

Terapia de mano basada en el razonamiento y la práctica clínica

RAQUEL CANTERO TÉLLEZ (coord.)



Tema 21

Realidad Virtual aplicada a la terapia de la mano

Miguel Blasco Giménez

I. Introducción a la realidad virtual

La aparición de la realidad virtual (RV) supone uno de los cambios tecnológicos más importantes de los últimos tiempos. Aunque de momento no seamos demasiado conscientes, la realidad virtual supone un antes y un después en campos como la arquitectura, publicidad, el ocio, la medicina y la rehabilitación.

La RV ha irrumpido dentro de la práctica clínica de los profesionales rehabilitadores, ofreciendo un nuevo enfoque motivador que aporta una alta intensidad de movimientos dirigidos a un objetivo, con un *feedback* positivo entre estímulo-respuesta que generan un aprendizaje motor, traduciéndose en una mejora de la función motora del miembro superior neurológico (1).

El avance de las tecnologías permite la generación y reproducción de escenarios de reali-

dad virtual de una forma cada vez más económica, fácil y rápida. Estos hechos, han posibilitado un aumento progresivo de la implementación de la RV en los centros de rehabilitación y en los próximos años formará parte fundamental de las técnicas a implementar en la atención de los usuarios.

I.1. Definición de realidad virtual

Según la RAE (2), se define la realidad virtual como la representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real. Podemos entender la RV como el uso de entornos interactivos simulados, generados por sistemas informáticos que nos ofrecen la oportunidad de involucrarnos en escenarios que parecen y se sienten similares a los objetos y eventos del mundo real.

El objetivo de esta tecnología es la creación de un mundo ficticio del que se puede formar parte e incluso ser el protagonista: viviendo en primera persona un videojuego, visitando un lugar lejano o bien practicando como hacer una operación a corazón abierto. La oferta actual de realidad virtual es muy amplia y existen muchas modalidades, que progresivamente se van implementando en los ámbitos de la cultura, docencia, salud, ocio y comunicación.

1.2. Historia de la realidad virtual

La historia de la tecnología de realidad virtual empieza en la década de 1950 a 1960. Morton Heilig inventó y patentó el dispositivo llamado Sensorama. Dicho aparato es un simulador que ofrecía la ilusión de la realidad con una película en 3-D con olor, sonido estéreo, vibraciones del asiento y viento en el pelo para crear la ilusión inmersiva (3).

Tras Sensorama fueron apareciendo diversos intentos de continuar avanzando con la RV, como es el caso de (3):

- Headsight (1961). Un casco que incorpora una pantalla y tiene un control de posición de la cabeza.
- La Espada de Damocles (1965). Ivan Sutherland describe por primera vez el concepto de realidad virtual, con un dispositivo que consiste en un “casco” suspendido en el techo y acoplado a un ordenador.

- Virtual Boy de Nintendo (1995). Un dispositivo tipo casco tan voluminoso que necesitaba ser apoyado en una mesa a través de una base.
- Second Live (2000). Videojuego que introdujo el uso de avatares dentro de un mundo virtual. Abre el camino a los mundos virtuales que se desarrollarán posteriormente.
- El prototipo de Oculus Rift (2010). Palmer Luckey desarrolla el primer prototipo de Oculus Rift. El gigante Facebook compra todo el proyecto y la compañía Oculus.
- Google CardBoard (2015). Primer dispositivo de realidad virtual inmersiva de bajo coste. Con un cartón plegable recortado, 2 lentes y un teléfono inteligente con sistema operativo Android se confeccionan unas gafas RV de bajo coste donde es posible disfrutar de experiencias inmersivas. Da paso a gafas de RV de bajo coste confeccionadas en plástico.

Se considera el año 2016 como el de la realidad virtual. Ya con varios modelos en el mercado como Samsung Gear VR, las grandes marcas como Oculus, HTC VIVE y PlayStation VR sacan al mercado las versiones comerciales.

1.3. Tipos de realidad virtual

Dentro del concepto de realidad virtual encontramos una gran variedad de dispositivos

y tipos de realidad virtual, que se agrupan de forma común dentro de la nomenclatura, pero que en realidad muestran grandes diferencias entre sí. Describiremos aquellos sistemas de realidad virtual más utilizados en la rehabilitación.

