

Aplicación de entornos virtuales en el proceso de rehabilitación funcional del hombro: valoración de la satisfacción del paciente

F. Calduch Selma¹, A. I. Jordán Bodi², J. Elvira Codina², D. Jovaní Sales³, A. Castillo Villalba⁴

¹ Servicio de Rehabilitación. Unión de Mutuas. Paterna, Valencia

² Fisioterapia. Unión de Mutuas. Castellón

³ Centro de Salud Carinyena. Villarreal, Castellón

⁴ Servicio de Rehabilitación. Unión de Mutuas. Castellón

Correspondencia:

Dra. Felicidad Calduch Selma

Correo electrónico: fcalduch@uniondemutuas.es

Recibido el 23 de julio de 2020
Aceptado el 19 de noviembre de 2020
Disponible en Internet: noviembre de 2020

RESUMEN

La tecnología de la realidad virtual (RV) aplicada a la rehabilitación forma parte de los servicios de Unión de Mutuas a través de la plataforma Rehametrics, implantada en 2017 y que actualmente cuenta con una gama de 70 ejercicios físicos destinados tanto a la rehabilitación de miembro superior como de miembro inferior y tronco. El objetivo de este artículo es presentar los resultados de la encuesta de satisfacción realizada a los pacientes afectos de patología de hombro, tanto quirúrgica como no quirúrgica, que fueron tratados mediante la plataforma de RV Rehametrics. En nuestro estudio, en la valoración de la satisfacción general, el porcentaje de "muy satisfactorios" fue del 51,40%, de "satisfactorios" del 29,91% y, por niveles de satisfacción, los ítems más valorados fueron: el que sea un tratamiento de calidad, la ayuda en su recuperación y la motivación.

Palabras clave: Realidad virtual. Realidad aumentada. Rehabilitación. Fisioterapia. Miembro superior. Trastornos del hombro. Hombro.

ABSTRACT

Application of virtual environment in the procedure of functional shoulder rehabilitation: evaluation of patient satisfaction

It was in 2017, when the medical services of Unión de Mutuas implanted the technology of virtual reality (VR) for rehabilitation treatment, based on the platform called Rehametrics. Actually, the program counts on 70 physical exercises assigned to rehabilitation of upper and lower limb as well as rehabilitation of trunk. The object of this study is to present the survey results of satisfaction in patients with shoulder pathology, which were treated using the platform of VR Rehametrics, after surgery or conservative treatment. In our study, the percentage of the results relating to the evaluation of general satisfaction was 51,40% for "very satisfactory", 29,91% "satisfactory". Regarding to the levels of satisfaction, the best rated items were the quality of treatment, the assistance for recuperation and the motivation.

Palabras clave: Virtual reality. Increased reality. Rehabilitation. Physical therapy. Upper extremity. Pathology of the shoulder. Shoulder.



<https://doi.org/10.24129/j.retla.03206.fs2007019>

© 2020 Sociedad Española de Traumatología Laboral. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Introducción

La realidad virtual (RV) empezó a desarrollarse a partir de 1962. No obstante, no ha sido hasta estas últimas décadas cuando se han conseguido grandes avances para su aplicación en el campo de la medicina y, en particular, como herramienta terapéutica en la rehabilitación (RHB) motora y cognitiva.

La RV se define como la simulación de un entorno real, creada por un ordenador, en tiempo real, que permite, a través de una interfaz persona-máquina, una interacción activa entre el usuario y el entorno ficticio. Para ello, se requiere generar un ambiente virtual, que es el “lugar” donde se desarrollará la tarea asignada al usuario, el cual deberá sentirse presente e inmerso en ese ambiente simulado, con el objetivo de hacer su experiencia lo más cercana y familiar a la realidad. Esto se conoce como “validez ecológica”⁽¹⁾. Cuando se trabaja con la RV, existe interacción (los movimientos se ejecutan en tiempo real) e inmersión (existe la sensación de encontrarse dentro de un mundo virtual). La persona se ve realizando movimientos y acciones en un entorno simulado y llega a tener la sensación de encontrarse en él.

La RV se puede clasificar en 2 grupos según la interacción del sujeto con el entorno. En primer lugar, se encuentra la RV inmersiva, en la que los sistemas ligados al entorno virtual generados por un ordenador permiten al usuario interactuar mediante la utilización de algún dispositivo de *hardware*. A su vez, esta se divide en 2 tipos de sistemas. En los sistemas oclusivos, se priva al sujeto de los estímulos visuales y auditivos externos, permitiendo una mayor inmersión en el entorno de RV. Por su parte, los sistemas no oclusivos, también conocidos como RV aumentada (RVA), permiten la interacción con el entorno externo del mundo virtual. Finalmente, se encuentra la RV no inmersiva, en la que el sujeto no se integra plenamente en el entorno virtual y, por lo tanto, la interacción se realiza mediante un teclado, un mando o un ratón. Esta última supone un sistema de RV de menor calidad.

El término “rehabilitación virtual (RHBV)” fue acuñado en el año 2002 por los profesores Daniel Thalmann y Grigore Bordea⁽²⁾. Se define como el entrenamiento basado en ejercicios de simulación mediante la tecnología de RV⁽³⁾. En ella, los pacientes realizan los ejercicios de RHB personalizados frente a una pantalla en la que el avatar (la representación o simulación virtual de uno mismo) reproduce sus movimientos y con el que interacciona a través de técnicas de gamificación (juegos).

