

Neuronas en espejo ***Mirror neurons***

Josymar Espoir Okika; Yordanka Cuza Ferrer; Nibaldo Hernández Mesa

Universidad de Ciencias Médicas. La Habana, Cuba

Correo(s) electrónico(s):

okikajosymar@gmail.com.

yordankacuza@infomed.sld.cu

Recibido: 4 de marzo de 2017

Aceptado: 8 de mayo de 2017

Resumen

El sistema de neuronas espejo es un complejo neuronal, descrito originalmente en monos y también hallado en humanos, se relaciona con nuestros movimientos y responden de forma específica a los movimientos de otros sujetos. Asimismo se cree que este sistema se encuentra en la base de los procesos de imitación y en la realización de formas de aprendizaje por imitación, además se considera que participa en la adquisición del lenguaje, expresión emocional, en la comprensión, y la empatía. Nuevas investigaciones sobre los cambios corticales han llevado a una reevaluación de las patologías que cursan dolor crónico y sus tratamientos.

Palabras clave: Neuronas en espejo; Complejo neuronal; Procesos de imitación; Funciones

Abstract

The mirror neuron system is a neuronal complex, originally described in monkeys and also found in humans. It is related to our movements and responds specifically to the movements of other subjects. It is also believed that this system is at the base of the processes of imitation and in the realization of forms of learning by imitation; in addition it is considered to participate in the acquisition of language, emotional expression, understanding and empathy. New research on cortical changes has led to a re-evaluation of the pathologies that present chronic pain and its treatments.

Keywords: Mirror neurons; Neuronal complex; Imitation processes; Functions

Introducción

Debido a que estas funciones están alteradas en autismo, se cree que existe una disfunción del SNE en los autistas, los esquizofrénicos, así como otros trastornos de tipo psicótico. Con frecuencia se asocian dificultades en la relación social (percepción social, juicio y habilidades de interacción social) y existe una predisposición a padecer problemas emocionales. Nuevas investigaciones sobre los cambios corticales en pacientes con dolor crónico han llevado a una reevaluación de las patologías que cursan con dolor crónico y sus tratamientos. Debido a que estas funciones están alteradas en autismo, se cree que existe una disfunción del SNE en los autistas, los esquizofrénicos, así como otros trastornos de tipo psicótico. Con frecuencia se asocian dificultades en la relación social (percepción social, juicio y habilidades de interacción social) y existe una predisposición a padecer problemas emocionales. Nuevas investigaciones sobre los cambios corticales en pacientes con dolor crónico han llevado a una reevaluación de las patologías que cursan con dolor crónico y sus tratamientos.

En 1996, un equipo de neurobiólogos italianos dirigidos por Rizzolatti de la universidad de Parma, se encontraron unos datos inesperados en el transcurso de la investigación; habían entrenado a unos simios para agarrar objetos concretos, por ejemplo: un palo. Con un micro-electrodo implantado en el cerebro, en la corteza promotora registraban la actividad eléctrica de ciertas neuronas. En el cortex promotor es sabido que se planean e inician los movimientos.

En determinada ocasión sucedió algo desconcertante al activarse de pronto el aparato de registro sin que el mono hiciera ninguna actividad. El efecto se pudo repetir a voluntad comprobándose en numerosas neuronas vecinas el mismo comportamiento inesperado: se activaban sin que el mono moviera un solo dedo. Bastaba con que viera que otro realizaba tal acción. Los científicos italianos habían identificado un tipo de neuronas desconocidas hasta ese momento, las denominaron *neuronas especulares*. Estas neuronas no reaccionan al asir sin objetivo, ni a sólo el objeto que se ha de agarrar, sólo cuando se ven juntas ambas cosas: la acción y su objetivo, se activan. Sucedió como si las células representaran el propósito ligado al movimiento.

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. La simple observación de movimientos de la mano, pie o boca activa las mismas regiones específicas

de la corteza motora, como si el observador estuviera realizando esos mismos movimientos, pero el proceso va más allá de que el movimiento, al ser observado, genere un movimiento similar latente en el observador. El sistema integra en sus circuitos neuronales la atribución/percepción de las intenciones de los otros, la teoría de la mente.

Debido a las características antes descritas de las neuronas espejo, se han postulado que jugarían un rol importante en el reconocimiento y aprendizaje motor.

