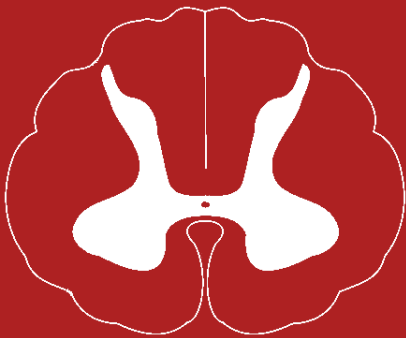


# Aprendizaje motor en los procesos de rehabilitación con nuevas tecnologías.



## *Motor learning in rehabilitation processes with new technologies.*

María Alejandra Parra Montáñez | Estudiante de fisioterapia, Universidad de Pamplona (Colombia).

Edgar Fabián Rodríguez Sepúlveda | Estudiante de fisioterapia, Universidad de Pamplona (Colombia).

Olga Lucía Montoya Hurtado | Fisioterapeuta, Especialista en Neurorehabilitación, Máster en Creatividad e Innovación en las Organizaciones, Escuela Colombiana de rehabilitación, Bogotá, Colombia.

### RESUMEN

Se presenta una investigación cualitativa que tuvo por objetivo de comprender la importancia del aprendizaje motor en los procesos de rehabilitación. Se utilizó técnicas de análisis de contenido de documentos, artículos y libros sobre los referentes conceptuales escogidos: control motor; aprendizaje motor y tecnología en rehabilitación. Se realizó entrevistas semiestructuradas a profesionales expertos en el tema y a las entidades del Centro de Rehabilitación de Alta Tecnología Mobility Group, La Colemba, laboratorio de medios y a la Escuela Colombiana de Rehabilitación.

Como resultados encontramos que la tecnología como apoyo terapéutico y con entrenamientos de las capacidades motrices puede mejorar la eficacia y eficiencia de los programas de rehabilitación, se puede realizar las intervenciones personalizadas, con mayor precisión en los resultados y se puede hacer un seguimiento sistematizado de los procesos.

Al incorporar el aprendizaje motor en los procesos de rehabilitación tecnológica es necesario que los procesos terapéuticos se planeen como un entrenamiento motor y debe trabajar en conjunto con otras profesiones de ingeniería como biomédica, biotecnología, bioingeniería, tecnología de asistencia y con diseñadores gráficos, audiovisuales e industriales para lograr experiencias motrices que activen la mayoría de los sentidos y la memoria emocional.

**Palabras clave:** aprendizaje motor; tecnología en rehabilitación.

Recibido: 15 enero 2019  
Aceptado: 17 julio 2019  
Publicado: 1 septiembre 2019

## ABSTRACT

*This article presents the results of a qualitative research which had for objective to understand the importance of motor learning in the processes of rehabilitation. We used techniques of analysis of contents of documents, articles and books on the conceptual referents chosen: motor control, motor learning and technology in rehabilitation.*

*Semi-structured interviews were conducted with experts in the field and the institutions of Mobility Group High-tech Rehabilitation Center, La Colemba, Media Lab and Escuela Colombiana de Rehabilitación.*

*As a result it was found that the technology as therapeutic support and training of the motor skills can improve the effectiveness and efficiency of programs of rehabilitation, can be personalised interventions, with greater accuracy in the results and can be done a systematic tracking of the processes.*

*By incorporating the motor learning in the processes of rehabilitation technology it is necessary that the processes therapeutic plan as a training engine and should work together with other professions of engineering as biomedicine, biotechnology, bioengineering, assistive technology and with graphic designers, audiovisual and industrial to achieve motor experiences that trigger the majority of the senses and the emotional memory.*

**Keywords:** motor learning, technology and rehabilitation.

## INTRODUCCIÓN

La tecnología entendida como el “conjunto de medios creados por personas para facilitar el esfuerzo humano” (Gaynor, 1999), ofrece diversas estrategias y herramientas para la rehabilitación de las restricciones en la participación de las personas causadas por afectaciones en el movimiento corporal. La rehabilitación tiene como objetivo el mantenimiento de las habilidades existentes, la recuperación de las afectadas y el aprendizaje de nuevas destrezas mediante un proceso de retroalimentación y se ve influenciada por las instrucciones verbales, la práctica, la participación activa, la motivación del individuo, el control postural, la memoria y, en especial, por la transferencia del aprendizaje ya sea positiva

o negativa (Cano de la Cuerda et al., 2015). En los procesos terapéuticos para la recuperación de la funcionalidad de una persona se tiene en cuenta el control y aprendizaje motor, procesos que permiten la anticipación, planeación, ejecución y retroalimentación del movimiento corporal humano.

