapia convencional y la implementación de tratamientos novedosos como la realidad virtual inmersa.</p> <p>El propósito de este estudio no fue comparar las terapias, sino evaluar su desempeño y eficacia en pacientes con accidente cerebrovascular que experimentan hemiparesia en el miembro superior. Una búsqueda exhaustiva en varios motores de búsqueda arrojó un total de 13 artículos que cumplían los criterios de inclusión.</p> <p>El resultado demostró que cuando la terapia convencional se combina con la realidad virtual inmersa, produce resultados positivos, mayor eficacia y mejora la reintegración a las actividades diarias. Además, los hallazgos indicaron que este enfoque no impide ni dificulta el proceso terapéutico. Además, reveló activaciones neuronales más pronunciadas y proporcionó pruebas claras de que el cerebro tiene la capacidad de adaptarse y formar nuevas conexiones, lo que permite recuperar las habilidades perdidas después de un derrame cerebral.</p>

8	<p>En marzo de 2018 se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva que implicó buscar en varias bases de datos y seleccionar un total de 20 estudios. Entre estos, se incluyeron 15 estudios en el metanálisis, que se centró en examinar el impacto de la terapia en la función motora y la calidad de vida después de un accidente cerebrovascular comparando los cambios previos y posteriores al tratamiento. Todos los estudios analizados en esta revisión utilizaron tecnologías de realidad virtual que permitieron a los usuarios interactuar con entornos virtuales a través de juegos, simulando experiencias de la vida real.</p> <p>Resultados: La utilización de la realidad virtual inmersa demostró un potencial para mejorar la función motora y las actividades diarias. Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones de este estudio, ya que existe una amplia gama de tecnologías disponibles para realizar la terapia, lo que dificulta la individualización. Además, no fue posible diferenciar entre pacientes crónicos y agudos dentro de los grupos de estudio. Si bien las conclusiones generales fueron positivas según la revisión de la literatura, se necesitan más ensayos clínicos que involucren tamaños de muestra más grandes y mayor frecuencia e intensidad.</p>
9	<p>El objetivo de esta investigación fue explorar el impacto mejorado de iTBS en el entrenamiento de ciclismo basado en realidad virtual para mejorar la función de las extremidades superiores en pacientes con accidente cerebrovascular. Un total de 23 pacientes participaron en el ensayo, recibiendo un total de 15 sesiones cada uno. Los pacientes fueron asignados aleatoriamente para recibir iTBS o estimulación simulada junto con entrenamiento de ciclismo basado en realidad virtual. Para evaluar la efectividad de la intervención se utilizaron diversas escalas para evaluar la funcionalidad de los miembros superiores, así como métodos para analizarla actividad motora y las consecuencias del ictus.</p>

	<p>Resultados: Ambos grupos lograron resultados favorables en términos de evaluación de las extremidades superiores. Sin embargo, el grupo que recibió TBS y ciclismo basado en realidad virtual mostró mejoras notables en la funcionalidad de las extremidades superiores, acompañadas de una mayor actividad cerebral. Esta intervención tuvo un impacto significativo y condujo a un aumento en la actividad motora registrada. El estudio arrojó que esta terapia innovadora e integral es beneficiosa para reducir la espasticidad en los miembros superiores gravemente afectados. Además, resulta muy prometedor para la recuperación de la función motora en la rehabilitación de las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular.</p> <p>Si bien el resultado es positivo, el estudio sugiere realizar ensayos con muestras más grandes, ya que solo constaba de 23 personas.</p>
10	<p>En este estudio, el objetivo principal era evaluar y contrastar la eficacia de la terapia tradicional versus la terapia que utiliza realidad virtual. Se llevó a cabo un ensayo controlado en el que participaron dos grupos distintos formados por pacientes con accidente cerebrovascular que habían experimentado síntomas durante un mínimo de 6 meses. Estos participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo que recibió terapia de realidad virtual o al grupo que recibió únicamente terapia convencional. La terapia se llevó adelante en sesiones que duraron 16 sesiones de 45 minutos, 4 veces por semana.</p> <p>Del grupo total de participantes, que abarcaban entre 21 y 81 años de edad, un cuidadoso proceso de selección dio como resultado la elección de 70 personas, lo que finalmente se redujo a 54 participantes elegibles. De ellos, 15 eran mujeres, con una edad media de 61,3 años. A lo largo del estudio, las evaluaciones se realizaron en dos ocasiones antes de la intervención, durante la intervención y dos veces más después de la intervención, con un período de seguimiento de 2 meses. Las evaluaciones incluyeron pruebas de caja y bloque, que evaluaron la función bi manual, así como evaluaciones subjetivas de los cambios percibidos utilizando la escala de impacto del accidente cerebrovascular.</p>