Las respuestas de las neuronas espejo en base área F5 del mono, que codifica las acciones motoras de la boca, mostraron que alrededor de un tercio de las neuronas motoras de la boca también se disparan cuando el mono observa a otro individuo realizar actos con la boca. La mayoría de estas neuronas espejo bucales se activan durante la ejecución u observación de acciones de la boca relacionadas a funciones ingestivas tales como alcanzar, succionar o romper comida. Otra población de neuronas espejo bucales también se activaron durante la ejecución de acciones ingestivas; pero el estímulo visual más efectivo en activarlas son los gestos bucales comunicativos. Algunas también se disparan cuando el mono realiza gestos comunicativos. Estos hallazgos extendidos a la noción del sistema espejo de la área de la boca humana, también está envuelta en las funciones comunicativas.

En la actualidad existen muchas investigaciones sobre las neuronas espejo con respecto a la empatía. Sin embargo, *en la bibliografía consultada no existen artículos que aborden de forma integral la relación de las neuronas en espejo con el autismo y el aprendizaje por observación e imitación*. Por tal motivo, con la presente revisión pretendemos profundizar en estos temas.

Desarrollo

La identificación de las neuronas en espejo surgió durante los años 1990 por el equipo de Giacomo Rizzolatti (nacido el 28 de abril 1937 en Kiev en Ukrenia de nacionalidad italiana), director del departamento de neurociencias de la facultad de medicina de Parme.

Fueron observado primeramente en la corteza pre motora ventral (parte del lóbulo frontal del cerebro situados por delante de las regiones motoras; su función es planificar y organizar los movimiento, mientras que la corteza motora se encarga de la realización precisa del mando de la motricidad en dirección de las moto neuronas) del mono machaque Rhesus (aire F5),pero también, en seguida, en la parte rostral del lóbulo parietal inferior(situados detrás del lóbulo frontal, por encima de los lóbulos

temporal y parietal) tiene como función la integración de las informaciones de las diferentes modalidades sensoriales (visión, tacto, audición). Este tipo de neuronas fue descubierto igualmente en un tipo de aves donde son activados a la vez cuando canta o cuando escucha otro cantando. En el hombre existe desde abril 2010 una prueba directa de las neuronas en espejo.

Evolución

Luego del descubrimiento de la activación de las moto neuronas en el área F5 de la corteza pre frontal de los primates, se describió la presencia de neuronas con las mismas características en el lóbulo parietal inferior. Estas dos áreas configuran un circuito complejo de comunicación entre la corteza frontal y la corteza parietal involucrado en la organización de las acciones motoras. El papel que se le atribuyó a este circuito fue el de la comprensión de las acciones motoras ejecutadas por otro individuo, cuando esta acción se encontraba almacenada dentro del repertorio de movimientos de quien observaba la acción.

Posteriormente se encontró que la activación de estas neuronas podría estar relacionada también con el entendimiento del objetivo o la finalidad de dicha acción antes de que esta hubiese concluido. Este conocimiento se logró gracias a un experimento ampliamente reconocido dentro de la investigación en neuronas espejo: la taza de té. A los sujetos sometidos al estudio se les mostraba una taza de té en varios escenarios diferentes. Luego una mano entraba a la escena a retirar la taza, y en los sujetos se activaban sus sistemas de neuronas espejo en grados diferentes en cada escenario.

En el primer escenario la taza se encontraba completamente sola. En el segundo, se encontraba acompañada de galletas y otros bocadillos. En el tercer escenario se encontraba acompañada de sobras y migajas de galletas. El grado de activación máximo de estas neuronas se alcanzó en el segundo escenario, presumiblemente porque sugería la intención de ingerir, mientras que en el tercer escenario la activación fue menor dado que la intención era probablemente lavar la taza. De manera que ingerir y alimentarse al ser una función más importante para el individuo que asear, activa en mayor medida estos circuitos neuronales. La fase inicial de experimentación en humanos se vio limitada por aspectos éticos ya que se requerían

Métodos invasivos de registro como los electrodos cerebrales implantados quirúrgicamente. Posteriormente la investigación tuvo un gran desarrollo gracias al uso de imágenes funcionales cerebrales como la electroencefalografía, la magneto encefalografía y la estimulación magnética

transcraneal. De esta manera se logró establecer que existían sistemas neuronales con propiedades similares a las neuronas espejo identificado en los primates, en localizaciones anatómicas comparables. Se reconocieron dos redes neuronales importantes. La primera, en el lóbulo parietal y la corteza premotora más la parte caudal del giro frontal inferior (sistema parietofrontal), y la otra formada por la ínsula y la corteza frontal mesial anterior (sistema de espejo límbico). Así como en los primates, el sistema motor humano mostró tener implicaciones visuales al activarse observando acciones motoras realizadas por otros. En la actualidad se conoce que las mismas áreas cerebrales implicadas en la ejecución y observación de acciones motoras se activan cuando los individuos escuchan frases que describen la realización de acciones humanas usando las manos, la boca o las extremidades, o simplemente cuando el individuo las imagina. Así que podrían existir una serie de circuitos neuronales compartidos entre los procesos de control motor y las áreas de procesamiento auditivo y visual.