Algunas investigaciones han demostrado que para que se produzca aprendizaje y reaprendizaje motor tienen que producirse cambios en la arquitectura neuronal. Para ello, la terapia tiene que basarse en la realización de actividades y ejercicios funcionales, orientados a ta-

reas específicas, basados en la repetición y la intensidad, graduables en dificultad, recompensados, motivadores y realizadas en un periodo largo de tiempo^(4,5). La RV nos permite diseñar y desarrollar ejercicios que reúnan estos principios claves descritos para el aprendizaje motor y la neuroplasticidad.

La RHBV aporta unas ventajas y beneficios añadidos respecto a la RHB convencional. En primer lugar, la RV incentiva el ejercicio creando nuevos enfoques y entornos lúdicos, a diferencia de la RHB convencional, donde el método suele ser más monótono. En segundo lugar, la RHBV también potencia la motivación, el esfuerzo y su adherencia al tratamiento. En este sentido, la posibilidad de modificar las características del escenario virtual hace que las sesiones de RHB sean más atractivas y divertidas, con una participación más activa en los ejercicios solicitados. Asimismo, la terapia convencional no proporciona retroalimentación, a diferencia de la RHBV, la cual proporciona un *feedback* visual a través de la pantalla y/o auditivo a través de los altavoces, de modo que el usuario recibe información sobre sus aciertos y errores, facilitando el correcto aprendizaje y, así, aumentando la motivación.

Además de todo lo anterior, la RHB con RV documenta el progreso y objetiva las ganancias, lo que nos permite conocer la evolución del paciente según avanza el programa de ejercicios. De esta forma, permite adaptar los niveles de dificultad de los diferentes ejercicios en función de los logros obtenidos. También, ofrece un entrenamiento automatizado, individualizado y personalizado, permitiendo el desarrollo del mismo sin la presencia constante del terapeuta. Permite elaborar programas de telerrehabilitación, ofreciendo la posibilidad de realizar la sesión de RHB en el domicilio del paciente y monitorizar el seguimiento a distancia. Por último, en el ámbito de la RHB laboral, RHBV también ofrece ventajas muy importantes respecto a la RHB convencional ya que, mediante el entorno virtual, se simulan movimientos o posiciones que el usuario realiza durante su actividad laboral, facilitando la readaptación laboral.

Se ha evidenciado la presencia de efectos secundarios por la utilización de dispositivos de RV, también conocidos como cibermolestias (del inglés, *cybersickness*). Entre otros, se encuentran los trastornos visuales, la cefalea y los dolores posturales, que se presentan inmediatamente después de haber participado en una actividad de RV. Estos trastornos pueden aparecer si se aumenta considerablemente el tiempo de exposición al dispositivo de RV. Asimismo, también se ha descrito un segundo tipo de efectos adversos relacionado con el uso de la RV denominado “efecto posterior” (del inglés, *aftereffect*: efecto desagradable que sigue a un evento), en el cual se revive el episodio de inmersión virtual en el mundo real (*flashback*) y que se presenta entre horas y días después de someterse a la terapia con RV⁽⁶⁾.

Metodología

La tecnología de la RVA aplicada a la RHB forma parte de los servicios de Unión de Mutuas y se implantó mediante la plataforma virtual Rehametrics en 2017, tras un periodo previo de prueba y validación. El equipo consta de una pantalla conectada a un ordenador con el sistema operativo Windows 8 o superior de 64 bits con 2 GB de RAM, conector USB 3.0, conector HDMI/VGA/miniDisplay Port y soporte de DirectX 11.0. También presenta un *software* compatible con el sensor de movimiento de tipo sensor de Xbox, el cual crea el avatar. Asimismo, presenta una conexión con acceso a Internet para almacenar la información en la nube (Azure).

Actualmente, tras la última actualización del *software*, se dispone de un total de 70 juegos que trabajan diferentes funciones corporales: control cefálico, control del tronco, coordinación, equilibrio dinámico, equilibrio estático, extremidades inferiores, extremidades superiores, marcha y resistencia.

Los protocolos para cada paciente se diseñan de forma personalizada en función de la patología, pudiendo elegir entre ejercicios para rehabilitar el miembro superior, el miembro inferior o para trabajar el equilibrio y la coordinación. En cada protocolo personalizado se seleccionan los ejercicios a realizar, el orden en que se realizan y el nivel de dificultad de los mismos. El *software* aumenta de forma progresiva los niveles de dificultad a medida que el paciente va consiguiendo más del 80% de aciertos del objetivo marcado. En todos los niveles se trabaja el rango articular, la coordinación y la propiocepción. Además, con el uso de accesorios externos como gomas elásticas, mancuernas, lastres y balones medicinales se añade resistencia muscular, permitiendo trabajar la potenciación y la musculación.

Todo protocolo está revisado inicialmente por el médico rehabilitador, quien realiza aquellos ajustes que considera necesarios en el tipo de ejercicios, el tiempo de ejecución, las repeticiones o el uso de accesorios externos. Además, las sesiones iniciales siempre están supervisadas por el fisioterapeuta, requiriendo progresivamente menor supervisión a medida que el paciente va aprendiendo los requerimientos y las dinámicas de los ejercicios. Se realizan idealmente 3 sesiones semanales, aunque este número es variable en función de la evolución y de las necesidades individuales.