El aprendizaje motor ha sido definido como un conjunto de procesos asociados a la práctica o la experiencia que produce cambios permanentes en la capacidad de realizar acciones competentes; el control motor está relacionado con dos elementos. El primero se asocia con la estabilización del cuerpo en el espacio (equilibrio) y el segundo va de la mano con el desplazamiento del cuerpo en el espacio, mediante la activación de diferentes zonas cerebrales (corteza motora primaria, el córtex premotor, el área motora suplementaria y el córtex sensorio motor, áreas somatosensoriales secundarias, ganglios basales y el cerebelo); la rehabilitación es un proceso de re-aprendizaje motor, que mejora el desempeño en términos de adquisición de nuevas habilidades y adaptación o refinamiento de habilidades aprendidas previamente (Castro Medina, Pérez Páez, Moscoso Alvarado, & Tanaka, 2015).

El aprendizaje motor ha sido hasta ahora poco reconocido en el campo de la fisioterapia. El campo de las nuevas tecnologías permite descubrir su importancia en la planeación de un patrón motor; a tal punto de ser una actividad tan indispensable que no habría movimiento sin esta, ya que se genera una reorganización que promueve o facilita los mecanismos de recuperación y compensación fisiológica indispensables para el desarrollo del comportamiento motor (Castro Medina, Pérez Páez, Moscoso Alvarado, & Tanaka, 2015). La investigación de este referente teórico está comenzado a tener impacto en la práctica de la fisioterapia. Ha surgido especial interés en la rehabilitación de pacientes con la implementación de nuevas tecnologías (realidad virtual, robótica, videojuegos) enfocada desde el aprendizaje motor. Se encuentran artículos de intervenciones con los componentes del aprendizaje motor implícito, explícito, retroalimentación, sistema sensorial, perceptivo y realidad virtual con enfoques neurocognitivos en países como EE.UU., Canadá, Italia, España, Japón, Nueva Zelanda, Alemania, Holanda y Países bajos (Mena, Carolina, 2017).

Schmidt (1998) menciona que “el aprendizaje motor es un conjunto de procesos internos asociados con la práctica o la experiencia, que lleva un cambio relativamente permanente en

la capacidad de movimiento” (Shishov, Melzer, & Bar-Hai, 2017). Durante el proceso de aprendizaje se abordan dos aspectos fundamentales: comprender cómo se desarrolla el proceso que favorece el dominio o competencia para el movimiento y los factores que facilitan o inhiben este desarrollo o adquisición del mismo. Por lo anterior, esta investigación tuvo por objetivo comprender la importancia del aprendizaje motor en las tecnologías de la rehabilitación, a través de la teoría y experiencias de profesionales expertos en el tema. Se llevó a cabo en un tiempo de 7 semanas de dedicación completa en Bogotá, Colombia, a través del Verano de Investigación del programa Delfín desarrollado por el País de México (Pacífico).

## METODOLOGÍA

Se presenta una investigación cualitativa que tuvo por objetivo comprender la importancia del aprendizaje motor en los procesos de rehabilitación. Utilizó técnicas de análisis de contenido de documentos, artículos y libros sobre los referentes conceptuales escogidos: control motor, aprendizaje motor y tecnología en rehabilitación. De igual manera, se realizaron entrevistas semiestructuradas a profesionales expertos en el tema y a las entidades de Mobility Group Centro de Rehabilitación de Alta tecnología y La Colemba, laboratorio de medios audiovisuales enfocado en la preproducción, producción y posproducción de experiencias audiovisuales, especialmente en los ámbitos de realidad virtual y efectos visuales, que ha trabajado con importantes organizaciones del nivel de Harley Davidson y Nestlé. Las preguntas fueron enfocadas sobre las nuevas tendencias tecnológicas y la manera en que el aprendizaje motor es fundamental en la rehabilitación. Se finalizó el trabajo con la triangulación de la información.