Los sistemas de RV más utilizados en rehabilitación se pueden clasificar en los siguientes tipos (1,4,5):

- RV inmersiva, donde el usuario está integrado totalmente dentro del ambiente virtual, a través de cascos, cabinas o gafas de realidad virtual, quedándose aislado del mundo real.
- RV semiinmersivos, no inmersivos o de escritorio, se interactúa con el mundo virtual utilizando un monitor y no existiendo una inmersión total en el entorno virtual. Un ejemplo de estos sistemas serían las consolas Nintendo Wii o Xbox junto al sensor Microsoft Kinect.

Por otro lado, podemos clasificar estos sistemas en específicos; cuando el sistema de RV se ha diseñado de forma exclusiva para ser utilizado en rehabilitación, como es el sistema Virtualrehab Hands (6). Denominamos RV no específica a las consolas comerciales cuyo diseño no ha sido pensado para su uso rehabilitador, como las consolas mencionadas en el párrafo anterior.

I.4. Aplicación de la realidad virtual en rehabilitación

Dentro de la RV aplicada a la rehabilitación, hay dos categorías principales de sistemas de realidad virtual (7). La primera categoría corresponde a sistemas robóticos o dispositivos mecánicos donde la realidad virtual se utiliza simplemente como un complemento al dispositivo robótico que soporta la ejecución de movimientos. Un ejemplo de estos dispositivos sería el sistema Armeo[®] Spring.

La segunda categoría es cuando la propia RV proporciona la intervención terapéutica significativa. Esto podría ser a través de:

- a) Videojuegos, con o sin retroalimentación háptica, que permiten la creación de una experiencia multisensorial con o sin simulación ecológica de las tareas cotidianas.
- b) Proporcionar señales visuales para estimular la actividad de la red de neuronas espejo y posiblemente desencadenar procesos adaptativos en el cerebro para promover la recuperación de las deficiencias.

Actualmente disponemos de tecnología de bajo coste para crear y reproducir material audiovisual de RV orientada a activar las neuronas espejo, y de esta forma ajustarnos de forma específica a las demandas y capacidades de los usuarios.

2. Principales sistemas de realidad virtual no inmersiva aplicados en rehabilitación

Ante la gran oferta de sistemas de RV aplicables a la rehabilitación, el clínico se puede sentir abrumado. Cada sistema nos aporta unos matices diferentes a la intervención, que debemos conocer para extraer el máximo partido a los aparatos y a nuestros usuarios. El objetivo de este apartado es mostrar aquellos sistemas de bajo coste fácilmente aplicables en la práctica clínica. Por otro lado, la formación de la RV específica suele recaer sobre la misma empresa que ofrece el sistema, y por ello, no nos adentraremos en este capítulo.

2.1. Nintendo Wii

Wii es una consola doméstica de Nintendo. Se lanzó en 2006 e introdujo el juego con control por movimiento (8). La característica más distintiva de la consola es su mando inalámbrico, el Wii Remote, que contiene un sensor de movimiento integrado y se comunica con la barra de sensores para ofrecer una precisión y facilidad de uso sin precedentes. Además, tiene una función de reverberación y un altavoz. Posibilita su uso como un dispositivo de mano con el que apuntar, además de poder detectar movimientos en un plano tridimensional (9). Este mando nos permite una amplia gama de posibi-

lidades para mejorar la función del brazo, codo y muñeca, pero no tanto para los dedos.

Bajo nuestra opinión, es una herramienta indispensable en la práctica clínica. Es un sistema rápido, sencillo, muy económico, que se adapta a una gran cantidad de pacientes, independientemente de su patología. Además, existe una gran cantidad de estudios que han demostrado su utilidad.

Dentro de los juegos que podemos utilizar en rehabilitación encontramos, Wii Sports Resort, Wii Play o Wii Fit.

2.2. Kinect para Xbox 360

Kinect es un controlador de juego libre y entretenimiento desarrollado por Microsoft para la videoconsola Xbox 360, y desde junio del 2011 para PC a través de Windows (10).

Kinect permite a los usuarios controlar e interactuar con la consola sin tener un mando de videojuegos tradicional, ofreciendo la posibilidad de jugar con todo el cuerpo. En vez de mandos, se utilizan los brazos, las piernas, los pies y las manos.

