

10mo Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Educación Física, La Plata, 2013.

# **Neuronas Espejo: Un nuevo camino dentro de las Neurociencias. Aportes y aplicaciones, en el área de la reeducación y la rehabilitación.**

Figuroa Cuadrado, Emiliano.

Cita:

Figuroa Cuadrado, Emiliano (2013). *Neuronas Espejo: Un nuevo camino dentro de las Neurociencias. Aportes y aplicaciones, en el área de la reeducación y la rehabilitación. 10mo Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Educación Física, La Plata.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-049/36>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/epfv/dhX>

*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*

“Neuronas Espejo: un nuevo camino dentro de las Neurociencias. Aportes y aplicaciones, en el área de la reeducación y la rehabilitación”.

Autor: Prof. Emiliano Figueroa Cuadrado

e-mail: emilianofigueroa@yahoo.com.ar

Resumen:

El presente trabajo, pretende sumergirse en el mundo de las Neuronas Espejo. Dichas neuronas fueron descubiertas por un equipo de Neurobiólogos Italianos, de la Universidad de Parma, en el año 1995. Es el último “gran descubrimiento” que se ha hecho en el ámbito de las Neurociencias; tanto que hasta algunos especialistas han llegado a decir, que tal descubrimiento estaba llamado a desempeñar en las Neurociencias, un papel semejante al que había tenido en Biología, la decodificación de la estructura del ADN.

Las Neuronas Espejo son un tipo particular de neuronas, que se activan cuando un individuo realiza una acción, pero también cuando él observa una acción similar, realizada por otro individuo. Las neuronas espejo forman parte de un sistema de redes neuronales que posibilita la percepción-ejecución-intención.

A partir de este descubrimiento se han aplicado programas de reeducación y rehabilitación, a pacientes con distintos tipos de lesiones y patologías; los cuales abordaremos, para dar conocimiento de las terapias y poder analizar y profundizar sobre las mismas.

Palabras clave: Neuronas espejo. Reeducación y rehabilitación. Lesiones y patologías.

En el año 1995, un equipo de Neurobiólogos italianos, dirigidos por Giacomo Rizzolatti de la Universidad de Parma, se encontró con unos datos inesperados en una investigación. Habían implantado un micro electrodo en el cerebro de unos simios; precisamente en el área F5, donde se encuentra la corteza premotora. Aquí se planifican, seleccionan y ejecutan los movimientos. De esta manera registraban la actividad eléctrica de ciertas neuronas (García García, 2008).

El área F5 contiene millones de neuronas que se especializan en “codificar” un comportamiento motor específico: los movimientos de la mano. Para los macacos y primates, estos movimientos son básicos y esenciales. De hecho nosotros Homo Sapiens, realizamos miles de actos prensiles por día. Ese es el motivo por el cual, el equipo de Rizzolatti eligió el área F5 para realizar la investigación más minuciosa posible. Sabemos que existe una correspondencia bastante alineada entre la estructura de la neocorteza de los macacos y la del hombre, a pesar de sus diferencias (Iacoboni, 2009). A través de experimentos elaborados, este equipo, había adquirido una comprensión asombrosa de lo que hacen las neuronas motoras durante diversos ejercicios de “agarre”, practicados con los monos.

De esta manera, el Neurofisiologo Vittorio Gallese caminaba por el laboratorio durante una pausa del experimento. Había un mono sentado en su silla, esperando que se le asignara una tarea para la investigación. De pronto, justo cuando Gallese tomó algo con la mano (no recuerda que), oyó una descarga de actividad en la computadora que estaba conectada a los electrodos implantados en el mono. De inmediato, Gallese creyó que la reacción era insólita. El mono estaba sentado, quieto, sin querer agarrar nada y, sin embargo, esta neurona vinculada con el acto prensil, se había activado (Iacoboni, 2009). Así cuenta una de las anécdotas sobre la primera observación registrada de una neurona espejo.

Ni ellos, ni ningún Neurocientífico del mundo podría haber imaginado que las neuronas motoras se activan solo ante la percepción de las acciones que realiza otra persona, sin que medie ningún movimiento. A la luz del conocimiento y la teoría del momento ello no tenía sentido alguno.