## RESULTADOS

### Entendiendo el aprendizaje motor

La capacidad de aprendizaje puede ser la herencia de una red neuronal donde las uniones sinápticas pueden modificarse por la experiencia constante en relación con los mecanismos de aprendizaje de las actividades motoras, que se

dan por diferentes niveles de organización de manera jerárquica y en constante interacción con el fin de dirigir un comportamiento motor. De esta manera el aprendizaje abarca una interacción entre el aprendizaje de los reflejos, el aprendizaje de los actos voluntarios y la neuroplasticidad (Cheron, 2011).

Las nociones relacionadas con la forma de estructurar y planear los tratamientos terapéuticos para estimular la transferencia de aprendizaje motor durante el proceso rehabilitador abarcan aspectos relevantes dirigidos a adquirir una habilidad competente; se produce a partir de la experiencia o práctica (Cano de la Cuerda et al., 2012). Para hacer efectiva esa transferencia de aprendizaje se sugieren modelos neuronales de la memoria, utilizando la plasticidad en relación con el aprendizaje para lograr la recuperación funcional, donde ocurren cambios de las conexiones sinápticas entre las redes neuronales distribuidas en el cerebro, a partir del aprendizaje no asociativo (habitación y sensibilización) y el aprendizaje asociativo (condicionamiento clásico, condicionamiento operativo, aprendizaje declarativo, aprendizaje por procedimiento y aprendizaje perceptivo) (Shumway-Cook & H. Woollacott, 1995).

Winstein et al., (2017), considera como variables determinantes del aprendizaje motor la práctica, el formar parte de una tarea parcial o total, los comentarios sobre dicha tarea, la práctica mental, el modelado, la orientación y la consecución de objetivos (Martínez González & Galán Buznego, 2017).

De acuerdo a lo anterior, es importante que dentro los programas de rehabilitación se incluya el aprendizaje motor ya que permite a la persona realizar una tarea previa a partir de la práctica y la experiencia de las actividades motoras, adquiriendo mayor destreza y cambios relativamente permanentes en la memoria que pueden sufrir modificaciones a corto o largo plazo, de tal manera que todo ocurre medio un proceso de retroalimentación. Según Mena de la Cruz (2017), los programas de rehabilitación generan una forma de reorganización que promueve los mecanismos de recuperación y compensación fisiológica necesarios para el aprendizaje motor basados en la permanencia del comportamiento adaptativo, es decir, su capacidad de aprender o reaprender a pesar de la persistencia relativa de los déficits fisiológicos causados por la lesión.

Shishov et al., (2017) muestra en su estudio que en las intervenciones terapéuticas donde aplican los principios de aprendizaje motor con el fin de mejorar la recuperación motora los logros obtenidos permanecen en el tiempo.

### Tecnología y aprendizaje motor

Hoy en día, los países anglosajones llevan la delantera en tendencias tecnológicas en rehabilitación, seguidos de Estados Unidos, Croacia, Polonia, China y España. Las nuevas tecnologías en rehabilitación hacen parte de las estrategias que facilitan la inclusión de la persona con discapacidad y han sido creadas para transformar el entorno, crear objetos y estrategias terapéuticas con el propósito de facilitar actividades y procesos. Dentro de la tecnología en rehabilitación se incluyen medios tangibles e intangibles, tecnología establecida y emergente (realidad virtual, realidad aumentada), alta y baja tecnología, utensilios, herramientas, ortesis, prótesis, tecnología de apoyo, robótica, tecnología para el diagnóstico y tratamiento, entre otras (Martínez Matheus & Ríos Rincón, 2006).