El protocolo de RHBV de hombro consta de los siguientes ejercicios realizados mediante la plataforma virtual Rehametrics:

- Ejercicio para valorar el rango articular coordinado del hombro (**Figura 1**).
- Ejercicio para valorar el rango articular del hombro (**Figura 2**).
- Ejercicio para valorar la rotación interna del hombro (**Figura 3**).



Figura 1. Ejercicio para valorar el rango articular coordinado del hombro mediante Rehametrics. El objetivo consiste en capturar las bolas verdes que se acercan hacia el paciente antes de que se estrellen en la pantalla. Por ello, hay que mover los brazos de forma coordinada asegurándose de no tocar las bombas. Existen 25 niveles de dificultad.

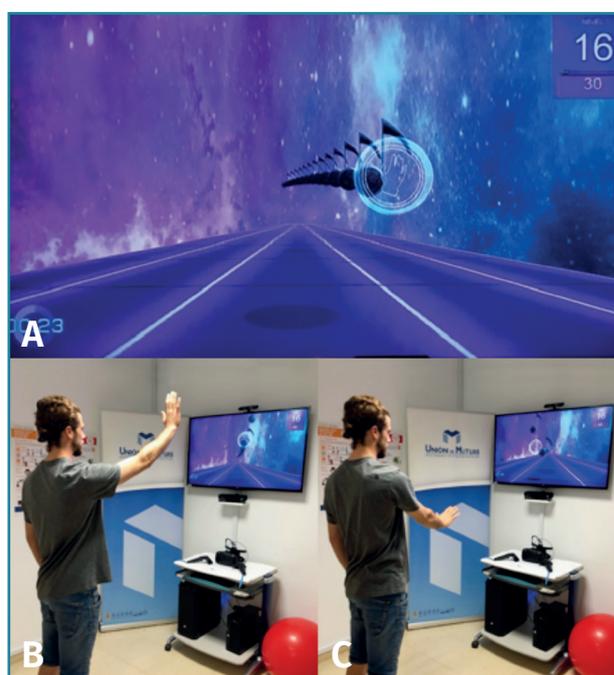


Figura 2. Ejercicio para valorar el rango articular del hombro mediante Rehametrics. El objetivo consiste en tocar todas las notas musicales que aparecen en la pantalla. Hay 70 niveles de dificultad.

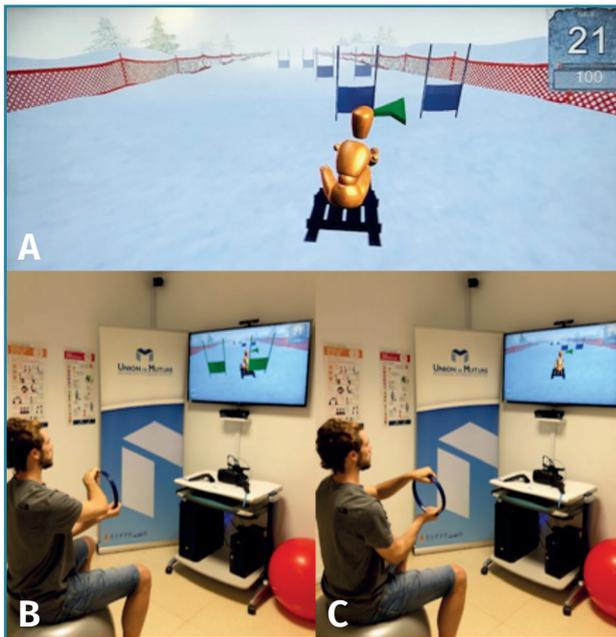


Figura 3. Ejercicio para valorar la rotación interna del hombro mediante Rehametrics. Consiste en pasar entre las banderas que aparecen en pantalla. Para ello, se deben mover los brazos como si se llevara un volante para controlar el avatar, pudiendo usar un anillo de plástico para facilitar el movimiento. Existen 24 niveles de dificultad.

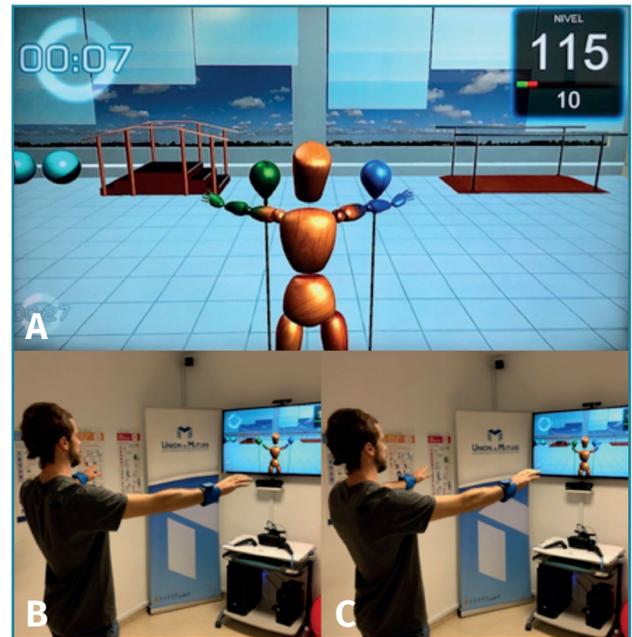


Figura 5. Ejercicio para valorar la coordinación bimanual de ambos hombros mediante Rehametrics. Consiste en tocar cada objeto virtual con la mano del mismo color manteniendo ambos pies sobre las huellas de color durante el ejercicio. Hay 156 niveles de dificultad. La utilización de lastres permite trabajar la potencia muscular.