Cuando el equipo se concentró en los sucesos del laboratorio; les costó creer estos fenómenos, pero también percibieron que el descubrimiento, si se confirmaba, podría ser revolucionario. Y así fue. Luego de una gran cantidad de experimentos que se hicieron con monos y luego con humanos, confirmó el notorio fenómeno. El hecho de que un subconjunto de células del cerebro se activen cuando una persona patea una pelota, ve que alguien patea una pelota, oye que alguien patea una pelota, y aun cuando pronuncia u oye la palabra “patear”, conlleva consecuencias asombrosas y nuevos modos de comprensión. A estas células; las dieron por llamar neuronas espejo (Iacoboni, 2009). Estas neuronas forman parte de un sistema de redes neuronales que posibilita la percepción-ejecución-intención. Integra en sus circuitos neuronales la atribución/percepción de las intenciones de los otros; lo que daría a llamarse, la teoría de la mente (Rizzolatti et al., 2006). Formadas estas ensamblajes neuronales de acción-ejecución-intención en un sujeto, cuando ve a otro realizar una acción, se provoca en el cerebro del observador la acción equivalente, evocando a su vez la intención con ella asociada.

El Neurocirujano Roy Mukamel, investigador de la UCLA (Universidad de California) y sus colegas, fueron quienes por primera vez hicieron una grabación directa de las neuronas espejo en el cerebro humano. Llegaron a los datos directamente de los cerebros de 21 pacientes que habían sido implantados con electrodos intracraneales para ser tratados por un tipo de epilepsia y aprovecharon la ocasión para experimentar (Mukamel et al., 2010).

En el ser humano se han identificado sistemas de neuronas espejo en la corteza motora primaria, principalmente en el área de Broca, el área parietal inferior, la zona superior de la primera circunvolución temporal, el lóbulo de la ínsula, la zona anterior de la corteza del cuerpo calloso. Quizá no solo unas determinadas áreas cerebrales privilegiadas disponen de neuronas espejo, sino que el mecanismo de estas neuronas constituya un principio básico de funcionamiento cerebral.

También se han realizado investigaciones con última tecnología en neuroimagen cerebral IRMF (Imagen por resonancia magnética funcional); donde no solo se ha

constatado que la mera observación de las acciones de los demás activa en el observador las mismas áreas cerebrales, como si fuera él mismo quien ejecutara las acciones, o sea neuronas espejo; sino que también, han demostrado que la visión de actos realizados por otras personas comporta una actividad cerebral distinta, según las competencias motoras específicas de los observadores (Calvo-Merino et al., 2005).

Otro punto en el cual se encuentran involucradas las neuronas espejo, y que toca muy de cerca la práctica del Profesor en Educación Física; es su participación en la imitación y la emulación. Personalmente creo que es un punto de gran relevancia; no solo porque la imitación este en juego dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje y sea una técnica y una herramienta muy utilizada por nosotros en la reeducación y la rehabilitación, a veces hasta casi sin darnos cuenta; sino también porque de esta manera tenemos un elemento más para la fundamentación de nuestras prácticas; lo cual creo que tiene un valor incalculable para el crecimiento y el desarrollo de nuestra Profesión.

Nuestra tendencia a imitar parece estar intensamente presente al nacer y nunca declinar. La hipótesis de que aprendemos por imitación nos presenta, una oportunidad maravillosa para encontrar una explicación; y esto fue demostrado por especialistas en desarrollo como Jacqueline Nadel y Carol Eckerman en distintas investigaciones (Iacoboni 2009).

Imitar un acto complejo, requiere que mi cerebro adopte el punto de vista de la otra persona. Y, ¿por qué es tan importante la imitación? Bueno, aquí podemos remitirnos al fenómeno de la cultura humana. Si retrocedemos en el tiempo alrededor de cien mil años, veremos que sucedió algo muy importante en la evolución humana. Se produce una aparición repentina y una rápida extensión de una serie de destrezas que son propias de los seres humanos; como el uso de herramientas, el uso del fuego, de los refugios y, por supuesto, el lenguaje y la capacidad de leer lo que alguien está pensando e interpretar la conducta de esa persona. Todo eso ocurrió de una forma relativamente rápida. A pesar de que el cerebro había alcanzado su tamaño actual hacia casi trescientos o cuatrocientos