	<p>Los resultados del estudio mostraron mejoras significativas dentro del período inicial de dos semanas y al finalizar el tratamiento; sin embargo, no se observaron disparidades al comparar los resultados de ambos enfoques.</p>
11	<p>El departamento de rehabilitación y neurología del hospital Talavera de la Reina en España llevó a cabo un estudio para examinar y comparar el uso de la realidad virtual como forma de terapia de rehabilitación para pacientes con discapacidades en las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular. El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de la terapia de realidad virtual en comparación con la terapia convencional para esta afección específica.</p> <p>Las herramientas de evaluación utilizadas incluyeron la escala de miembros superiores de Fugl-Meyer, la escala de Ashworth modificada y la escala de impacto del accidente cerebrovascular. El grupo experimental estuvo formado por 23 pacientes, con una edad media de 62,6 más 13,5 años, mientras que el grupo control estuvo formado por 20 pacientes, con una edad media de 63,6 más 12,2 años.</p> <p>Resultados: Ambas demostraron mejoras; sin embargo, el grupo experimental exhibió el progreso más notable al disminuir con éxito la tensión muscular más allá de lo que logró el grupo de control. Además, el grupo experimental mostró ventajas superiores en términos de actividades funcionales y recuperación muscular después de un derrame cerebral.</p> <p>Los hallazgos de este estudio indican que la terapia de realidad virtual es más ventajosa que la terapia convencional cuando se administra a pacientes con trastornos de las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular.</p>

12

Las personas de entre 40 y 80 años que experimentaron un accidente cerebrovascular hemorrágico solitario dentro de un período de 6 a 60 meses fueron elegibles para participar en esta investigación. Específicamente, los participantes debían haber alcanzado una puntuación de 3 a 6/7 en la subescala del brazo, en la evaluación de Accidentes Cerebrovasculares Chedoke-McMaster y no debían tener ninguna condición neurológica o neuromuscular/ortopédica adicional que afectara su extremidad superior y su tronco.

Para evaluar su precisión, se pidió a ambos grupos que apuntaran al mismo objetivo varias veces, colocado fuera de su alcance, sin hacer contacto físico. Para garantizar resultados fiables, se duplicó el número de repeticiones del rango recomendado de 30 a 35, ya que según un estudio citado por el autor indicó un umbral asintomático si se realizaba un aumento de las repeticiones. Cada sesión duró 45 minutos y la fase de adquisición se llevó a cabo tres veces por semana durante un lapso de cuatro semanas. Vale la pena señalar que los participantes de ambos grupos mantuvieron una posición sentada con apoyo para la espalda, mientras que sus caderas y rodillas estaban flexionadas en un ángulo de 90°. El hombro se posicionó con 20° de abducción y rotación interna, el codo ligeramente flexionado, el antebrazo en posición de pronación y la muñeca en alineación neutra. Además, el dedo índice se colocó sobre una plataforma a una altura de 41,5 cm, ubicada a 10 cm al costado de la cadera.

No se debe pasar por alto la importancia de este detalle, ya que la posición elegida fue diseñada específicamente para permitir el movimiento sin restricciones de hombros y codos, permitiendo a los participantes apuntar con rapidez y precisión. Además de los criterios de evaluación de movimiento, sinergia, coordinación, velocidad y reflejos, el entorno virtual inicialmente parecía un supermercado completamente abastecido, y en la escena final se veían productos de consumo cuidadosamente dispuestos en dos estantes. Este estudio tuvo como objetivo no sólo evaluar las habilidades motoras sino también medir los niveles de motivación.

