

# Aplicación móvil de realidad virtual para el entrenamiento de la mano espástica

## *Virtual reality mobile application for spastic hand training*

Mónica Yamile Pinzón-Bernal, Brenda Díaz-López, Yarely Rocío Herrera-Sánchez, Luis Fernando Mendoza-Cardozo, Alexandra Zairabel López-Vázquez, Mairani Lizet Camacho-Pérez

---

### Resumen

**Antecedentes:** La mano es una estructura con una compleja organización neuromuscular que en la hemiparesia se ve comprometida afectando la función.

**Objetivo:** Determinar los cambios en la función motora de la mano espástica de un adulto con hemiparesia a través el uso de una aplicación móvil de realidad virtual.

**Método:** Reporte de caso de un adulto de 29 años con hemiparesia, evaluado con las escala Fugl Meyer miembro superior (FMA-ES), Test Trail Making y el test de dinamometría de fuerza; se realizó una intervención terapéutica con gafas de realidad virtual usando la aplicación móvil Mirror box Therapy VR®.

**Resultados:** La terapia de realidad virtual aplicada a través de la aplicación móvil Mirror box Therapy VR®, muestra a corto tiempo cambios favorables en la función motora y sensitiva del paciente.

**Discusión:** La realidad virtual proporciona una interacción funcional, haciéndola una herramienta eficaz para motivar a los pacientes durante las sesiones.

**Conclusión:** La intervención a través de la realidad virtual genera cambios en la función motora y sensitiva de la mano en la hemiparesia después de 12 sesiones.

**Palabras clave:** terapia en espejo, aplicación móvil, realidad virtual, hemiplejía, función motora

### Abstract

**Background:** The hand is a structure with a complex neuromuscular organization that in hemiparesis is compromised, affecting function.

**Aim:** To determine the changes in the motor function of the spastic hand of an adult with hemiparesis through the use of a mobile application for virtual reality.

**Method:** Case report of a 29-year-old adult with hemiparesis, evaluated with the Fugl Meyer upper extremity assessment (FMA-ES), the Trail Making test and the force dynamometry test. A therapeutic intervention was performed with exercises of the least affected hand for 12 sessions using special glasses for a total immersion 20 minutes using mobile application Mirror box Therapy VR®.

**Results:** The virtual reality therapy applied through the Mirror Box Therapy VR® mobile application, shows in a short time favorable changes in the motor and sensory hand function of the patient.

**Discussion:** Virtual reality provides a functional interaction, making it an effective tool to motivate patients during sessions.

**Conclusion:** An intervention through the use of virtual reality generates changes in the motor and sensory function of the hand of a patient with hemiparesis after 12 work sessions.

**Keywords:** mirror therapy, mobile application, virtual reality, hemiplegia, motor function

Rev. Ecuat. Neurol. Vol. 30, N° 3, 2021

## Introducción

La mano es una estructura perfectamente lógica y adaptada a sus funciones produciendo un sin número de posturas, movimientos y acciones, dotándola de una compleja organización neuromuscular y capacidad de expresión.<sup>1</sup> En la hemiparesia, la afectación de la función manual está asociada con dificultad en la ejecución de patrones selectivos de movimiento de tipo individual y bilateral, y aunque no está claro el potencial de recuperación, existen métodos de intervención que pueden disminuir los niveles de discapacidad.<sup>2</sup> Con respecto a lo anterior, dicho deterioro funcional en los pacientes se debe principalmente a la interrupción de la actividad inhibitoria de las neuronas motoras superiores que causa la espasticidad, debilidad y pérdida del control motor fino fraccionado de la mano, que altera las actividades de la vida diaria.<sup>3</sup>

Las tendencias actuales en neurorrehabilitación muestran a las aplicaciones móviles como una opción importante de intervención para promover la función motora en adultos con hemiparesia, modalidad que incluye en combinación métodos convencionales, además de generar efectos en el movimiento, muestran impactos positivos en respuestas relacionadas como las funciones cognitivas, motivación y emociones.<sup>4</sup> Por su parte, la tecnología móvil a través de teléfonos inteligentes y tabletas son cada vez más utilizadas, permitiendo una mayor accesibilidad al tratamiento rehabilitador. Estos sistemas, tienen como objetivo facilitar la ejecución de una tarea o asistir en gestiones diarias,<sup>5</sup> Fizzotti et. al, han referido que la tecnología asistencial realizada por teléfonos celulares ayuda a aumentar la independencia funcional de las personas con discapacidad severa y proporciona un mecanismo para extender la práctica terapéutica más allá de la terapia convencional.<sup>6</sup>