Los avances tecnológicos permiten desentendernos y ejecutar el trabajo en un campo más amplio debido a la serie de herramientas tecnológicas las cuales, sin ser específicamente creadas para su uso en rehabilitación, suponen una alternativa válida y eficaz a los tratamientos convencionales, según un estudio de Martínez & Galán (2017), en pacientes con daño en el sistema nervioso central, tiene un gran impacto en las funciones del sujeto y de su control motor; ocupando un papel fundamental el aprendizaje motor por sus etapas de plasticidad y transferencia del aprendizaje.

En los pacientes con discapacidad, el cerebro está influenciado por el entrenamiento sensoriomotor a través de la neuroplasticidad, donde se utilizan las interfaces hápticas robóticas centradas en la interacción humana, ya que estos dispositivos sirven para guiar el movimiento de las extremidades a través de movilizaciones pasivas, activas y activo-asistidas, en trayectorias simples empleando siempre el proceso de biofeedback, mediciones de fuerza y cinemática. Respecto a la terapia asistida por robots los más utilizados son Armeo Spring, Inmotion II, Rejocce, MediTutor, HandTutor, Lokomat, Neurocom SMART, Balance Master, Bioness L300; debido a que se pueden realizar movimientos de las extremidades con altas repeticiones, permite una retroalimentación sensorio-motora continua, es reproducible, se puede llevar una moni-

torización del desempeño, mayor precisión de los resultados y comportamientos con la personalización de la configuración por profesionales de la salud (Geok Chua & Keong Kuah, 2017). De acuerdo con Patiño y Caro (2017) es importante, cuando se trabajen proyectos de nuevas tecnologías en rehabilitación para niños con discapacidad, la inclusión de la familia en los procesos de implementación, ya que una familia co-terapeuta garantiza que el trabajo del docente o terapeuta no se pierda en los momentos en que él no esté cerca del menor; esto fortalece el aprendizaje de los menores.

Se encuentran investigaciones del uso de la tecnología en rehabilitación como lo mencionan Alfonso y Martínez (2016), en su artículo "Tecnología de asistencia: exoesqueletos robóticos en rehabilitación", donde presentan la existencia de diferentes tipos de exoesqueletos robóticos para miembros superiores e inferiores empleados en lesiones neurológicas, espinales y accidentes cerebro vasculares, los cuales utilizan una interfaz entre el sujeto con el fin de obtener una interacción mecánica, provocando el aumento de variables cinéticas y cinemáticas en el patrón de marcha así como el aumento funcionalidad en mano.

La realidad virtual es un nuevo método que por medio de una interfaz permite a los usuarios interactuar en entornos virtuales generados por computadores, a través de diversas tareas en tiempo real; así mismo, permite mejorar la interacción de los miembros virtuales en un esquema del cuerpo; generando un entrenamiento repetitivo y personalizado de alta intensidad, recuperando la motivación del usuario a través del entorno virtual, para optimizar la recuperación del sujeto.

En un estudio realizado en Bogotá en el año 2017 arroja como resultados los beneficios de la realidad virtual para el aprendizaje motor o el reaprendizaje después del evento cerebrovascular (ECV), postulando las teorías del aprendizaje cognitivo social y teorías del aprendizaje motor (Mena de la Cruz, 2017).

En un estudio realizado en Enero del 2018 en Bogotá en personas con Parkinson para la rehabilitación de la marcha basado en la estimulación auditiva rítmica, sustenta que las conexiones directas entre la corteza motora y la corteza auditiva del cerebro tienen una relación implícita con la estrategia del aprendizaje motor. Su metodología se basó en el análisis del movimiento implementando elementos de visión por computador y procesamiento de señales

digitales para la extracción de las características relevantes del patrón de marcha, donde se midieron las variables espacio-temporales de la marcha, en especial longitud de paso, cadencia y rapidez media para optimizar el aprendizaje motor de los pacientes (Pineda, 2018).

La tecnología de asistencia se emplea para incrementar o mejorar las capacidades funcionales del individuo, incluye aparatos, estrategias y servicios con el fin de que el sujeto realice las actividades motoras de una manera más precisa, que incluye desde la baja tecnología (utensilios de doble agarre, cepillos dentales,) hasta la alta tecnología (brazos artificiales, máquinas lectoras con inteligencia artificial, aparatos de comunicación) (Martínez Matheus & Ríos Rincón, 2006). Podemos concluir que al trabajar aprendizaje motor a partir de tecnología en rehabilitación se realiza activación de la corteza motora primaria, el córtex premotor, el área motora suplementaria y el córtex sensorio motor; así como las áreas somato sensoriales secundarias, los ganglios basales y el cerebelo durante los procesos de aprendizaje motor (Castro Medina, Pérez Páez, Moscoso Alvarado, & Tanaka, 2015).