	<p>Resultados: El grupo con deterioro leve mostró una mayor cantidad de cambios con el entrenamiento en realidad virtual, con una mejor recuperación motora. Esto sugiere una menor necesidad de compensación posiblemente atribuida a una mejor retroalimentación. Además, se observaron mejoras en la movilidad y la capacidad de ampliar el alcance de las articulaciones, así como mejoras en los movimientos de agarre y alcance. En particular, hubo un aumento en la velocidad del movimiento final. En términos de motivación, ambos grupos informaron sentirse cómodos en ambos entornos de práctica; sin embargo, el grupo de realidad virtual experimentó menos estrés al realizar la tarea.</p> <p>Además, el autor enfatiza la necesidad de intervenciones de mayor intensidad y retroalimentación, como las que ofrece la realidad virtual, ya que investigaciones anteriores sugieren que los pacientes con discapacidades leves no siempre responden eficazmente a las medidas clínicas comunes.</p>
13	<p>El objetivo principal del estudio realizado fue comparar la eficacia de la retroalimentación reforzada en un entorno virtual, o realidad virtual, con la terapia tradicional en pacientes con discapacidades en las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular. El estudio buscó determinar si los efectos del entrenamiento con realidad virtual diferían según el tipo de accidente cerebrovascular (hemorrágico o isquémico). Los participantes en el estudio fueron personas que recibían atención en el departamento de neurorehabilitación de la Fundación Hospital IRCCS San Camilo en Venecia, Italia. Se dividieron en dos grupos: un grupo recibió terapia de rehabilitación convencional (TR), mientras que el otro grupo recibió retroalimentación reforzada en un entorno virtual (RFVE). El grupo RFVE se sometió a una hora de entrenamiento experimental y una hora de terapia tradicional por sesión, mientras que el grupo TR recibió sólo dos horas de terapia convencional. Ambos grupos se sometieron a los tratamientos respectivos durante cinco días a la semana durante un lapso de cuatro semanas.</p>

Es importante señalar que hubo criterios específicos para la inclusión en este estudio. Los participantes debían haber sufrido un derrame cerebral al menos un año antes y no podrían haber recibido tratamiento con RFVE. Se excluyeron del estudio las personas con deterioro cognitivo grave, antecedentes de negligencia, hemiplejía completa, trastornos sensoriales o lesiones traumáticas.

La configuración de la terapia de realidad virtual consistía en un sistema de seguimiento de movimiento 3D conectado a una estación de trabajo de PC. A lo largo de la sesión, el participante se sentaría frente a una pantalla grande y sostendría un objeto sensorizado con la mano afectada. En los casos en que el individuo tuviera dificultades significativas de agarre, el sensor se colocaría en un guante que llevaba en la mano. Esta disposición permitió al terapeuta observar las posiciones inicial y final mientras el paciente intentaba interactuar con varios objetos y navegar a través de diferentes escenarios. El nivel de complejidad se ajustaría según el nivel de compromiso y esfuerzo del individuo.

Para evaluar la función motora y la independencia, la evaluación incorporó la escala de extremidades superiores de Fugl-Meyer y la medida de independencia funcional. Se observaron la velocidad y la duración de diversos ejercicios, incluida la extensión y flexión del codo, la aducción del hombro, el movimiento de alcance, la pronación, la supinación del antebrazo, la abducción y flexión del hombro y la rotación interna y externa del hombro. Cada ejercicio se repitió diez veces.

Del grupo total de 120 personas, cada grupo estaba formado por 46 pacientes. Los resultados revelaron que la combinación de terapia RFVE y TR produjo resultados superiores en comparación con aquellos que se sometieron únicamente a TR. Esto indica que la aplicación de la terapia RFVE tiene un impacto positivo en la neuroplasticidad, mejorando la función Motora con mayor precisión.