Kinect es ampliamente utilizado en rehabilitación, aunque su aplicación puede ser más exigente que otros sistemas como WII, ya que cuando utilizamos el sensor Kinect junto con la Xbox 360, deberemos mover los avatares que aparecen en la pantalla a través de los movimientos de nuestro cuerpo y personas con escasos recursos de movilidad no podrán interactuar de for-

ma adecuada. Bajo nuestra experiencia clínica, se utiliza Nintendo Wii cuando existen escasos recursos motores y cognitivos, cuando el usuario mejora de control postural y equilibrio aumentamos la complejidad dando paso al sistema Kinect.

Los videojuegos como Kinect Sports, Kinect Adventures o Fruit Ninja Kinect pueden ser muy útiles en nuestra práctica clínica.

2.3. Leap Motion Controller

El Leap Motion Controller es un módulo óptico de seguimiento que captura los movimientos de las manos y dedos para interactuar de una forma natural con el contenido digital. El software de Leap Motion es capaz de discernir huesos y articulaciones, y realizar un seguimiento incluso cuando están ocultas por otras partes de la mano (11).

El dispositivo lo podemos conectar a un PC con sistema operativo Windows o Mac, así como a gafas de realidad virtual como Oculus Rift o HTC Vive. En su página Web podemos encontrar una galería de aplicaciones con más de 75 aplicaciones gratuitas para experiencias de realidad virtual y realidad aumentada.

Sin duda, el Leap Motion Controller es el dispositivo con más potencial para rehabilitar el movimiento de los dedos y muñeca, aunque su uso puede ser complicado en personas con pocas capacidades motoras o cognitivas.

3. Principales sistemas de realidad virtual inmersiva aplicados a rehabilitación

En el siguiente apartado desarrollaremos el uso de los sistemas de RV inmersivos a través de gafas diseñadas para este fin, siempre desde una óptica de aplicabilidad contemplando el coste/beneficio del producto.

3.1. Google Cardboard

Gafas de realidad virtual hechas con cartón y lentes de distancia focal, que se utilizan junto a un teléfono móvil tipo *smartphone*. La experiencia virtual que consiguen estas gafas es aceptable en relación a su coste. El sistema utiliza un *smartphone* como pantalla y sensor, este se inserta en el visor y los sensores (giroscopios) detectan los movimientos de la cabeza y los traducen al mundo virtual. Es necesario la descarga de un software específico para el teléfono inteligente (12). La app específica para las Google Cardboard tiene por título su mismo nombre, Cardboard. Aunque existen una gran gama de aplicaciones de RV para Android en el Google Play y para dispositivos iOS en la App Store.

A partir de las Google Cardboard se han diseñado gafas de plástico, más cómodas y muy económicas que posibilitan tener un sistema de realidad virtual, con vídeos, videojuegos o realidad aumentada al alcance de todos.

Poder utilizar el teléfono móvil como visor de RV, nos favorece la generación de material audiovisual de una forma muy rápida, económica y adaptada a las necesidades de los usuarios. De esta forma, podemos grabar un vídeo y proyectarlo en RV en apenas un minuto, sin la necesidad de estar conectados ni editar los contenidos a través de potentes ordenadores.

Dentro de la oferta de Apps, encontramos aplicaciones como Mirror Box VR (13), que a través de un sistema de reflexión aumentada convierte nuestras gafas en una caja de espejo inmersiva.

3.2. Oculus Gear VR

Dispositivo en forma de gafas de realidad virtual creado por el fabricante Samsung con la colaboración de la empresa Oculus, esta última propiedad de Facebook desde 2014.

Las Gear VR están construidas en plástico de alta resistencia, con un par de botones en el lateral derecho y un panel táctil para la navegación. Son ligeras, tan solo 345 gramos sin el teléfono, y con ángulo de visión 101°. Las Gear VR tienen sensores diseñados para la realidad virtual que mejoran el rendimiento, ausentes en el resto de gafas de realidad. Además, poseen un mando para interactuar con el mundo virtual.

Existen gran cantidad de aplicaciones y juegos de realidad virtual compatibles con Samsung Gear VR, que se pueden comprar o conse-

guir gratis en Oculus Store, Steam y en Google Play (14).