Por otra parte, la realidad virtual (RV) se describe como “una forma avanzada de interfaz hombre-computadora que permite al paciente interactuar y sumergirse en un entorno generado por esta”.<sup>4</sup> Los ambientes virtuales con los que se puede trabajar presentan variaciones en el grado de inmersión, el usuario tiene un grado de percepción a encontrarse físicamente en el mundo virtual en lugar del mundo real, teniendo en cuenta este aspecto existen dos tipos de sistemas de realidad virtual: los sistemas inmersivos donde el usuario está integrado totalmente en el ambiente virtual viendo solo las imágenes generadas por el computador, y los sistemas semiinmersivos o no inmersivos, en el cual el usuario percibe parte del mundo real y del mundo virtual. De acuerdo a los enfoques experimentales basados en RV se ha encontrado que ofrecen ventajas para las personas con compromiso motor severo y ha demostrado una mejor motivación.<sup>7</sup>

Así mismo, la terapia espejo crea una ilusión de

movimiento normal del miembro afectado, ayudando a estimular la corteza premotora<sup>8</sup> y el tracto corticoespinal por la visualización de movimientos realizados con el miembro menos afectado.<sup>9</sup> De esta forma promueve la conexión y reclutamiento de las neuronas espejo,<sup>8,9,1</sup> que se activan a partir de la observación de movimientos en primera y tercera persona facilitando la reorganización neuronal y produciendo resultados clínicos favorables.<sup>1,10</sup> Cabe mencionar que con la terapia espejo el paciente moviliza el miembro sano frente a un espejo, de modo que genera una imagen invertida del hemicuerpo sano.<sup>11</sup> Retomando las ideas anteriores, la aplicación móvil Mirror box Therapy VR® logra fusionar dos herramientas de feedback visual que son la terapia en espejo y la realidad virtual, de tal forma que permite llevar al individuo a estar inmerso en actividades que se puedan realizar con esta estrategia, permitiendo de una forma novedosa estimular directamente las áreas cerebrales que controlan el movimiento y desde allí generar estímulos al miembro que se quiere trabajar.<sup>12</sup>

Por tanto, el objetivo de este estudio de caso fue determinar los cambios en la función motora de la mano espástica de un adulto con hemiparesia, a través el uso de una aplicación móvil de realidad virtual.

## Descripción del caso

Hombre de 29 años de edad, con marcado déficit funcional y sensorial a nivel de miembro superior, asociado a secuelas generadas por un meningioma parieto-temporal izquierdo diagnosticado hace 13 años, abordado quirúrgicamente sin recidivas histológicas, sin embargo, presentó complicaciones como hidrocefalia, cefaleas constantes y aumento de la presión intracraneana, lo que requirió una nueva intervención hace tres meses.

Como secuelas del tumor se presentó una hemiparesia derecha de predominio braquial con marcada pérdida sensorial, déficit en la función motora de la mano y del miembro superior, así como compromiso secundario en su independencia funcional.

Pese a que el usuario ha asistido a diferentes procesos de rehabilitación desde la recesión del tumor, no ha presentado mejoría en la función de su miembro superior afectado, teniendo mayor compromiso de su mano, la cual no tiene ningún uso actualmente por tanto, todas sus actividades de la vida diaria y laborales las realiza por compensación con su lado menos afectado.

En el momento de reportar este caso el participante presentó marcada limitación funcional en el miembro superior afectado evaluadas con la escala Fugl Meyer Assessment<sup>13</sup> presentando calificaciones disminuidas en la función motora de miembro superior, especialmente con relación a la función de la muñeca y mano y pruebas de sensibilidad lo que significa un marcado compromiso

de la función motora de la mano derecha para funciones voluntarias aprendidas, alteración de la sensibilidad y del rango pasivo de movimiento. Así mismo, la función cognitiva fue evaluada a través de la prueba Trail Making Test parte A,<sup>14</sup> el cual mostró fallos en los patrones de unión de círculos de manera ascendente y aunque no levantó el lápiz, le tomó más de 50 segundos para la realización de ésta, lo que según la prueba lo califica con un comportamiento deficiente, mientras que la prueba de Trail Making Test parte B<sup>14</sup> no pudo realizarla. La fuerza muscular se encontró al inicio de la prueba con marcada disminución medida con dinamómetro de fuerza<sup>15</sup> con un resultado de 10 libras de resistencia. La figura 1 muestra el proceso de evaluación del paciente.