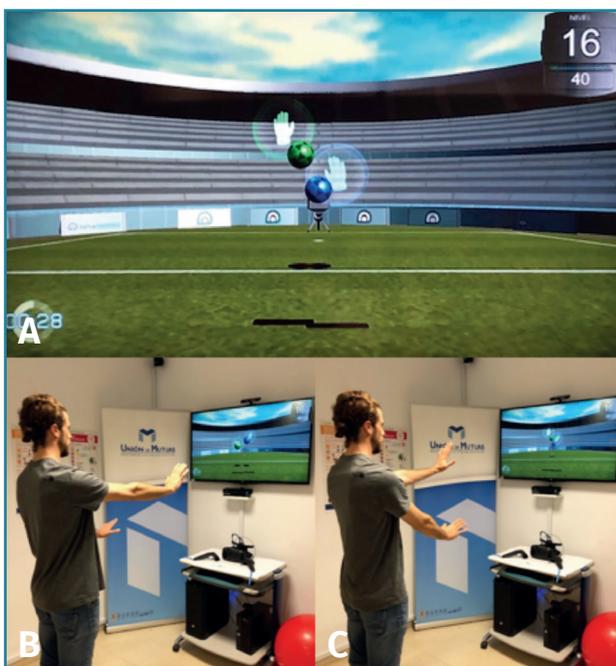


Figura 4. Ejercicio para valorar la coordinación simultánea de ambos hombros mediante Rehametrics. El objetivo consiste en detener los balones del mismo color siempre con la misma mano. Para ello, se lanzan 2 balones a la vez y cada uno se debe detener con una mano. Existen 48 niveles de dificultad.

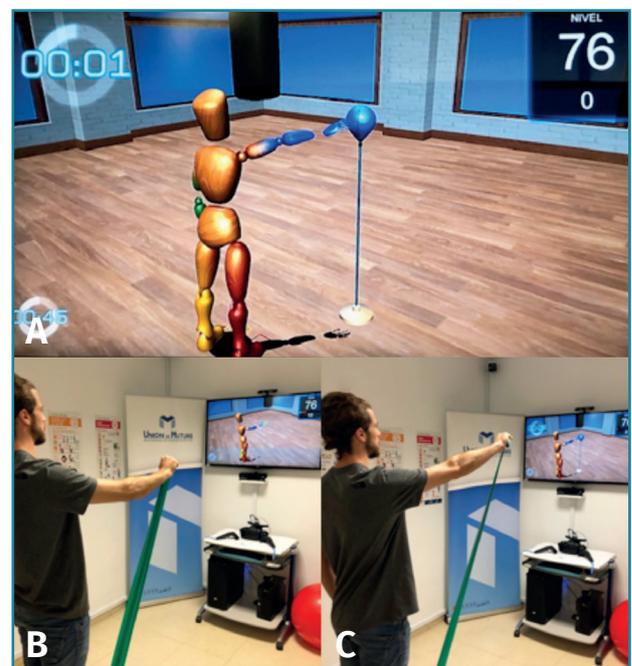


Figura 6. Ejercicio para valorar el rango articular, la potenciación, la propiocepción y el equilibrio estático del hombro mediante Rehametrics. El objetivo es tocar cada objeto virtual del mismo color con la misma mano. Para ello, hay que mantener ambos pies sobre las huellas de color durante el ejercicio. Existen 90 niveles de dificultad.



Figura 7. Ejercicio para valorar el rango articular, la potenciación y la coordinación hombro-codo mediante Rehametrics. Simula estar dentro de una nave espacial y hay que mover la nave para esquivar los asteroides que se acercan moviendo para ello el codo y el hombro. Existen 25 niveles de dificultad.

- Ejercicio para valorar la coordinación simultánea de ambos hombros (Figura 4).
- Ejercicio para valorar la coordinación bimanual de ambos hombros (Figura 5).
- Ejercicio para valorar el rango articular, la potenciación, la propiocepción y el equilibrio estático del hombro (Figura 6).
- Ejercicio para valorar el rango articular, la potenciación y la coordinación hombro-codo (Figura 7).
- Ejercicio para valorar la abducción horizontal del hombro (Figura 8).

Encuesta de satisfacción con el uso de Rehametrics

Para conocer la satisfacción del paciente sobre la RHBV con la plataforma Rehametrics, se diseñó una encuesta de satisfacción de pacientes-usuarios en la que se valoró la experiencia final y la satisfacción tras someterse a RHB con dicha plataforma. Se trataba de una encuesta anónima en la que se entregaba una plantilla impresa al paciente a quien se le explicaban los puntos a responder y se le solicitaba que la cumplimentara por escrito.