Tanto en primates como en humanos, las neuronas espejo se encuentran divididas en dos grandes categorías: las estrictamente congruentes y las ampliamente congruentes. Las neuronas espejo estrictamente congruentes corresponden a la tercera parte de todas las neuronas espejo, y se activan siempre para una misma acción, ya sea ejecutada u observada. Las neuronas espejo ampliamente congruentes representan aproximadamente dos tercios de todas las neuronas espejo y se activan frente a acciones que se encuentran relacionadas de forma lógica con un mismo objetivo. Por ejemplo, cuando el primate observa tomar un objeto y llevarlo a la boca para ingerirlo aumenta la actividad específicamente en este último tipo de neuronas. Estas aumentan su activación debido a que su función se relaciona con un objetivo más elaborado: el de alimentarse. Los movimientos para lograrlo, si bien son fundamentales, podrían ejecutarse para otras finalidades. Estas neuronas espejo ampliamente congruentes son las que se han asociado al entendimiento de la intención de la acción y de su finalidad.

Pareciera entonces que existe un mayor número de neuronas espejo asociadas al objetivo de la acción más que a la acción misma. Esto ha generado una distinción entre dos términos: el acto motor y la acción motora. Se entiende por un acto motor el movimiento que busca un objetivo, por ejemplo, hacer movimiento de agarre para tomar una porción de alimento. La acción motora se refiere a una serie de movimientos o actos motores que como desenlace final lleva a lograr un objetivo claro, como es el caso de alimentarse, lo que implicaría no solamente agarrar la porción de alimento sino también llevarlo a la boca. El grado de activación de las neuronas espejo es variable según la interpretación del objetivo de la acción que observa el individuo.

Un fenómeno interesante que se ha observado en los primates es la escasa o nula activación de las neuronas espejo frente a acciones que involucran el uso de herramientas. Este hecho llamativo se explica porque estos animales naturalmente no las utilizan. Esto significa que la activación del sistema de neuronas espejo obedece a la observación de un patrón de movimiento previamente conocido por el individuo, o parcialmente aprendido, lo que en otras palabras podría denominarse como experiencia motora previa. Sin embargo, la exposición repetida a experimentadores humanos que usan herramientas, logra generar activación de neuronas espejo en estos animales. De manera que las neuronas espejo son capaces de adquirir propiedades visuales también gracias a la experiencia visual. Esto parece ser crucial para comprender los procesos involucrados en el aprendizaje por imitación. Si las neuronas espejo son capaces de adquirir nuevas propiedades frente a la exposición visual prolongada de acciones novedosas, que la simple observación de acciones o actos motores, podría constituirse como una herramienta útil para el aprendizaje.

Autismo y Neuronas en Espejo

¿Cómo podría participar el SNE en el autismo?

Ramachandran y Oberman observaron que las neuronas en espejo parecen efectuar precisamente las mismas funciones que parecen estar alteradas en el autismo. Si el SNE está en verdad involucrado en la interpretación de las intenciones complejas, entonces una disrupción de este circuito neuronal podría explicar la sintomatología clásica del autismo, que es su falta de habilidades sociales. Los otros signos cardinales de este trastorno –ausencia de empatía, déficit del lenguaje, pobre imitación, etc. – constituirían también el tipo de manifestaciones esperables si hubiera una disfunción en las neuronas en espejo.

La primera evidencia experimental de una posible disfunción de este sistema neuronal en los niños autistas provino del grupo de Ramachandran en la Universidad de California, el cual demostró que los sujetos normales presentan una supresión del ritmo mu en regiones sensor motoras cuando realizan o cuando observan a otro realizar actos motores específicos. Esta modificación en la actividad electroencefalografía se ha correlacionado con la activación de las neuronas de la región promotora que corresponden al SNE. En contraste, los niños autistas no muestran datos electroencefalográficos (supresión del ritmo mu) cuando observan a otros sujetos realizar actos motores, lo cual sugiere que el SNE no se activa normalmente y, por tanto, son incapaces de este reconocimiento empático de las

conductas de los demás. Otros investigadores han confirmado los resultados del grupo de Ramachandran utilizando diversas técnicas de monitorización de la actividad neuronal.