## Aprendizaje motor en las tecnologías de la rehabilitación desde la experiencia profesional

A partir de la entrevista realizada al director de la empresa La Colemba Luis Miguel Henao, entidad experta en el desarrollo de medios audiovisuales, comprendemos que la tecnología puede favorecer experiencias motoras por medio de la realidad aumentada y realidad virtual que permiten al sujeto la interacción entre sí mismo, el entorno y la tarea; mediado por situaciones controladas por el terapeuta y dependientes de la necesidad del sujeto. La realidad aumentada consiste en estar observando la realidad por medio de un dispositivo a modo cámara y a esta realidad se le suministra otra capa de información, esto crea un espacio cognitivo muy especial donde tenemos una inmediatez con el entorno porque permite al usuario el sentirse parte de ese entorno a lo que denominaremos inmersión. Cuando el sujeto se encuentra inmerso le permite al terapeuta manipular la capa de información sobre la

realidad, controlar necesidades, proporcionar tareas, guiar y corregir las acciones, colocar puntos de referencia, indicar factores importantes como las repeticiones, número de series, duración de la actividad, tiempo de descanso, y vuelta a la tarea. También se podrían colocar animaciones que motiven una mayor exigencia por el sujeto en la realización de la tarea o un control sobre la misma, guías visuales e instructivas creando una fase cognitiva más comprensible y estimulante, dado que se puede interactuar con el entorno de una manera más dinámica y realista, enriqueciendo el entorno con información de trabajo terapéutico personal y diferente para cada uno de los usuarios presentes. Se puede por medio de programas diseñados personalizar e independizar cada una de las intervenciones en grupos de personas en una misma sala por medio de la realidad aumentada. A diferencia de la realidad aumentada, la realidad virtual permite crear un entorno completamente nuevo para el sujeto o recrear un entorno en el cual él se desempeñe. En este entorno virtual podremos planificar la tarea, controlar las actividades permitiendo la creación de situaciones completamente nuevas e inesperadas o muy específicas según se requieran, permite sacar al sujeto de la realidad misma y enfocar su atención en una tarea específica con un fin específico. Esta tarea puede replicarse con las mismas condiciones las veces que sean necesarias, sin necesidad de estar en un lugar específico, mientras que la realidad aumentada limita la interacción del sujeto y el entorno real (donde se desplaza el sujeto), creando la necesidad de adaptarlo al entorno virtual (donde está inmerso el sujeto) (Henao, 2018).

Por otro lado, Mobility Group es un centro que se apoya en la alta tecnología, cuenta con tecnología puntera diseñada para la rehabilitación tanto del paciente neurológico como ortopédico, siendo intervenidos por un equipo interdisciplinario conformado por fisiatras, fisioterapeutas, psicólogo, neuropsicólogo, fonaudiólogos y terapeutas ocupacionales. Allí entrevistamos a la fisioterapeuta especialista en neurofisioterapia Betsy Jaramillo. Con ella logramos comprender como a partir de las necesidades de la persona se establecen objetivos terapéuticos y se evalúa cada cierto tiempo. La tecnología permite implementar diversas estrategias enfocadas a cuantificar el impacto que tiene la fisioterapia, pasando de lo subjetivo a lo cuantitativo, con el fin de dar resultados más precisos y detallar la mejora o evolución del proceso de recupe-

ración. También permite hacer un seguimiento continuo y potencializar las cualidades del sujeto, para evitar que la persona entre en una etapa de adaptación y se aburra de las estrategias de intervención, lo cual afecta el aprendizaje (Jaramillo, 2018).