En la encuesta se recogieron datos generales del paciente como el centro de Unión de Mutuas en el que rea-

lizó el tratamiento, la articulación afectada, si había sido sometido o no a una intervención quirúrgica de dicha articulación y la fecha de cumplimentación de la misma. Además, para conocer la satisfacción respecto a la RHBV, se valoraron 5 aspectos: 1) “motivación”: se valora si Rehametrics aporta una motivación extra en su proceso de RHB respecto a la RHB convencional; 2) “ayuda en el proceso de recuperación”: se valora si Rehametrics supone un extra en su recuperación funcional; 3) “tratamiento de calidad”: se valora si el paciente considera que está recibiendo un tratamiento de alta calidad utilizando tecnologías avanzadas y actuales de RV; 4) “sencillez”: se valora si el paciente considera que resulta sencillo y fácil el uso de esta tecnología en su recuperación; y 5) “nivel de satisfacción general”: se valora si el paciente está satisfecho con el uso del Rehametrics en su proceso de recuperación.

Los primeros aspectos se midieron mediante una escala de puntuación de 1 a 5 puntos, siendo 1 “en desacuerdo” y 5 “completamente de acuerdo”. El quinto aspecto, el nivel de satisfacción general, se valoró mediante las siguientes 5 opciones: “muy insatisfactorio”, “insatisfactorio”, “indiferente”, “satisfactorio” y “muy satisfactorio”, donde el paciente debía escoger entre una de ellas.

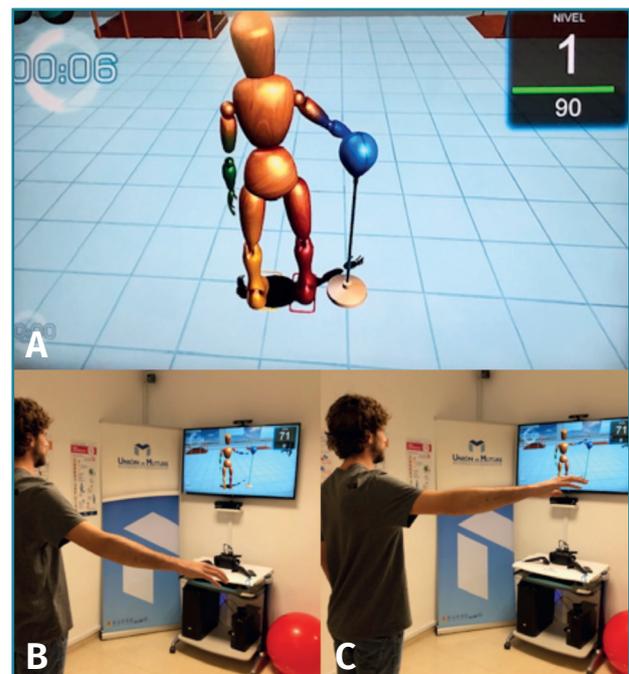


Figura 8. Ejercicio para valorar la abducción horizontal del hombro mediante Rehametrics. El objetivo consiste en tocar los objetos virtuales del mismo color con la misma mano hasta que desaparezca. Existen 84 niveles de dificultad. Modificando la posición del paciente se puede trabajar la abducción en el plano escapular.

Criterios de inclusión y exclusión

En esta encuesta de satisfacción se incluyeron todos los pacientes que acudieron a Unión de Mutuas de Castellón, Paterna, Sagunto, Villarreal y Barcelona durante el año 2019 con patología de hombro, tanto de manejo conservador como quirúrgico, y que presentaban un rango mínimo de movilidad activa e indolora en flexión anterior de 90° en el momento de la inclusión. Se excluyeron aquellos pacientes con limitaciones en los niveles de estabilidad, coordinación y movilidad del hombro al resultar incompatibles con los rangos de movilidad mínimos requeridos por el sistema. Además, también se excluyeron los pacientes incapaces de entender las explicaciones de los ejercicios.

Resultados

Durante el año 2019, se realizó RHBV con el equipo Rehametrics a un total 149 pacientes con patología del hombro, siendo las lesiones del manguito rotador la patología más frecuente. Del total de los pacientes rehabilitados por patología del hombro, habían sido previamente intervenidos quirúrgicamente 96 (64%), mientras que 53 pacientes (46%) habían sido tratados de forma conservadora. Las encuestas de satisfacción fueron cumplimentadas por 152 pacientes (67%), de los cuales 107 pacientes (47%) sufrían patología de hombro (Tabla 1).