Clasificación de los estudios encontrados

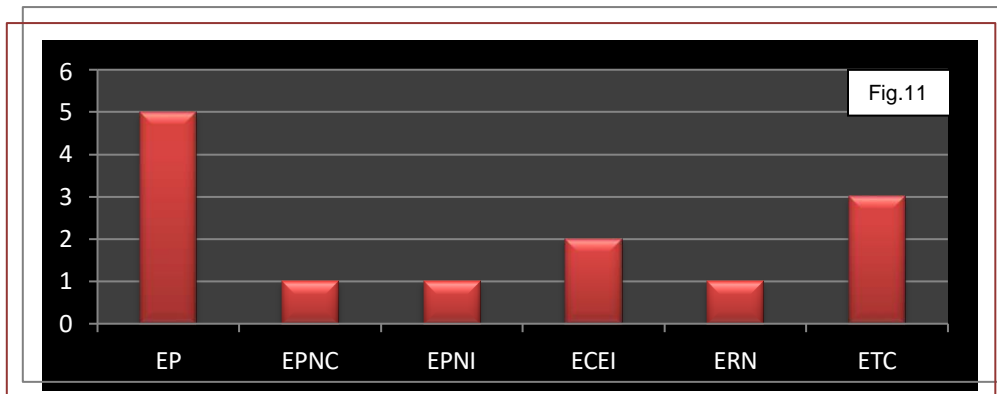


Tabla de referencias	
EP	ESTUDIOS POSITIVOS
EPNC	ESTUDIOS POSITIVOS NO COMPARATIVOS
EPNI	ESTUDIOS NO APLICADOS EN ICTUS
ECEI	ESTUDIOS COMPARATIVOS CON EFICACIA IGUALADA
ERN	ESTUDIOS CON RESULTADOS NEGATIVOS
ETC	ESTUDIOS CON TERAPIA COMBINADA
	(Fig.11)

EP-Estudios que arrojaron resultados positivos a favor de la realidad virtual en comparación con la terapia convencional y también incluyendo aquellos que favorecieron a la realidad virtual como terapia de rehabilitación, aunque se necesitan más estudios por el pequeño número de personas que participaron en el ensayo.

EPNC-Estudios positivos a favor de la realidad virtual pero que en su desarrollo no buscaron comparar con la terapia convencional, tenían como objetivo conocer todos los beneficios que podía otorgar la realidad virtual.

EPNI-Estudios positivos a favor de la realidad virtual como terapia de rehabilitación en miembros superiores pero que no fueron aplicados en patologías como lo es el accidente cerebrovascular.

ECEI-Estudios comparativos entre la terapia convencional y la terapia con realidad virtual en la rehabilitación de miembros superiores post accidente cerebrovascular que obtuvieron como resultado que ambos métodos proporcionan los mismos beneficios, independientemente de la terapia aplicada.

ERN-Estudios con resultados negativos en relación con la terapia de realidad virtual en miembros superiores post ACV, donde no se respalda este tipo de terapia ante la necesidad de realizar una intervención kinésica.

ETC-Estudios de terapia combinada, donde en los ensayos se aplicaba la terapia convencional complementada con la realidad virtual y que terminaron con resultados positivos a favor de este tipo de intervención en comparación de aquellos que solo realizaban terapia convencional.

Análisis en porcentajes en relación a los estudios analizados



El gráfico ilustra claramente que sólo un pequeño porcentaje, concretamente el 7,69%, del total de estudios arrojaron resultados negativos. Por el contrario, al combinar los porcentajes de los estudios restantes, una mayoría significativa, el 92,31%, demuestra resultados favorables de la terapia de realidad virtual en la recuperación de los miembros superiores después de un ictus en comparación con la terapia convencional. Cabe destacar que el 7,69% engloba un estudio que no se centró específicamente en la rehabilitación del miembro superior tras un ictus, sino que exploró el uso de la realidad virtual como terapia de rehabilitación de patologías neuromusculares.(Fig.12)

La tecnología de realidad virtual avanza continuamente y su aplicación en terapias de rehabilitación es cada vez más común. Muchos de los estudios incluidos no sólo informaron resultados positivos, sino que también recomendaron más investigaciones y aplicaciones ampliadas de estas terapias innovadoras. Sin duda, esto conducirá a nuevas herramientas, una mejor integración en la terapia y una mayor motivación para los pacientes.

Es importante reconocer que estas estadísticas están sujetas a cambios a medida que la terapia de realidad virtual se utilice más ampliamente. El análisis se centró en esta tecnología específica dentro de una patología particular, pero la investigación reveló un total de 60 artículos en las bases de datos seleccionadas. De ellos, 37 fueron relevantes pero no correspondían a la evaluación anatómica prevista.

Finalmente sólo se incluyeron 13 artículos. Esto destaca la creciente tendencia de aplicar tecnologías en la selección de terapias e indica que la terapia de realidad virtual es solo un ejemplo de estos avances.

Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones generales del estudio, se ponen juicio los objetivos planteados al comienzo con el análisis y evaluación de los mismos a partir de los resultados encontrados.