**Figura 1.** Evaluación del paciente. Fuente propia.

### Instrumentos y métodos

El estudio cumplió con los principios éticos para la investigación en seres humanos consignados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) del año 2013 y por lo estipulado en la Resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de la

República de Colombia, avalada por el comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Manizales (Acta No. 09 de julio de 2019). Una vez explicado al paciente el procedimiento y previa firma del consentimiento informado se inicia la intervención, la cual consistió en un proceso de entrenamiento a través del uso de la realidad virtual inmersiva aplicada a través de Gafas 3D Realidad Virtual VR Box Android® (Vr Box Virtual Reality Glasses (<http://www.vr-box.es/>), que fue fueron toleradas por el paciente a través de una prueba de aplicación antes al entrenamiento.

El programa de realidad virtual inmersiva se realizó mediante el uso de la aplicación móvil para Android Mirror Box Therapy VR®<sup>12</sup> durante 12 sesiones de entrenamiento con un tiempo de duración de 20 minutos y una distribución en bloques de trabajo de 4 sesiones, donde se aumentaba el grado de dificultad de la tarea y la demanda cognitiva como se muestra en la tabla 1. Antes y después de cada sesión de entrenamiento se hizo verificación de signos vitales, además se preguntó al usuario por los posibles efectos secundarios como mareo, cefalea e inestabilidad. Una vez terminada cada terapia se pidió al paciente cerrar los ojos para retirar las gafas e incorporarse 10 minutos después de terminada la actividad. La figura 2 muestra aspectos del proceso de intervención.

**Tabla 1.** Programa de entrenamiento.

| Sesiones      | Duración   | Actividades  | Precauciones               |
|---------------|------------|--|----------------------------|
| 1-4 Bloque 1  | 20 minutos | Movimientos de mano, muñeca y dedos                              | Al colocar y retirar gafas |
| 5-8 Bloque 2  | 20 minutos | Meter pelotas<br>Dibujar figuras                                 | Tiempo de recuperación     |
| 9-12 Bloque 3 | 20 minutos | Mover taza en diferentes direcciones<br>Tomar pelotas con pinzas | Mareos<br>Dolor de cabeza  |

Se muestran algunas de las actividades que se utilizaron durante la aplicación del programa.

### Resultados

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 2, después de la intervención con 12 sesiones se encontró mejoría en las actividades realizadas, con variaciones en los puntajes tanto a medio término como al final; se encontró mejoría en la evaluación de la función motora del miembro superior, muñeca, mano y coordinación/velocidad, así como aumento del rango de movimiento pasivo a nivel de hombro tanto en la rotación interna como la externa y mínimos cambios en movimientos de muñeca.



**Figura 2.** Actividad realizada en el bloque 3. Fuente propia.

Por otra parte, se obtuvieron resultados relevantes en la sensación, además el paciente refiere mejoría en la percepción táctil durante el día, esto a partir de la tercera sesión en adelante, aumentando la sensación en las últimas sesiones.

Se obtuvieron puntajes menores en la prueba de fuerza isométrica, esto se puede atribuir a que la aplicación móvil se enfoca en el entrenamiento de habilidad y destreza, características mejoradas en los puntajes y no en la fuerza (ver tabla 2 resultados entre pre y post test)

**Tabla 2.** Resultados que muestran las diferencias de resultados entre el pre y post intervención.

| Instrumentos                          | Primer Examen | Examen a medio término | Tercer Examen |
|---------------------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| <b>FMA – UE: (puntaje total)</b>      | 85            | 95                     | 102           |
| • FMA – UE función motora             | 37            | 42                     | 48            |
| • FMA – UE sensación                  | 4             | 8                      | 8             |
| • FMA – UE rango de movimiento pasivo | 20            | 21                     | 22            |
| • FMA – UE dolor articular            | 24            | 24                     | 24            |
| <b>TMT</b>                            | 50 segundos   | 47 segundos            |               |
| <b>Dinamometría</b>                   | 10 libras     | 5 libras               |               |

Los resultados más significativos de la escala FMA – UE han sido en relación con la función motora, sensación y rango de movimiento pasivo. FMA – UE, Fugl-Meyer Extremidad Superior; TMT, Trail Making Test para función cognitiva.