Resultados de las encuestas de satisfacción

Los resultados de la encuesta de satisfacción fueron los siguientes: el porcentaje de satisfacción respecto a la motivación fue de “muy satisfactorio” en el 62,6% y de “satisfactorio” en el 26,17% de los encuestados; solo un 10,28% tuvieron una opinión indiferente. En cuanto a la satisfacción como herramienta de ayuda en su proceso de recuperación, el resultado fue “muy satisfactorio” en el 69,2% y “satisfactorio” en el 26,17%, frente a 4,67% que consideró que no le había aportado nada en su recupera-

Tabla 1. Resumen de los datos generales sobre la encuesta de satisfacción	
N.º total de pacientes hombro	149
N.º de sesiones de pacientes hombro	2.650
N.º de pacientes hombro con cirugía	96
N.º pacientes hombro con sin cirugía	53
Encuestas a pacientes	152
Encuestas a pacientes hombro	107

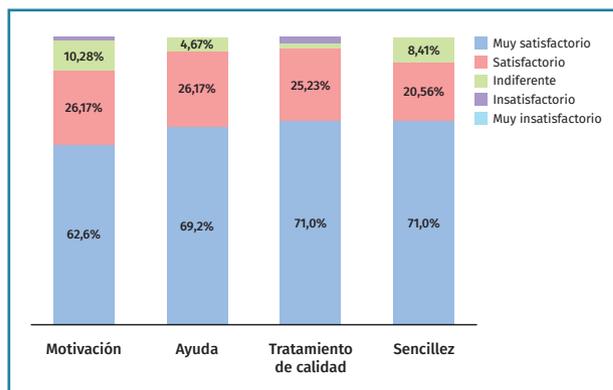


Figura 9. Representa el porcentaje de satisfechos con el uso de Rehametrics para la rehabilitación virtual para los ítems de “motivación”, “ayuda”, “tratamiento de calidad” y “sencillez”.

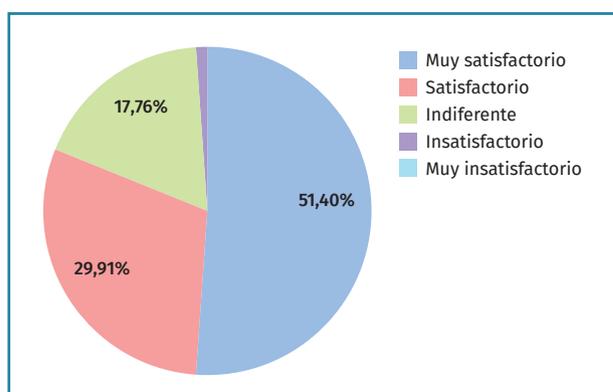


Figura 10. Representa el porcentaje de satisfacción general con el uso de Rehametrics para la rehabilitación virtual.

ción. Respecto a si los pacientes consideran la terapia con RV tratamiento de alta calidad, se obtuvo un porcentaje “muy satisfactorio” del 71,0% y “satisfactorio” en el 25,29%, con un porcentaje de indiferentes del 1,87% y de insatisfechos del 1,87%. En cuanto a la valoración de la sencillez del uso de la RHBV, el resultado fue de “muy satisfactorio” en el 71,0% y “satisfactorio” en el 20,56%; el 8,59% se mostró “indiferente” y nadie quedó insatisfecho (Figura 9).

Finalmente, el quinto aspecto, el nivel de satisfacción general con el uso de Rehametrics, fue valorado como “muy satisfactorio” en un 51,40% de los encuestados, “satisfactorio” en el 29,91%, el 17,76% se mostraron indiferentes y menos de un 1% (0,93%), insatisfechos (Figura 10).

Discusión

Con la finalidad de simplificar la lectura y el análisis de los resultados, aquellos ítems valorados con 5 opciones se pueden agrupar en 3 opciones: “muy insatisfactorio” e “insatisfactorio” se considerarían como “insatisfactorio” y

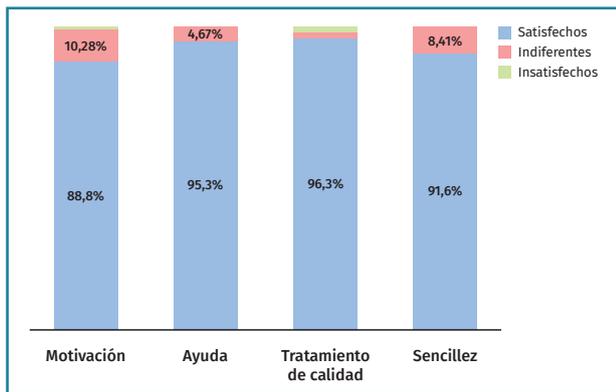


Figura 11. Representa el porcentaje de satisfechos con el uso de Rehametrics para la rehabilitación virtual para los ítems de “motivación”, “ayuda”, “tratamiento de calidad” y “sencillez”.

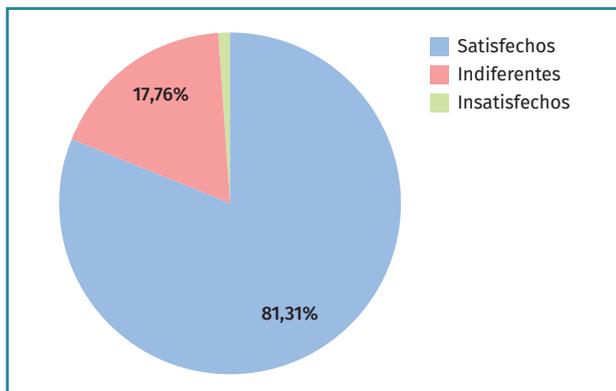


Figura 12. Representa el porcentaje de satisfacción general con el uso de Rehametrics para la rehabilitación virtual.

“satisfactorio” y “muy satisfactorio”, como “satisfactorio”. Finalmente, la respuesta “indiferente” se mantiene sin cambios.