En cuanto al objetivo general que era “Examinar la realidad virtual como instrumento de rehabilitación de miembros superiores post accidente cerebrovasculares.” Se pudo comprobar la utilización de la RV como herramienta en pacientes que sufrieron un accidente cerebrovascular , donde el 38.46% de los artículos analizados terminan dando respaldo a este tipo de terapia.

En este estudio, en cuanto a los objetivos específicos que eran:

- Indagar sobre la utilidad de la realidad virtual en la rehabilitación de miembros superiores.
- Investigar sus beneficios y si es aplicable como herramienta de complemento.

Se confirma que si bien el 92.31% arrojaron resultados de éxito en cuanto a la realidad virtual en la rehabilitación de miembros superiores, dentro de ese porcentaje se destaca que un 38.46% son los estudios positivos (EP) que marcaron con más claridad el éxito de esta terapia. Si nos ponemos a analizar, es el mayor porcentaje presente en esta revisión en cuanto a los artículos encontrados.

Se busco explorar las ventajas y evaluar la idoneidad de utilizarlo como recurso complementario. Según este análisis, se demuestra que los beneficios obtenidos son significativamente mayores, con una mejora del 92,31% respecto a la terapia tradicional. Además, los estudios incluidos en este porcentaje, en este caso los EP, marcan con más claridad el potencial que puede ofrecer este tipo de intervención.

Para reiterar la hipótesis presentada de que “La realidad virtual es una herramienta de complemento a la kinesiología, que mejora toda intervención que se realice con respecto a la rehabilitación de miembros superiores post ACV”, se confirma que la realidad virtual, al ser evaluada por su implementación y los cambios positivos observado a nivel neuronal, motor y fisiológico, es sin lugar a dudas una valiosa adición a las intervenciones kinésicas. Es importante señalar que la realidad virtual no

reemplaza la terapia convencional, sino que sirve como una herramienta adicional para los kinesiólogos a la hora de planificar intervenciones, especialmente considerando los resultados favorables destacados en esta revisión de la literatura.

De cara al futuro y adoptando la innovación, se espera que este tipo de tecnología, junto con otras, se siga utilizando cada vez más mientras persistan los resultados positivos.

Discusión

Realizando investigaciones exhaustivas y a partir del análisis de datos específicos, es posible observar y resaltar el comportamiento de los miembros superiores en pacientes que han sufrido un ictus. Esta observación se aplica a todo tipo de accidentes cerebrovasculares, ya sean hemorrágicos o isquémicos, así como agudos, subagudos o crónicos. La base de la terapia de rehabilitación reside en el concepto de neuroplasticidad tras una lesión cerebral. En este sentido, la realidad virtual sirve como una herramienta valiosa para potenciar los síntomas y promover la mejora.

A la hora de implementar la realidad virtual, suelen surgir dudas. Estas dudas surgen no sólo de la falta de familiaridad o experiencia con la tecnología, sino también de preocupaciones presupuestarias. Crear un equipo de realidad virtual sólido puede ser un desafío económico, lo que lleva a muchos a priorizar la inversión en métodos de rehabilitación tradicionales. A pesar de la incertidumbre que rodea su eficacia, los estudios han demostrado que este tipo de terapia tiene un impacto positivo significativo en la movilidad, la coordinación y la función motora de las articulaciones. La evidencia de estudios realizados por (Kiper, Agostini, Luque-Moreno, Tonin, & Turolla, 2014) y (Subramanian, Lourenco, Chilingaryan, Sveistrup, & Levin, 2013) demuestran que los gestos motores se vuelven más precisos y la velocidad de ejecución mejora con la aplicación de la realidad virtual.

Mediante la utilización de la realidad virtual, se convierte en una herramienta adicional en la restauración de patrones de movimiento perdidos causados por la patología. Al generar estímulos somatosensoriales, la realidad virtual ayuda a recordar y activar recuerdos que antes se pensaba que se habían perdido debido al deterioro cognitivo. Además, la retroalimentación que proporciona la realidad virtual mejora el

área motora, lo que da como resultado la formación de nuevas redes neuronales.

La combinación del entrenamiento cognitivo y motor con la realidad virtual crea un entorno multisensorial que promueve una regulación y retroalimentación adecuadas dentro de la corteza motora. Se ha demostrado que esta activación de circuitos tanto motores como cognitivos mejora el rendimiento y la ejecución de los movimientos. Cuando hay una mayor actividad cerebral en las áreas motoras responsables de la movilidad y la cognición, los pacientes demuestran una mayor capacidad y habilidad para participar en actividades complejas.