El precio de las gafas no es elevado, pero es necesario disponer de un *smartphone* Samsung de última generación para que funcionen. La calidad de los juegos y la inmersión es muy superior a los dispositivos de RV de bajo coste. Existen juegos sencillos que pueden ser útiles en la rehabilitación de la mano como; Bathroom, Wonder Glade o Fail Factory.

3.3. Oculus Quest

Visor de realidad virtual “todo en uno” con controladores, el cual no necesita ningún ordenador. Hasta el lanzamiento de estas gafas de RV, era necesario un potente ordenador y sensores externos, pero la casa Oculus ha conseguido un producto con todos estos componentes integrados, trasladando los movimientos a la realidad virtual sin la necesidad de un PC.

El dispositivo va acompañado de los controladores Oculus Touch, que posibilitan que los movimientos de las manos se reproduzcan en la realidad virtual con precisión y de forma realista. Aportan una retroalimentación háptica vibrando cada vez que cortas, agarras o lanzas objetos.

Otras de las novedades de las Oculus Quest es el sistema de seguimiento de manos, que permite utilizar las manos en vez de los controladores Touch y poder navegar por la pantalla, interactuar con la biblioteca y utilizar el sistema en

diferentes juegos y aplicaciones (15). Los desarrolladores están experimentando con el controlador de manos y de forma progresiva irán sacando más juegos y aplicaciones para este sistema. La aplicación clínica de este sistema puede ser de gran utilidad en el futuro, cuando dispongamos de más aplicaciones y juegos.

Las gafas van equipadas con el cable Oculus Link, de forma que podemos conectar nuestro visor con un ordenador y de esta forma acceder a contenidos preparados para los dispositivos de ordenador.

Oculus Quest reúne todas las funciones posibles de un sistema de RV en un mismo dispositivo, que funciona de forma independiente. Nos permite realizar intervenciones en cualquier lugar y posición que se encuentre el usuario, con una calidad excepcional. Personalmente, creo que no todos los pacientes son candidatos a realizar intervenciones con este sistema, puesto que necesitamos que su sistema vestibular no se altere, cierta capacidad cognitiva y suficientes grados de movilidad del miembro superior para poder accionar los mandos. Sin embargo, en las personas candidatas, este sistema puede aportar grandes resultados.

4. Terapia de observación acción inmersiva

La terapia de observación acción ha demostrado ser eficaz para mejorar la función del miembro

superior neurológico. La tecnología nos permite dar un paso y trasladar esta técnica a un mundo virtual inmersivo. En este apartado explicaremos la técnica y sus bases.

4.1. Terapia de observación acción

La terapia de observación acción (TOA) es un nuevo enfoque multisensorial que abarca la rehabilitación cognitiva y somatosensorial motora, relacionada con la terapia de espejo y la práctica mental. Consiste en el visionado de actividades realizadas por un modelo sano para una posterior práctica de dicha actividad.

La observación de acciones activa planes motores específicos en los circuitos motores dañados, pero no perdidos, después del Accidente Cerebro Vascular (ACV). La observación de acciones impulsa la formación de la memoria motora, preparando el sistema motor para la práctica posterior (16).

La TOA induciría a la neuroplasticidad a través de la activación del sistema de neuronas espejo, activando diferentes áreas del cerebro, facilitando el reaprendizaje motor y consolidándose con el desempeño de la actividad (17).

Esta técnica posee un nivel de recomendación 1a para mejorar la destreza en personas con ACV según la Canadian Partnership for Stroke Recovery (18). La revisión sistemática de Cochrane (17), concluyó que la TOA posee un gran efecto significativo para la función de la mano, con un nivel de evidencia moderada.

Respecto a las actividades de la vida diaria, la misma revisión mostró un gran efecto significativo, pero con un nivel de evidencia bajo.

4.2. Terapia de observación acción inmersiva

La Terapia de observación acción inmersiva (TOAI) la podemos definir como la observación de una actividad sensomotora a través de un sistema de realidad virtual inmersiva, pudiendo demandar una imitación de la actividad de forma inmediata o posterior al visionado.

Tanto la terapia de espejo como la terapia de observación acción son dependientes de la atención del usuario. Si éste no presta atención al reflejo de su mano en el cristal, o no se centra en observar el vídeo de la secuencia motora con intención de imitar, no se obtendrá el resultado esperado con estas terapias.