Una vez realizados estos ajustes, respecto a la motivación, el 88,79% consideró que el trabajo de RHB mediante tecnología de RV aportó una motivación extra en su proceso de RHB respecto a la RHB convencional. Para un 95,33%, Rehametrics supuso un extra en su recuperación funcional frente al 4,67% que consideró que no le había aportado nada en su recuperación. El 96,26% calificó la terapia con RV como tratamiento de alta calidad, siendo este uno de los aspectos más valorados. Se trata de una herramienta de uso fácil (91,59%) (Figura 11) con un porcentaje de satisfacción global del 81,31%. (Figura 12).

La retroalimentación audiovisual se utiliza en estos sistemas para motivar y alentar a los usuarios durante las sesiones y para notificar a los pacientes sobre eventos específicos. Asimismo, la retroalimentación de audio se usa también como alarma durante la ejecución del ejercicio, por ejemplo, para detectar una colisión, para proporcionar una puntuación o para indicar el comien-

zo del movimiento⁽⁷⁾. Múltiples estudios han demostrado que la inclusión de la biorretroalimentación mejora la calidad de la terapia de RHB, ya que proporciona mayor motivación, especialmente, para entrenamientos de larga duración. En este sentido, la RHBV permite un tratamiento personalizado del usuario, hecho que aumenta la motivación, la satisfacción personal y el cumplimiento de los objetivos, a la vez que permite documentar el progreso^(3,7,8). Además, también ofrece la capacidad de individualizar las necesidades de tratamiento, proporcionando una mayor estandarización de los protocolos de evaluación y capacitación. De hecho, la evidencia preliminar indica que la RV ofrece un medio único en el que la terapia puede ser proporcionada dentro de un contexto funcional, útil y motivador, donde se pueden clasificar y documentar los resultados fácilmente⁽⁹⁾. La objetivación de las ganancias facilita el seguimiento de la evolución del paciente y, en definitiva, poder conseguir una de las metas fundamentales de la RHB, que es la programación de una terapia más específica basada en resultados. Por lo tanto, la RV permite aplicar un protocolo terapéutico de RHB más acorde con la recuperación funcional del paciente.

Además, la posibilidad de modificar las características del escenario virtual hace que las sesiones de RHB sean más atractivas, agradables y motivadoras. En este contexto, los pacientes son retados por el cambio constante de tareas diseñadas. Esto implica una participación más activa en los ejercicios solicitados, lo que potencialmente puede mejorar los resultados, acelerando de esta forma el proceso de recuperación. Con el tiempo, muchos pacientes aprenden a manejar el equipo de RV con poca supervisión por parte de los fisioterapeutas⁽¹⁰⁾.

Una cuestión importante es la transferencia del aprendizaje, de las habilidades y de las destrezas logradas en un entorno virtual respecto a las conseguidas en un entorno real. Rose *et al.* estudiaron la transferencia de capacitación de una tarea virtual sensorial-motora simple al mundo “real equivalente”, concluyendo que las habilidades adquiridas en un entorno virtual pueden ser transferidas al mundo real. La ventaja del entrenamiento virtual se pone en evidencia cuando, durante el desarrollo del ejercicio, los participantes son distraídos con interferencias tanto motoras como cognitivas^(9,11).

Respecto a si la RV es efectiva en la RHB ortopédica, en una revisión sistemática y en un metaanálisis llevados a cabo por M. Gumaa *et al.*, se concluyó que existe evidencia de la efectividad de la RV en el tratamiento del dolor crónico del cuello y el hombro y, por lo tanto, puede usarse como opción alternativa a la RHB convencional. No obstante, todavía faltan estudios clínicos y de mayor calidad para poder concluir la superioridad de la RV en comparación con el ejercicio rehabilitador convencional. En cuanto a la satisfacción de los pacientes, solo en 3 estudios informaron que no encontraron diferencias

estadísticamente significativas entre la RV y los ejercicios convencionales⁽¹²⁾.

Existen en la literatura pocos estudios de investigación sobre los efectos de la RV en la RHB funcional en patologías del hombro. Uno de estos estudios concluyó que los programas de ejercicios de RV fueron más efectivos que los programas de ejercicios domiciliarios para la reducción del dolor durante la actividad y para el tratamiento de la discinesia escapular⁽¹³⁾.

La comparación de un programa de RHB clásico con uno basado en RV en el caso de pacientes con dificultades de movilidad en el hombro y dolor mostró una mejor puntuación en la escala DASH en el grupo de RV, siendo la RHBV una buena alternativa para los pacientes ambulatorios o domiciliarios⁽¹⁴⁾.

El uso de juegos como método de entrenamiento en pacientes con patología del hombro mejora el interés y la motivación en la participación, mejora la concentración y permite al paciente olvidarse de las molestias corporales⁽¹⁵⁾.

Un artículo de revisión publicado en 2019 evaluó positivamente la RV como una herramienta de RHB muy motivacional y de disfrute⁽¹⁶⁾. Colomer *et al.* demostraron la efectividad clínica y la aceptación de su sistema de RHBV comparándolo con la fisioterapia convencional. A pesar de lo anterior, el tamaño muestral reducido del ensayo limita de forma importante la capacidad de generalizar los hallazgos obtenidos para apoyar la efectividad de la RBHV⁽¹⁶⁾. Algunos de los autores destacan que las herramientas utilizadas para medir los resultados fueron muy variables y el número de pacientes fue muy limitado, lo cual puede producir un sesgo en los resultados⁽¹⁷⁾. Se necesitan estudios con tamaños de muestra más grandes para llegar a conclusiones más veraces y robustas.