Es importante trabajar tecnología en rehabilitación, partiendo de los principios y mecanismos de la neuroplasticidad, de tal manera que el usuario siempre va a seguir potencializando, trascendiendo su entorno terapéutico a su propio entorno, haciendo participe a su familia y cuidadores. La tecnología permite medir y prescribir según las necesidades del usuario, sabiendo con exactitud cuánto necesita, qué intensidad, qué ancho, cuántas repeticiones; siempre partiendo de un diagnóstico que permita orientar al tratamiento de forma oportuna según lo que se desea trabajar y siempre orientado a la funcionalidad, de manera que el paciente pueda interactuar en el entorno dependiendo de sus expectativas y necesidades. Dentro de las subdivisiones de la alta tecnología encontramos la tecnología robótica y la tecnología biónica, es decir, cuando existe un componente eléctrico o electrónico que permite simular una actividad y minimizar el esfuerzo estamos hablando de tecnología robótica, mientras que cuando hablamos de la biónica se centra en la parte biológica y fisiológica; por ejemplo, las aletas de los buzos pueden ser biónicas, están inspiradas en la naturaleza y permiten salir del contexto e imitar algo de los seres vivos del mar. El equipo Armeo Sprint que es netamente biónico no tiene nada robótico, si el paciente no lo hace el equipo no lo hace, pero a través de la biomecánica del equipo le permite generar un soporte para mejorar la precisión de un movimiento en ejecución funcional, es un instrumento basado netamente en lo biológico y fisiológico, se basa netamente en los seres vivos, no solo en el ser humano. Por otro lado, también se trabaja la baja tecnología, todo lo que no es electrónico como caminador; bandas elásticas, utensilios, herramientas. Estos equipos son importantes porque incluyen el biofeedback durante la realización de las actividades motoras que por medio de una realidad virtual inmersa o no inmersa permite que el paciente esté siendo un feedback continuo para modificar la actividad. Betsy menciona que esta experiencia de biofeedback saca al paciente de un entorno terapéutico a un proceso de entrenamiento orientado a una tarea específica con metas, con motivación y con un objetivo que él entiende y

que le permite evocar todo esos patrones que sabía hacer pero que necesita recordar; además, permite trabajar con la repetición. Al trabajar en conjunto el exoesqueleto o el biofeedback de manera continua el usuario puede hacer siempre la misma repetición y esto nos permite generar cambios a nivel de la plasticidad (Jaramillo, 2018).

Otra de las entrevistas valiosas para la comprensión del aprendizaje motor en las tecnologías fue la desarrollada a la docente Camila Rodríguez, de la Escuela Colombiana de Rehabilitación, quien cuenta con formación en tecnologías para la rehabilitación. Define la tecnología en rehabilitación a todos los objetos, productos, materiales e insumos que facilitan realizar el proceso de rehabilitación que se relaciona con el razonamiento profesional y clínico, el cual consta de evaluación, intervención y seguimiento. La tecnología en rehabilitación va desde una banda elástica hasta el Lokomat más complejo para facilitar el proceso de rehabilitación por medio de altas repeticiones y a través del aprendizaje motor. Existe una tecnología alta, una tecnología baja, una tecnología tangible o intangible, una tecnología dura o una tecnología blanda. "La tecnología por sí sola no es un fin, es un medio" y no funciona si no está trabajada por un terapeuta que durante la intervención plantee objetivos y utilice las necesidades del sujeto como herramienta para la evocación de experiencias previas; para ello, al momento de intervenir un paciente se deben tener en cuenta los patrones de movimiento, la intención de movimiento (si no se conoce la intención del movimiento no se puede retroalimentar bien ese patrón de movimiento) (Rodríguez, 2018).

## DISCUSIÓN

El control motor podemos entenderlo como las estructuras y procesos biológicos que pasan para lograr la planeación, anticipación y ejecución del movimiento corporal humano, permite

construir y generar movimiento. Las experiencias motrices que se van desarrollando a través de la adquisición de las habilidades motoras para luego cualificarlas como capacidades y destrezas motrices por medio de la retroalimentación a lo largo del curso de la vida es lo que se llama aprendizaje motor.