La incorporación de la realidad virtual al entrenamiento cognitivo y motor produce mejores resultados para la rehabilitación motora de las extremidades superiores en pacientes con accidente cerebrovascular. Este enfoque innovador también permite al kinesiólogo que supervisa la terapia, diseñar juegos y actividades personalizadas adaptadas al nivel de participación del individuo, teniendo en cuenta los desafíos específicos que plantea la condición del paciente.

La RV ofrece un enfoque único para la rehabilitación motora al brindar a los pacientes una experiencia sensorial integral que abarca estímulos visuales, auditivos, sensoriales, propioceptivos y vestibulares. Este entorno de inmersión tiene un profundo impacto en el aprendizaje y la memoria y en última instancia, conduce a una restauración de las actividades de la vida diaria a los niveles previos a la lesión.

Recomendaciones

- Indagar más sobre otras tecnologías que puedan ser aplicables a las terapias de kinesiología.
- Tener presente que las tecnologías llegaron como herramientas para complementar las terapias.
- Hacer utilidad de este tipo de ciencia aplicada e involucrase mas con ellas.
- Considerar que son terapias que aportan innovación, motivación y dinámica.

Bibliografía

- al, S.-A. e. (2018). *Efecto de un entrenamiento basado en la realidad virtual de cuatro semanas versus una terapia convencional sobre la función motora de las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular: un ensayo multicéntrico aleatorizado de grupos paralelos*. Obtenido de Pedro: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204455>
- Apecs. (s.f.). *Apecs*. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=corpusnovus.silverblood.apecs>
- Azzuan, M., Ajit, Mohd, N., Hooi, K., & Ibrahim, N. (2019). *Juegos de realidad virtual como complemento para mejorar la función de las extremidades superiores y la salud general entre los supervivientes de un accidente cerebrovascular*. Obtenido de Google Académico: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/24/5144>
- Baileson. (2019). *Realidad Virtual*. LID editorial Empresarial S.L.
- barcelonatech, U. u. (s.f.). *Capítulo 2- Introducción a la Realidad Virtual*. Obtenido de <https://www.cs.upc.edu/~virtual/SGI/guions/ArquitecturaRV.pdf>
- catalunya, U. U. (s.f.). *Capítulo 2 Introducción a la Realidad Virtual*. Obtenido de <https://www.cs.upc.edu/~virtual/SGI/guions/ArquitecturaRV.pdf>
- Cevoli, e. a. (9 de Noviembre de 2020). *Tecnologías aplicadas a la kinesiología. El uso de la realidad virtual en la rehabilitación post acv*. Obtenido de Google Académico: <https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/8417>
- Chen, Y., Chen, C., & al., Y. (2021). *Eficacia de la estimulación intermitente theta burst en el entrenamiento de ciclismo basado en la realidad virtual para la función de las extremidades superiores en pacientes con accidente cerebrovascular: un ensayo controlado aleatorio, doble ciego*. Obtenido de Pedro: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-021-00885-5>
- Cueto, H. (17 de julio de 2021). *Científicos descubren que la realidad virtual crea ondas cerebrales que pueden ayudar a mejorar la memoria*. Obtenido de Google Académico: <https://businessinsider.mx/realidad-virtual-ondas-cerebrales-mejorar-memoria/>
- El-Kafy, A., & guermazi, E.-f. (s.f.). *El efecto de la terapia basada en la realidad virtual en la mejora de las funciones de las extremidades superiores en personas con accidente cerebrovascular: un ensayo de control aleatorio*. Obtenido de SciELO: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.731343>
- Fustinoni. (2014). *Semiología del Sistema Nervioso 15ª edición*. Editorial El Ateneo.
- Giacomo, R., Fabri-Destro, M., & Cattaneo, L. (febrero de 2019). *Pubmed*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/23764590_Mirror_Neurons_and_their_Clinical_Relevance
- Guevara, B., Martínez, A., Gordon, A., & Constante, P. (2019). *Sistema inmersivo de reconocimiento y controles de gestos empleando realidad virtual para rehabilitación de las extremidades superiores en pacientes con daño cerebral adquirido*. Obtenido de Google Académico: https://www.researchgate.net/profile/Bryan-S-Guevara/publication/369299514_Sistema_inmersivo_de_reconocimiento_y_control_de_gestos_empleando_realidad_virtual_para_rehabilitacion_de_las_extremidades_superiores_en_pacientes_con_dano_cerebral_adquirido_DCA