Finalmente, como proyecto, sería interesante valorar la efectividad de la plataforma Rehametrics como apoyo para la toma de decisiones en el paciente laboral, analizando los rangos articulares y comparándolos con la medición realizada por el terapeuta mediante goniómetro manual. Asimismo, en cuanto a la mejora de la plataforma de RHB Rehametrics, se podría recomendar la integración de un sensor de electromiografía superficial para potenciar el incremento del uso clínico de esta herramienta.

Conclusiones

Los resultados de la encuesta de satisfacción aplicada nos indican un elevado porcentaje de satisfacción global con el trabajo de RHB mediante tecnología de RV, aportando una motivación y un complemento extra en su proceso de recuperación respecto a la RHB convencional.

La terapia con RV es valorada como un tratamiento de calidad, utilizando tecnologías avanzadas, siendo este uno de los aspectos más valorados, a la vez que es una herramienta fácil y sencilla en su aprendizaje y aplicación.

La RHBV se erige como una alternativa a la terapia física tradicional, proporcionando un entorno interactivo y lúdico con el objetivo de mejorar la motivación de los pacientes a través de dinámicas de juego, mediante la creación de diferentes escenarios y niveles de dificultad y proporcionando retroalimentación con recompensas visuales y auditivas. Al mismo tiempo, también facilita la evaluación y el seguimiento del proceso de RHB y permite personalizar los protocolos adaptándolos a su nivel funcional.

Se necesitan más estudios y más homogéneos en las herramientas utilizadas para la medición de la motivación y la satisfacción del paciente con la aplicación de la de la RV respecto a la RHB convencional.

A pesar del limitado número de estudios realizados, el uso de tecnologías de RV en la RHB del hombro es muy prometedor y merece una especial atención de cara al futuro próximo.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación. Los autores declaran que este trabajo no ha sido financiado.

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Navarrete J.M. La realidad virtual como arma terapéutica en rehabilitación. *Rehabil Integr.* 2010;5(1):40-5.
2. Burdea GC, Coiffet P. *Virtual reality technology.* Vol. 1. John Wiley & Sons; 2003.
3. Burdea GC. *Virtual Rehabilitation-Benefits and Challenges.* First International Workshop on Virtual Rehabilitation; 2002.
4. Guzmán DE, Londoño J. Rehabilitación de miembro superior con ambientes virtuales: revisión. *Rev Mex Ing Biomed.* 2016;37(3).
5. Lloréns R, Colomer-Font C, Alcañiz M, Noé-Sebastián E. Bio-Trak: análisis de efectividad y satisfacción de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con daño cerebral. *Neurología.* 2012;386:1-8.
6. Cuevas BG, Aguayo LV. Efectos secundarios tras el uso de realidad virtual inmersiva en un videojuego. *Int J Psych Psychol Ther.* 2013;13(2):163-78.

7. Bruin ED, Schoene D, Pichierri G, Smith ST. Use of Virtual Reality Technique for the Training of Motor Control in the Elderly. Some Theoretical Considerations. *Z Gerontol Geriatr.* 2010;43:229-34.
8. Schultheis M, Rizzo A. The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehab Psychol.* 2001;46(3):296-311.
9. Sveistrup H. Motor rehabilitation using virtual reality. *J Neuroeng Rehabil.* 2004;1(10).
10. Turolla AM, Dam M, Ventura L, Tonin P, Agostini M, Zucconi C, et al. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2013;10(1):1.
11. Rose FD, Attree EA, Brooks BM, Parslow DM, Penn PR, Ambihapahan N. Training in virtual environments: transfer to real world tasks and equivalence to real task training. *Ergonomics.* 2000 Apr;43(4):494-511.
12. Gumaa M, Rehan Youssef A. Is Virtual Reality Effective in Orthopedic Rehabilitation? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther.* 2019 Oct 28;99(10):1304-25.
13. Pekiavas NO, Ergun N. Comparison of Virtual Reality Exergaming and Home Exercise Programs in Patients With Subacromial Impingement Syndrome and Scapular Dyskinesia: Short Term Effect. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2017;51:238-42.
14. Sveistrup H, McComas J, Thornton M, S. Marshall S, Finestone H, McCormick A, Babulic K. Experimental studies of virtual reality-delivered compared to conventional exercise programs for rehabilitation. *Cyberpsychol Behav.* 2003;6(3):245-9.
15. Chen CC. Multimedia virtualized environment for shoulder pain rehabilitation. *J Phys Ther Sci.* 2016 Apr;28(4):1349-54.
16. Vigliani RM, Condino S, Turini G, Carbone M, Ferrari V, Gesi M. Review of the Augmented Reality Systems for Shoulder Rehabilitation. *Information.* 2019;10:154.
17. Martínez JM. Evidencia científica de los progresos en la rehabilitación de la enfermedad cerebrovascular. *Rehabilitación.* 2004;38(5):246-9.