Sabiendo que el control y el aprendizaje motor son dos procesos neurológicos que trabajan de la mano para poder dar resultados, es importante resaltar que a través del recuerdo se puede utilizar un conocimiento ya aprendido para la evocación de un patrón motor el cual es necesario al momento de crear una estrategia que dé solución a una necesidad predisuelta por el entorno, esta interacción sujeto-entorno se vuelve la herramienta a utilizar por el terapeuta, el cual dispone de tecnología con capacidad de modificar ese entorno necesidad o tarea, y adicionalmente fortalecer ese recuerdo, que conllevara a una fuerte motivación y colaboración de la persona para realizar la acción, acción que de la mano de una retroalimentación y repetición constante me permitirán perfeccionar la ejecución y la memorización de un aspecto motor el cual finalmente se convierte en destreza motriz. Al trabajar el aprendizaje motor la persona está generando un conocimiento que perdurara con el tiempo, se empleará cada vez que aparezca una necesidad que lo requiera, este se ejecutará y modificará hasta ser empleado en diferentes tareas y en contextos, conociéndose como transferencia del aprendizaje o patrones de acción fija.

Es importante comprender que la tecnología en rehabilitación apoya los procesos terapéuticos; dentro de los procesos de tratamiento está establecido que la persona hace su trabajo en el equipo pero en ese mismo trabajo se está haciendo estimulación neurocognitiva, generándole de acuerdo a su propio contexto y sus intereses orientaciones de las funciones motoras.

Además, al utilizar estas medidas de rehabilitación se puede mejorar la eficacia y eficiencia del programa de rehabilitación, se puede realizar de

manera individual, más personalizada, con mayor precisión en los resultados y se puede hacer un seguimiento más preciso, procurando así una recuperación más rápida (Jaramillo, 2018). Es necesario fortalecer investigaciones experimentales interdisciplinarias en el diseño, desarrollo e implementación de las nuevas tecnologías en rehabilitación para generar evidencia de los beneficios que puede tener el uso de nuevas tecnologías en procesos de rehabilitación y así generar experiencias prácticas sobre el aprendizaje motor (García, 2015).

## CONCLUSIONES

La tecnología en rehabilitación implica que como profesionales del área de la salud debemos capacitarnos en estos temas y trabajar en conjunto con otras profesiones de la ingeniería como biomédica, biotecnología, bioingeniería, tecnología de asistencia y con diseñadores gráficos, audiovisuales e industriales.

La tecnología en rehabilitación ayuda a desarrollar programas de rehabilitación que brindan un acompañamiento durante la realización de las actividades, disminuye el esfuerzo físico tanto para los terapeutas, familia como para los cuidadores y sirve de apoyo para que las personas con discapacidad puedan interactuar de manera más fácil en los diversos ambientes o entornos. Se debe brindar una intervención individualizada, flexible y sensible a las necesidades de cada usuario y familia, a partir de la identificación de las necesidades del usuario y expectativas de este. Al incorporar el aprendizaje motor en los procesos de rehabilitación tecnológica es necesario que los procesos terapéuticos se planeen como un entrenamiento motor y se debe trabajar en conjunto con otras profesiones como ingeniería biomédica, biotecnología, bioingeniería, tecnología de asistencia y con diseñadores gráficos, audiovisuales e industriales para lograr experiencias motrices que activen la mayoría de los sentidos y la memoria emocional.