In, T. J. (2012). *Virtual reality reflection therapy improves motor recovery and motor function in the upper extremities of people with chronic stroke*. *Journal of Physical Therapy Science*. Obtenido de Scielo: <https://doi.org/10.1589/jpts.24.339>

kinesiologo, L. O. (03 de 06 de 2023).). Robótica y realidad virtual, las nuevas herramientas para la rehabilitación neurológica. . (T. Digital, Entrevistador)

Kiper, Agostini, Luque-Moreno, Tonin, & Turolla. (2014). *Retroalimentación reforzada en un entorno virtual para la rehabilitación de la disfunción de las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular: datos preliminares de un ensayo controlado aleatorio*. Obtenido de Pedro: <https://doi.org/10.1155/2014/752128>

Moreno, F., Jordan, O., Esmitt, R., Christiam, M., Omaira, R., Jeanlight, R., y otros. (2013). *Un framework para la rehabilitación física en miembros superiores con realidad virtual*. Obtenido de Google Academico: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32291708/concisa13-libre.pdf?1391532235=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUn_Framework_para_la_Rehabilitacion_Fisi.pdf&Expires=1709140813&Signature=JrAeuLY1MalbhUXbTHcPNkSjkZn1pBmyrFHxGkiG8Q8AtH-m9AS

Ordoñez. (2020). Realidad Virtual Y realidad aumentada. *Revista Digital Acta* .

Pablo, D. T., Jose A, M. M., Alejandro, S., Esteban, C. f., & David, L. A. (2020). *Intervenciones de realidad virtual basadas en juegos para mejorar la función motora de las extremidades superiores y la calidad de vida después de un accidente cerebrovascular: revisión sistemática y metanálisis*. Obtenido de Google: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/g4h.2019.0043>

Pardos, G. e. (2021). Realidad virtual en rehabilitación de patología neurológica. *Revista sanitaria de investigación* .

Perez-Marcos, D. C. (2017). Obtenido de Increasing upper limb training intensity in chronic stroke using embodied virtual reality: A pilot study. *Journal of neuro Engineering and rehanilitation*: <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0328-9>

Pino, M. (2018). *Realidad virtual en la rehabilitación motora de la mano en pacientes post ictus*. Obtenido de Google Academico: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedfisreah/cfr-2018/cfr182g.pdf>

Regueira senra, N. (2020). *Realidad virtual inmersa: Nodo de la interfaz cerebro-miembro superior hemiparético en el accidente cerebrovascular subagudo*. Obtenido de Google Academico: https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/38151/Regueira_117580_TFG.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Roa, L. M. (30 de Marzo de 2012). *Universidad y Salud*. Obtenido de Neuroplasticidad y sus implicaciones en la rehabilitación: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072012000200009

Rodriguez, M., Polonio-i, B., & Corregidor-s, A. (2021). *Efecto de la terapia específica basada en la realidad virtual para la rehabilitación de la función motora de las extremidades superiores después del ictus: ensayo controlado aleatorio*. Obtenido de Pudmed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33924767/>

Rojas, e. a. (2010). *Impacto del balance a través de realidad virtual en una población de adultos mayores*. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-95022010000100044&script=sci_arttext

Sheehy, L., Tailon, A., Sveistrup, H., Bilodeau, M., & Yang. (2020). *Ejercicio de equilibrio sentado realizado mediante entrenamiento de realidad virtual en un servicio hospitalario de rehabilitación de accidente cerebrovasculares: un estudio controlado aleatorio*. Obtenido de Pubmed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31970898>

Subramanian, Lourenco, Chilingaryan, Sveistrup, & Levin. (2013). *Recuperacion motora del brazo mediante una intervencion de realidad virtual en accidentes cerebrovasculares cronicos: ensayo de control aleatorio*. Obtenido de Pedro: <https://doi.org/10.1177/1545968312449695>

Tortora, e. a. (2019). *Principios de Anatomia y Fisiologia 13° edicion*. Medica Panamericana.