El déficit atencional, es el problema neuropsicológico más destacado tras un ictus, e influye de forma negativa en el aprendizaje. El uso de sistemas de realidad virtual inmersiva, focalizando plenamente la atención del usuario en la tarea, podría suponer grandes ventajas en la recuperación de los déficits (19). Por ahora, no disponemos de una evidencia suficiente sobre el impacto de estos sistemas inmersivos y cuanto cambio pueden generar frente a terapias basadas en el sistema de neuronas espejo no inmersivas. Desde nuestra experiencia clínica, los resultados aparecen más rápido y de for-

ma más potente que frente a otras terapias más convencionales.

4.3. Creación de vídeos para la terapia de observación acción inmersiva

Para la grabación de los vídeos, siempre que podamos utilizaremos cámaras de RV de 360 o 180 grados. Aunque se pueden utilizar convencionales, estas no generarán el mismo efecto de inmersión durante el visionado en las gafas de RV. A continuación, explicaremos los pasos a seguir:

Para grabar el miembro superior utilizaremos el objetivo de 180° de nuestra cámara de RV.

Los vídeos siempre serán grabados en perspectiva de primera persona, de forma que cuando se reproduzcan simulen los brazos del usuario.

- Es importante grabar el miembro superior de forma íntegra, dentro de lo posible.
- En caso de ser el paciente hombre, utilizaremos, a ser posible, un modelo masculino, mientras que si es mujer utilizaremos un modelo femenino. El modelo no mostrará complementos (anillos, pulseras, etc.), cicatrices o tatuajes.
- A ser posible, el modelo vestirá igual que el paciente, y se grabará en el mismo lugar y con los mismos objetos que utilizará en el proceso de imitación del movimiento.

- Las grabaciones tendrán una duración de entre 1 y 5 minutos.

A continuación, proponemos una secuencia de vídeos para realizar una intervención de 5 días a la semana, durante 4 semanas.

- 1.^a semana, vídeos de movimientos analíticos de la mano, como abrir y cerrar puños, tocarse las puntas de los dedos, levantar los dedos simulando tocar el piano, etc.
- 2.^a semana, vídeos de movimientos dirigidos a un objetivo, como tocar diferentes partes de la mesa, realizar flexo extensión de la muñeca entre dos vasos, rodar el pulgar sobre una pelota y tocar diferentes partes, etc.
- 3.^a semana, vídeos desempeñando actividades con una sola mano e interactuando con objetos, como agarres de vasos, uso de cubiertos, agarre del teléfono móvil, etc.
- 4.^a semana, vídeos de actividades bimanuales como cortar una salchicha, abrir una botella, servirse agua con una jarra, etc.

Siempre que sea posible, las actividades a seleccionar tienen que estar centradas en las necesidades y objetivos establecidos por el usuario. Además, tenemos que seleccionar aquellos movimientos y actividades que el paciente esté próximo a realizar y partir de ellas, evitando frustrar al paciente.

La secuenciación de actividades aquí presentada es un referente, y es el clínico a través de su razonamiento, quien tiene que graduar de forma correcta las actividades, en base al momento de recuperación, capacidades cognitivas y motoras del usuario.

4.4. Aplicación de la terapia de observación acción inmersiva

Una vez generado el material audiovisual, este será mostrado al paciente a través de gafas de realidad virtual. Los dispositivos de bajo coste ofrecen muy buenos resultados para ese fin, aunque se pueden utilizar cualquier tipo de gafas de RV. En los dispositivos de RV de bajo coste tenemos que instalar una App de reproducción de vídeo en RV en nuestro teléfono inteligente, como **VaR's VR Video Player**.

Una vez descargada la aplicación y ajustada en sus parámetros, colocaremos las gafas de RV al usuario y le preguntaremos sobre la nitidez de la imagen. En el caso de no ver la imagen de forma correcta, realizaremos los ajustes necesarios a través de los mecanismos de ajuste y calibración de las gafas y la aplicación.

Seleccionaremos el vídeo a reproducir y pediremos al usuario que observe de forma pasiva durante un minuto o dos (de forma que se habitúe a las imágenes), y posteriormente, que imite de forma instantánea los movimientos observados. Podemos acompañar los movimientos con movilizaciones, o aportar un *feedback* verbal

sobre el movimiento que está realizando. En el caso de la aparición de dolor, no permitiremos el movimiento ni la imitación del mismo, solo la observación pasiva y la imaginación de éste.