## REFERENCIAS

- Alfonso Mantilla, J. I., & Martínez Santa, J. (2016). Tecnología en asistencia: exoesqueletos robóticos en rehabilitación. *Movimiento Científico*. Vol. 10, Núm 20 , p. 83-90.
- Cano de la Cuerda, R., Molero Sánchez, A., Carratalá Tejada, M., Alguacil Diego, I., Molina-Rueda, F., Miangolarra Page, J., y otros. (2015). Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. *Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación*. Elsevier , p. 32-41.
- Cano de la Cuerda, R., Martínez Piédrola, R. M., & Miangolarra Page, J. C. (2012). Control y aprendizaje motor: Fundamentos, desarrollo y reeducación del movimiento humano. Saucedo, Madrid: Panamericana.
- Castro Medina, K., Pérez Páez, M., Moscoso Alvarado, F., & Tanaka, C. (2015). Transferencia del aprendizaje motor en pacientes con antecedentes. *Revista de la Facultad de Medicina*, p. 315-320.
- Cheron, G. (Diciembre de 2011). Neurofisiología del movimiento. Aprendizaje motor. Recuperado el 27 de Junio de 2018, de <https://www.researchgate.net/publication/257515352>
- Gaynor, G. Análisis de la tecnología: una base para la experiencia tecnológica. En: *Manual de gestión en tecnología*. Bogotá, Mc. Graw Hill, 1999, p. 92.
- Geok Chua, K. S., & Keong Kuah, C. W. (2017). Innovating With Rehabilitation Technology in the Real World Promises, Potentials, and Perspectives. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 150-156.
- Guzmán, D., & Londoño, J. (2016). Rehabilitación de miembro superior con ambientes virtuales: revisión. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, p. 271-285.
- Henao, L. M. (30 de Junio de 2018). Entrevista laboratorio la Colemba. (E. F. Rodríguez Sepulveda, & M.A. Parra Montañez, Entrevistadores)
- Jaramillo, B. (12 de Julio de 2018). Entrevista Mobility Group. (M.A. Parra Montañez, & E. F. Rodríguez Sepulveda, Entrevistadores)
- Martínez González, E., & Galán Buznego, M. (2017). Nuevas Tecnologías y su aplicación en Rehabilitación. Recuperado el 26 de 06 de 2018, de Publicaciones Didácticas: <http://publicacionesdidacticas.com/hemeroteca/articulo/082071/articulo-pdf>
- Martínez Matheus, M., & Ríos Rincón, A. (2006). La tecnología en rehabilitación: una aproximación conceptual. *Ciencias de la Salud* , 98-108.
- Martínez Piedrola, R. M., Cano de la Cuerda, R., & Miangolarra Page, J. C. (2017). fundamentos, desarrollo y reeducación del movimiento humano . En control y aprendizaje motor (pág. 35). Bogotá : PANAMERICANA.
- Mena de la Cruz, A. C. (2017). Aproximación teórica para la intervención de fisioterapia en pacientes con evento cerebrovascular. *Movimiento Científico* , 73-80.
- García, N. Sánchez, D. Montoya, O. Estrategias de intervención de fisioterapia en neurorrehabilitación utilizadas en Colombia: Revisión bibliográfica. *Revista Movimiento Científico*. 2015; 9 (1): 60-66.
- Parra Montañez MA., Rodríguez Sepúlveda ED (2018), Reflexiones sobre las teorías del aprendizaje.
- Patiño-Cuervo, O., & Caro, E. O. (2017). Tecnología aplicada a un caso particular de discapacidad múltiple. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(1), 121-133. doi: 10.19053/20278306.v8.n1.2017.7373.
- Pineda, G. (10 de Enero de 2018). Marcha en Parkinson se rehabilita con sonidos. Recuperado el 26 de 06 de 2018, de Agencia de Noticias UN: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/marcha-en-parkinson-se-rehabilita-con-sonidos.html>
- Rocha Bidegain, A. L. (2012). El aprendizaje motor: Una investigación desde las prácticas. Recuperado el 28 de Junio de 2018, de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26460/Documento\\_completo.pdf%3Fsequence%3D1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26460/Documento_completo.pdf%3Fsequence%3D1)
- Rodríguez, C. (13 de Julio de 2018). Entrevista docente de Terapia Ocupacional ECR. (M.A. Parra Montañez, & E. F. Rodríguez Sepulveda, Entrevistadores)
- Shishov, N., Melzer, I., & Bar-Hai, S. (2017). Parameters and Measures in Assessment of Motor Learning in Neurorehabilitation; A Systematic Review of the Literature. *Frontiers in Human Neuroscience* , 1-26.
- Shumway-Cook, A., & H. Woollacott, M. (1995). Control motor. Teoría y aplicaciones prácticas. Baltimore, Maryland: Copyright.
- W. Christina, R. (2017). Motor Control and Learning in the North American Society for the Psychology of Sport and Physical Activity (NASPPA): The First 40 Years. *Human Kinetics*, 221 -231. □