### Discusión

El objetivo de este estudio de caso fue evaluar los cambios en la función motora de la mano espástica de un adulto con hemiparesia a través del uso de la aplicación Mirror box therapy VR®, encontrando en la fusión de la terapia espejo con RV efectos beneficiosos a corto plazo

en la función motora, velocidad y sensibilidad del paciente.

Un estudio realizado en 2018 basado en la RV para la recuperación de la función motora mostró un enfoque terapéutico haciendo uso de un equipo Xbox Kinect, que ha resultado efectivo para mejorar la función del hombro, sin embargo no se encontró mejoría en la función de la mano coincidiendo con los resultados de este estudio.<sup>16</sup> Llama la atención que en esta investigación se encontró mejoría en la función de la movilidad del pulgar con el entrenamiento basado en actividades de movilidad general de mano.

Por otro lado, se encontraron cambios importantes en la prueba Trail Making Test evidenciando mejoría en la función cognitiva, al igual que el estudio realizado por Chih et al., en el cual se evaluó el efecto de un programa de ejercicios de RV basado en movimientos de Tai chi en adultos con deterioro cognitivo, encontrándose beneficios en la capacidad cognitiva global, así como en la función física.<sup>17</sup> Tieri et. al., y Trombetta et. al., mencionan que las nuevas tecnologías en neurorrehabilitación son una herramienta eficaz que motiva al usuario a un mejor desempeño durante las sesiones, ya que las terapias de rehabilitación tradicionales a menudo llevan mucho tiempo debido a la pérdida del interés del paciente y/o del déficit en recursos humanos.<sup>18</sup> En relación con las afirmaciones anteriores se deben considerar que las necesidades de la persona son importantes para proporcionar una interacción funcional y obtener mejores resultados. De acuerdo con las situaciones expuestas los dispositivos de RV podrían utilizarse como una herramienta eficaz para motivar a los pacientes durante las sesiones de rehabilitación, para mejorar la orientación espacial y la atención en las actividades de la vida diaria.<sup>7</sup>

En la prueba de dinamometría se ha visto una disminución de la fuerza en mano, en contraste con el estudio de Jaramillo et al., en el cual se encontró mejoría en la fuerza muscular mediante el entrenamiento con el juego de Nintendo Wii sports games® combinado con pesas de 1.36 Kg, existiendo mayor actividad en la electromiografía (EMG) en las actividades de fortalecimiento tradicional, mientras que las actividades utilizando Wii sports games® el mayor registro de actividad EMG fue en Browling, Boxing y golf, sin embargo, se pueden encontrar registros de EMG cercanos al entrenamiento con pesas debido a que los juegos virtuales produce grandes volúmenes de movimientos repetitivos, incorpora retroalimentación visual y auditiva que son todos considerados ingredientes clave importantes para aprendizaje motor.<sup>19</sup>

### Conclusiones

La rehabilitación funcional de la mano espástica a través de la realidad virtual presenta cambios a corto plazo en la función motora y sensitiva del paciente. Se recomienda realizar estudios relacionados a la sensibilidad como tacto suave y conciencia de la posición del segmento afectado, así como el uso de aplicaciones móviles en la intervención de pacientes con trastornos neurológicos innovando el arsenal de herramientas terapéuticas empleadas por los fisioterapeutas.