mil años; hace cien mil años todo esto ocurrió muy rápido. Vilayanur Ramachandran; un Neurocientífico de nacionalidad India y parte del equipo de investigadores de la UCLA; defiende que lo que ocurrió hace casi cien mil años, fue una aparición repentina de un sistema sofisticado de neuronas espejo que permitió emular e imitar las acciones de otras personas. De manera tal que cuando un miembro del grupo descubría algo accidentalmente, como por ejemplo el uso del fuego o de un tipo concreto de herramienta, en lugar de desaparecer gradualmente, se extendió rápidamente y horizontalmente por la población y luego fue transmitido verticalmente a través de las generaciones. Esto hizo de repente lamarckiana la evolución en lugar de darwiniana. Aquí está el punto en el que podemos decir que la imitación de destrezas complejas es lo que llamamos cultura y es la base de la civilización.<sup>1</sup>

La investigación sobre neuronas espejo está en su máxima expresión. Se van encontrando resultados fabulosos y muy alentadores en muchas áreas; y dentro de estas áreas encontramos la nuestra; que es la reeducación y la rehabilitación a través del ejercicio.

Para comenzar con un ejemplo de esto; Marco Iacoboni, Neurocientífico de la UCLA, en una entrevista realizada por Eduard Punset; quien es un gran divulgador científico Español; le hace referencia al mismo sobre la relación que puede tener el sistema de neuronas espejo con el Autismo.<sup>2</sup>

Marco Iacoboni, plantea la hipótesis de las neuronas espejo y el autismo; donde dice que este trastorno puede llegar a producirse por una disfunción del sistema de neuronas especulares. A través de investigaciones y estudios realizados han llegado a elaborar esta hipótesis, donde existiría un desarrollo temprano insuficiente del sistema de las neuronas espejo que generaría una cascada de disfunciones de desarrollo que, a su vez, producirían autismo. Por otra parte, Ramachandran, planteó que la disfunción de las neuronas espejo es un déficit central del autismo y comenzó a probar esta hipótesis en forma empírica. El grupo de la UCLA que él encabeza presentó los datos preliminares de los experimentos con EEG en el encuentro de la Sociedad de Neurociencias, el mayor encuentro de

Neurocientíficos del mundo, en Noviembre del 2000. Fue la primera presentación de pruebas de la hipótesis de una disfunción de las neuronas espejo en el autismo. Al menos seis laboratorios que emplean una variedad de técnicas para estudiar el cerebro humano han confirmado que existe déficit en las áreas de las neuronas espejo en las personas con autismo (Iacoboni 2009). La buena noticia es que podemos utilizar este descubrimiento como una forma de intervención. Ya se están utilizando tratamientos basados en la imitación con la idea de volver a entrenar las neuronas espejo de los pacientes con autismo para que funcionen mejor. También se ha investigado sobre la relación de estas neuronas con enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el Parkinson y esto abre nuevos caminos para sus tratamientos.

Uno de los avances que se han dado en el campo de la neurorehabilitación con técnicas que estimulan y trabajan con las neuronas espejo es justamente la terapia en espejo. La misma fue introducida por primera vez por Ramachandran, como terapia analgésica para reducir el dolor del miembro fantasma. Existen numerosos estudios que demuestran la eficacia de esta técnica en patologías como el síndrome del dolor regional complejo, dolor neuropático, dolor lumbar crónico y en hemiplejias o hemiparesias luego de sufrir un ACV.

El principio terapéutico es simple: se coloca un espejo en el plano sagital del paciente, de manera que este visualice la imagen de su extremidad sana reproduciendo movimientos voluntarios como si fuera la afectada. La ilusión perceptiva creada, produce una estimulación neuronal de la zona afectada; que implica la activación del circuito de neuronas espejo. La visualización de una imagen de movimiento normal restaura la integración del procesamiento somatosensorial y motor a nivel cerebral; lo que produce una reducción y alivio del dolor en las patologías antes nombradas y en el caso específico de los ACV mejora la funcionalidad motora de los miembros afectados en cualquiera de sus fases. Esto es importante ya que se puede aplicar en pacientes en un periodo crónico. La ilusión del espejo del movimiento normal del miembro afectado,

sustituye la disminución del input propioceptivo, por lo que ayuda a reclutar las áreas cerebrales dañadas y esto colabora con su rehabilitación.