Observaremos el vídeo durante 5 minutos, una vez transcurridos, retiraremos el dispositivo y demandaremos el desempeño del movimiento o actividad por un periodo de 3 minutos. Repetiremos esta serie tres veces, pudiendo descansar entre series. Las sesiones no excederán de 30 minutos. Si el usuario siente mareo, dolor de cabeza, náuseas o confusión se suspenderá la sesión inmersiva.

5. Propuesta de protocolo de videojuegos RV

Los beneficios del uso de videojuegos de RV en rehabilitación neurológica han demostrado ser eficaces para la recuperación motora de miembro superior (1,4,5,20) con un nivel de evidencia 1a (18), siendo aplicados como un complemento a la terapia convencional y aumentando el tiempo de rehabilitación.

En nuestra opinión, estos sistemas son sumamente efectivos, siempre y cuando los apliquemos con una intensidad suficiente. Por ello, y tomando el trabajo de R. Muñoz e I. Calvo-Muñoz (5), proponemos una serie de tiempos de aplicación.

La aplicación de videojuegos de RV se realizará un mínimo de 3 semanas, con 3 sesiones

por semana de 30 minutos cada una. A partir de esta intensidad se han registrado cambios significativos en la función del miembro superior en ACV en fase crónica.

Respecto a la utilización de videojuegos inmersivos, recomendamos las mismas pautas, pero realizando entre una o dos pausas en cada sesión con el fin de no saturar a los pacientes y no generar efectos secundarios como mareos, vértigos, dolor de cabeza o náuseas.

6. Aplicación de realidad virtual en dolor

El uso de la RV como parte del tratamiento del dolor ha sido utilizado en personas con lesiones por quemaduras, síndrome de dolor regional complejo, dolor de miembro fantasma o dolor crónico.

También se ha investigado este efecto en personas con dolor neuropático tras una lesión medular, utilizando diferentes modos de RV como las caminatas virtuales, obteniendo resultados positivos (21).

La observación de acciones se ha utilizado como tratamiento del dolor, produciendo una disminución en la intensidad sobre todo en pacientes posquirúrgicos(22). Trasladar esta técnica a la realidad virtual inmersiva, mostrando imágenes de ejercicios con movimientos de las regiones afectadas podría ser más efectivo que el uso de videojuegos o distracción a través de

RV. Además, este abordaje nos proporciona un medio para exponer a los pacientes a movimientos que evitarían, bien por el dolor o miedo(23).

El potencial del uso la de realidad virtual dentro del tratamiento del dolor es grande, ya

sea, utilizada como distracción durante una intervención dolorosa como la extracción de sangre(24), mediante el uso de videojuegos o a través de observación de acciones, aunque es necesario una mayor investigación de calidad sobre el tema.