### Referencias

- Castellanos Ruiz J, Pinzón Bernal MY, Morera Salazar DA, et al. Terapia en espejo para el tratamiento de la mano espástica del adulto con hemiplejía. Revisión sistemática. *Rev Mex Neurocienc.* 2017;18(2):66–75. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=74272>
- Valencia Buitrago M, Duque Alzate A, Pinzón Bernal MY, et al. Effectiveness of a motor relearning programme for recovery of the spastic hand in adults with hemiplegia. *Systematic review and meta-analysis. Rehabilitación.* 2018;52(3):148–57. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rh.2018.01.002>
- Zheng MX, Hua XY, Feng JT, et al. Trial of Contralateral Seventh Cervical Nerve Transfer for Spastic Arm Paralysis. *N Engl J Med.* 2017;378(1):22–34. Disponible en: <https://doi.org/10.1056/NEJMoal615208>
- Zanier ER, Zoerle T, Di Lernia D, Riva G. Virtual reality for traumatic brain injury. *Front Neurol.* 2018;9:345. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00345>
- Sánchez MT, Collado S, Martín P, Cano R. Apps en neurorrehabilitación. Una revisión sistemática de aplicaciones móviles. *Neurología.* 2015;33(5):313–26. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.10.005>
- Fizzotti G, Rognoni C, Imarisio A, Meneghini A, Pistarini C, Quaglini S. Tablet Technology for Rehabilitation after Spinal Cord Injury: A Proof-of-Concept. *Stud Health Technol Inform.* 2015;210:479–83. Disponible en: <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-512-8-479>
- Massetti T, da Silva TD, Crocetta TB, et al. The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation: A Systematic Review. *J Cent Nerv Syst Dis.* 2018;10:1-18. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1179573518813541>
- Castro-Alzate ES, Aguía-Rojas K, Linares-Murcia LV, et al. Análisis bibliométrico: la terapia de espejo como estrategia de intervención desde la terapia ocupacional en el ámbito clínico. *Rev Cienc Salud.* 2016;14(1):63–74. Disponible en: <https://doi.org/10.12804/revsalud14.01.2016.06>
- Arya KN. Underlying neural mechanisms of mirror therapy: Implications for motor rehabilitation in stroke. *Neurol India.* 2016 Jan-Feb;64(1):38-44. doi: 10.4103 / 0028-3886.173622
- González GP, Manzano HM, Muñoz TT, et al. Síndrome del miembro fantasma: aproximación terapéutica mediante el tratamiento espejo. Experiencia de un Servicio de Geriatria. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2013;48(4):198–201. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.regg.2012.11.001>
- Lisalde RM, García FJ. Terapia de espejo en el paciente hemipléjico. *Rev Neurol.* 2016; 62 (1): 28-36. Disponible en: <https://doi.org/10.33588/rn.6201.2015285>
- Yepes RO. Mirror Therapy VR Fisioterapia Neurológica Oscar Yepes. Madrid, España: Mirror Therapy VR. 2018. Disponible en: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sixdimensions.mirrortherapy&hl=es\\_MX&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sixdimensions.mirrortherapy&hl=es_MX&gl=US)
- Barbosa NE, Forero SM, Galeano CP, et al. Translation and cultural validation of clinical observational scales – the Fugl-Meyer assessment for post stroke sensorimotor function in Colombian Spanish. *Disabil Rehabil.* 2019;41(19):2317–2323. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1464604>
- Muir RT, Lam B, Honjo K, et al. Trail Making Test Elucidates Neural Substrates of Specific Poststroke Executive Dysfunctions. *Stroke.* 2015;46(10):2755–2761. Disponible en: <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.009936>
- Macpherson S, Allerhand M, Cox S, Deary I. Individual differences in cognitive processes underlying Trail Making Test-B performance in old age: The Lothian Birth Cohort 1936. *Intelligence.* 2019;75:23–32. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.intell.2019.04.001>
- Aşkın A, Atar E, Koçyiğit H, Tosun A. Effects of Kinect-based virtual reality game training on upper extremity motor recovery in chronic stroke. *Soma-*

- tosens Mot Res. 2018;35(1):25–32. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/08990220.2018.1444599>
17. Hsieh CC, Lin PS, Hsu WC, et al. The Effectiveness of a Virtual Reality-Based Tai Chi Exercise on Cognitive and Physical Function in Older Adults with Cognitive Impairment. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2018;46(5-6):358–370. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000494659>
  18. Tieri G, Morone G, Paolucci S, Iosa M. Expert Review of Medical Devices Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation : facts , fiction and fallacies. *Expert Rev Med Devices*. 2018;15(2):107–117. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/17434440.2018.1425613>
  19. Jaramillo JP, Johanson ME, Kiratli BJ. Upper limb muscle activation during sports video gaming of persons with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2019;42(1):77–85. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10790268.2018.1452391>

**Agradecimientos:** Los autores agradecen al doctor Oscar Orlando Yepes Rojas por su contribución con el estudio de caso y la autorización para usar la aplicación móvil *Mirror Therapy Box VR* de su autoría. Se agradece además al programa *Delfin de México* y a la *Universidad Autónoma de Manizales* por facilitar el proceso, así como al paciente quien participó del estudio.

**Fuentes de financiación:** Ninguna.

**Conflictos de interés:** Los autores manifiestan no tener conflicto de interés.