El grupo de Hari, de la Universidad de Helsinki, encontró déficit del SNE en niños con autismo mediante magneto encefalografía. Dapretto de la Universidad de California, utilizando resonancia magnética funcional demostraron una reducción de la actividad de las neuronas en espejo en la corteza pre frontal de individuos con autismo. El grupo de Theoret, de la Universidad de Montreal, se utilizó estimulación magnética transcraneal una técnica que induce corrientes eléctricas en la corteza motora para generar movimientos musculares a fin de estudiar la actividad de las neuronas en espejo en sujetos con autismo. En los sujetos control, los movimientos de mano inducidos fueron más pronunciados cuando los sujetos observaron vídeos de los mismos movimientos; este efecto fue mucho más débil en los pacientes con autismo.

En conjunto, estos hallazgos aportan alguna evidencia de que las personas con autismo presentan probablemente una disfunción en el SNE.

La idea es que, en los autistas, el SNE se desarrolla de manera inadecuada, determinando una incapacidad de comprender los actos de los demás y, sobre todo, una incapacidad de imaginar que los demás son seres pensantes con intenciones y motivaciones intelectuales semejantes a las suyas. Es lo que se ha llamado “teoría de la mente”. La teoría de la mente consiste en la capacidad de un individuo para representarse los estados emocionales de sus semejantes. Cada individuo elabora una teoría de la mente de las otras personas. Cuando esto no sucede, entonces resulta incapaz de representarse las emociones ajenas. En el reconocimiento de los demás parece desempeñar un papel predominante la definición de la imagen corporal del individuo y la actividad del SNE.

Empatía y neuronas en espejo

En relación con empatía se plantea que estas neuronas pueden detectar como disgusto o expresar disgusto; por ejemplo: Cuando alguien observa a otro individuo sufrir un golpe o una caída la empatía se puede ver reflejada en su expresión facial.

Las neuronas espejo podrían ser un mecanismo evolutivo propio de los seres sociales. Podrían ser un mecanismo de adaptación para entender las acciones de los demás. Las neuronas espejo se pudieron ver favorecidas por la selección natural porque ayudaron a los humanos a comprender lo que otros estaban

haciendo y de esta manera les permitieron sobrevivir. Y aquí aparece uno de los elementos fundamentales en el desarrollo del comportamiento social de las especies: la empatía.

Está claro entonces, que una de las funciones de estas neuronas tiene que ver con la forma como los humanos y los individuos de otras especies entienden a los demás, a través de la interpretación e imitación de acciones o movimientos. La empatía, que según el diccionario de la real academia española corresponde a la identificación mental y afectiva de un sujeto con el estado de ánimo de otro, es uno de los aspectos que contribuye al comportamiento social de las especies, y las neuronas espejo juegan un papel importante en este proceso. Uno de los mecanismos por los cuales se logra desarrollar una forma de empatía basada en la simulación, tiene que ver con la imitación de las expresiones asociadas a determinados sentimientos. Esto permite que los individuos sean capaces de sentir lo que el otro siente a través por ejemplo, de la imitación de las expresiones faciales. La imitación de las expresiones emocionales faciales subyace en la activación de grandes circuitos neurales que involucran las áreas de neuronas espejo, la ínsula anterior y la amígdala. Las neuronas espejo están implicadas entonces no solo en la función social de entender las intenciones de los demás, sino también en la función de comprender y percibir los sentimientos y emociones de otros.

El conocimiento de la fisiología de las neuronas espejo ha llevado a comprender mejor los procesos que median la capacidad que tienen los individuos para relacionarse en un entorno social. Adicionalmente, hay una función fundamental descrita dentro del estudio de estas neuronas que tiene implicaciones en los escenarios de formación académica: El aprendizaje.

Aprendizaje observacional y aprendizaje por imitación

Los programas de postgrado para médicos en Colombia y en el mundo tradicionalmente se han caracterizado por tener un gran componente práctico, ya sea para aplicar conocimientos teóricos o para realizar un variado número de procedimientos supervisados que implican el desarrollo por parte del estudiante de destrezas motoras durante su periodo de entrenamiento.

Las estrategias de formación en los escenarios académicos obedecen a estas necesidades, por un lado se requiere lograr un adecuado nivel de conocimientos y por otro, lograr el desarrollo de destrezas motoras propias de la especialidad. Las neuronas espejo tienen un papel importante tanto a nivel del aprendizaje de patrones y habilidades motoras así como también a nivel del aprendizaje de conocimientos teóricos o habilidades cognitivas. En este sentido, muchas técnicas de formación en

destrezas cognitivas y motrices pueden aprovechar las propiedades de las neuronas espejo para lograr mejores resultados en cuanto a la apropiación del conocimiento.