El trabajo con el espejo requiere de distintas acciones por las que el paciente deberá pasar. Hay algunos protocolos establecidos que organizan el trabajo con la terapia en espejo. Uno de ellos es el protocolo de Mc Cabe modificado.

También se ha implementado y sumado a esta terapia en espejo el Programa de Imaginación Motora Gradual (P.I.M.G); el cual consta de tres fases:

Una primera fase de reconocimiento de lateralidad, donde a través de programas informáticos con imágenes se busca recuperar la precisión y velocidad normales, en identificar lados derechos e izquierdos del cuerpo.

Una segunda fase de imaginación motora; también apoyada por programas de imágenes, donde se requiere la imaginación de movimientos y posturas por parte del paciente para alcanzar la imagen visualizada.

Y la tercera fase que es el trabajo con el espejo.<sup>3</sup>

En referencia al dolor lumbar crónico; quisiera compartir la definición de dolor que plantea Lorimer Moseley. Él lo define como “una expresión desagradable consciente que emerge del cerebro cuando la suma de toda la información disponible sugiere que usted necesita proteger una zona en particular”. El dolor crónico lumbar surge de una columna degenerada, pero acaba degenerando el cerebro. En relación a esto y a como las creencias afectan a nuestro proceso cerebral evaluativo, investigadores daneses y noruegos han comparado la evolución de dos grupos de pacientes con dolor lumbar crónico. A unos los educaban en la confianza de resistencia de su columna y a otros en el temor al movimiento. De los dos grupos evolucionaba mejor el grupo educado en la confianza de su columna. La conclusión de este trabajo, es que un cerebro que valore columna vulnerable, activara programas defensivos de mala calidad funcional y con facilitación del dolor. La conclusión de este estudio, es que el dolor o el miedo al dolor, activa los mecanismos de defensa, lo que implica que no solo

hay que tratar la estructura sino que hay que reeducar al cerebro para que reaprenda a moverse con confianza y sin dolor. A esto se le llama, reaprendizaje en relación al dolor (Fernández, 2012). Y si hablamos de aprendizaje, tenemos que hablar de neuronas espejo.

En definitiva, la terapia en espejo presenta algunas ventajas; es sencilla, de bajo costo y tras varias sesiones de entrenamiento con el terapeuta, puede incluso ser realizada por el paciente en el domicilio. Se ha demostrado que la terapia en espejo junto con un programa de rehabilitación convencional es más beneficioso en términos de recuperación que un tratamiento similar sin terapia en espejo.

Creo que estamos en el comienzo de la ciencia de las neuronas espejo y aun quedan muchas cosas por descubrir.

1Esta idea es planteada por Ramachandran en una conferencia que puede verse en [www.ted.com](http://www.ted.com)

2 Esta entrevista fue realizada en Madrid, el 8 de diciembre del 2009.

3

El protocolo Mc Cabe modificado y el programa de imaginación motora gradual fue presentado en un Congreso del Hospital Universitario San Cecilio Granada, España, año 2010.

#### Bibliografía:

-Calvo-Merino, B. et al. (2005). "Action observation and acquired motor skills". En revista Cerebral cortex, N°15, Oxford, 1243-1249.

-Fernández, R. (2012). "La RPG y la Fisioterapia moderna basada en la evidencia". En boletín de la Asociación Argentina de RPG, N°15, Buenos Aires, 11-16.

-García García, E. (2008). "Neurociencia y Educación". En revista de Psicología y Educación, N°3, Madrid, 69-89.

-Iacoboni, M. (2009). "Las neuronas espejo". Buenos Aires: Katz.

-Mukamel, R. et al. (2010). "Single neuron responses in humans during execution and observation of actions". En revista Current Biology, N°20, Estados Unidos, 750-756.

-Rizzolatti, G. et al. (2006). "Las neuronas espejo". Barcelona: Paidós.