7. Referencias

1. Viñas-Diz S, Sobrido-Prieto M. Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Neurología* [Internet]. 2016 May 1 [cited 2020 Jun 17];31(4):255-77. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0213485315001632>
2. Real Academia Española. realidad | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE [Internet]. [cited 2020 Jun 17]. Available from: <https://dle.rae.es/realidad?m=form2#CfxhrOR>
3. ¿Qué es la realidad virtual? - Historia, funcionamiento y gafas VR - Mundo Virtual [Internet]. [cited 2020 Jun 17]. Available from: <http://mundo-virtual.com/que-es-la-realidad-virtual/>
4. León Ruiz M, Pérez Nieves MT, Arce S, Benito León J, Ezpeleta Echávarri D. Evidencias actuales sobre la realidad virtual y su utilidad potencial en la neurorrehabilitación postictus. *Rev Neurol*. 2019;69(12):497.
5. Muñoz Boje R, Calvo-Muñoz I. Efectos de la terapia de realidad virtual en el miembro superior en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Rehabilitación*.
6. VirtualRehab Hands [Internet]. [cited 2020 Jun 18]. Available from: https://evolvrehab.com/es/virtualrehab/virtualrehab_hands/
7. Hoermann S, Ferreira dos Santos L, Morkisch N, Jettkowski K, Sillis M, Devan H, et al. Computerised mirror therapy with Augmented Reflection Technology for early stroke rehabilitation: clinical feasibility and integration as an adjunct therapy. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2017 Jul 17 [cited 2020 Jul 4];39(15):1503-14.
8. Nintendo. ¿Qué es Wii? | Padres | Atención al cliente | Nintendo [Internet]. 2020 [cited 2020 Jul 4]. Available from: <https://www.nintendo.es/Atencion-al-cliente/Padres/Hardware/Wii/-Que-es-Wii/-Que-es-Wii-920239.html>
9. Nintendo. Accesorios | Wii | Nintendo Ibérica | Wii | Nintendo [Internet]. 2020 [cited 2020 Jul 4]. Available from: <https://www.nintendo.es/Wii/Accesorios/Accesorios-Wii-Nintendo-Ib-eacute-rica-626430.html>
10. Microsoft. Configurar Kinect para Windows v2 con un Adaptador de Kinect para un PC con Windows 10 [Internet]. 2020 [cited 2020 Jul 4]. Available from: <https://support.xbox.com/help/hardware-network/kinect/kinect-for-windows-v2-setup-with-adapter>
11. Ultraleap. Tracking | Leap Motion Controller | Ultraleap [Internet]. [cited 2020 Jul 4]. Available from: <https://www.ultraleap.com/product/leap-motion-controller/>
12. Departamento de Educación del Gobierno de Navarra. Realidad virtual con las Google Cardboard [Internet]. [cited 2020 Jul 4]. Available from: <https://codigo21.educacion.navarra.es/autoaprendizaje/realidad-virtual-con-las-google-cardboard/>
13. APKPure. Mirror Box VR for Android - APK Download [Internet]. 2020 [cited 2020 Jul

- 4]. Available from: <https://apkpure.com/es/mirror-box-vr/com.Itzhakov.MirrorBox>
14. Gafas Oculus. Oculus Gear VR de Samsung - Gafas Oculus [Internet]. [cited 2020 Jul 4]. Available from: <https://www.gafasoculus.com/gear-vr-samsung/>
 15. Facebook Technologies L. Oculus Quest [Internet]. 2020. Available from: https://www.oculus.com/quest/?locale=es_ES
 16. Garrison KA, Aziz-Zadeh L, Wong SW, Liew S-L, Winstein CJ. Modulating the motor system by action observation after stroke. *Stroke* [Internet]. 2013 Aug 1 [cited 2020 Jul 4];44(8):2247-53.
 17. Borges LR, Fernandes AB, Melo LP, Guerra RO, Campos TF. Action observation for upper limb rehabilitation after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2018 Oct 31 [cited 2020 Jul 4];(10).
 18. Iruthayarajah J, Mirkowski M, Reg M, Foley N. Upper extremity motor rehabilitation interventions. *ebrsr.com* [Internet]. 2020 [cited 2020 Jul 5]; Available from: https://www.ebrsr.com/sites/default/files/chapter10_version_19_0.pdf
 19. Domínguez Téllez P, Moral Muñoz JA, Casado Fernández E, Salazar Couso A, Lucena Antón D. Efectos de la realidad virtual sobre el equilibrio y la marcha en el ictus: revisión sistemática y metaanálisis. *Rev Neurol* [Internet]. 2019 [cited 2020 Jul 5];69(06):223.
 20. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2017 Nov 20 [cited 2020 Jun 17]
 21. Chi B, Chau B, Yeo E, Ta P. Virtual reality for spinal cord injury-associated neuropathic pain: Systematic review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2019 Jan 1;62(1):49-57.
 22. Suso-Martí L, La Touche R, Angulo-Díaz-Parreño S, Cuenca-Martínez F. Effectiveness of motor imagery and action observation training on musculoskeletal pain intensity: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Pain* [Internet]. 2020 May 20 [cited 2020 Jul 9];24(5):886-901.
 23. Hayashi K, Aono S, Shiro Y, Ushida T. Effects of Virtual Reality-Based Exercise Imagery on Pain in Healthy Individuals. *Biomed Res Int*. 2019 Apr 17;2019:1-9.
 24. Özalp Gerçek G, Ayar D, Özdemir EZ, Bektaş M. Effects of virtual reality on pain, fear and anxiety during blood draw in children aged 5-12 years old: A randomised controlled study. *J Clin Nurs*. 2020 Apr 22;29(7-8):1151-61.