En el aprendizaje de habilidades motoras se describen dos mecanismos: la observación y la imitación. En el aprendizaje por observación se han descrito modos de visualización dinámica y visualización estática. La distinción radica en la forma como se muestran específicamente las imágenes al sujeto. Las visualizaciones dinámicas tienen que ver con videos, animaciones, etc. Se ha postulado que este tipo de visualizaciones podría intensificar la adquisición de conocimientos debido a que se pueden percibir los cambios con respecto al tiempo en un sistema determinado, mientras que las visualizaciones estáticas requieren de los sujetos un mayor esfuerzo cognitivo para inferir mentalmente los cambios temporales que son explícitos en las visualizaciones dinámicas. Sin embargo también se ha argumentado que la naturaleza misma de la visualización dinámica, por ser información transitoria, demanda del sujeto una gran disponibilidad de la memoria de trabajo, y si se tiene en cuenta que esta tiene limitaciones con respecto a la capacidad y a la duración, se requeriría de mayor rapidez y actividad para procesar e integrar toda la información que proveen las visualizaciones dinámicas al tiempo que el sujeto la percibe mientras que en las visualizaciones estáticas la información puede ser revisada en múltiples ocasiones.

El problema de la demanda de mayor velocidad requerida para el procesamiento de la información en las visualizaciones dinámicas puede afrontarse mediante la revisión repetitiva de las mismas.

Los estudios individuales que han intentado identificar cuál de las dos estrategias es más efectiva para el aprendizaje no han mostrado resultados reproducibles. Sin embargo en una meta-análisis se encontró una mayor utilidad para el aprendizaje, principalmente de conocimientos concernientes a procedimientos y habilidades motoras, si se usan medios de visualización dinámica como las animaciones por computador o los videos instructivos. Lo anterior sugiere que la utilización de videos, talleres, programas interactivos podría ser una herramienta más útil para el aprendizaje de habilidades motoras, lo que se evidencia en el amplio crecimiento que día a día experimentan las estrategias que utilizan medios multimedia a través del internet, así como los talleres prácticos y otros que involucran mecanismos en los que participan los sistemas de neuronas espejo a través de la observación y la imitación. Todo el conocimiento logrado gracias a las neurociencias en relación con el sistema de neuronas espejo, permite suponer que las estrategias de visualización.

La imitación es una forma importante de aprendizaje en los humanos y el sistema de neuronas espejo está involucrado a través de interacciones dinámicas pueden ser muy útiles para el aprendizaje de habilidades y destrezas motoras, pero principalmente de aquellas que involucran movimientos humanos, debido a que estas estrategias automáticamente disparan un proceso que demanda menor esfuerzo al activar un mecanismo de simulación corporal mediado por dichas neuronas. Neuronales con áreas de preparación motora y la corteza pre frontal dorso lateral.

Los estudios de resonancia magnética funcional han demostrado respuestas amplias en las áreas de neuronas espejo durante la observación de acciones sobre aprendidas. Se han desarrollado múltiples experimentos para tratar de entender el papel de las neuronas espejo en el aprendizaje por imitación.

Buccino, en un estudio con resonancia magnética (RM) funcional evaluó la actividad de estas redes neuronales, demostrando una gran activación al observar una acción y cuando se imita. El método utilizado fue someter a los sujetos del experimento a observar a un músico ejecutando algunos acordes en guitarra para memorizarlos y posteriormente repetirlos. Evidentemente se reconoció un patrón de activación neuronal de áreas del sistema de neuronas espejo, pero además fue llamativo que durante la transición de la fase de observación a la fase de imitación hubo una activación de ciertas áreas de la corteza frontal que probablemente son responsables de memorizar los actos motores observados para luego reproducirlos.

Otro aspecto fundamental es la plasticidad del sistema de neuronas espejo, gracias a ésta, las neuronas permiten un grado de activación diferente frente al acto motor observado según la experiencia del individuo, lo que significa que al observar un patrón de movimiento conocido se produce una activación del sistema de neuronas espejo mucho más importante a la que se produce si se desconoce el movimiento.

De tal manera que aunque la observación puede ser un elemento fundamental en el aprendizaje, existen ciertos aspectos que podrían influir sobre los resultados finales. Esto tiene que ver precisamente con el grado de experiencia y con el tipo de experiencia del observador (36). Los estudios con RM funcional han permitido demostrar que la experiencia motora y no la experiencia visual determinan una mayor activación de las neuronas espejo.

Es decir, si el sujeto observa un patrón de movimiento que se encuentra dentro de su repertorio de movimientos aprendidos o parcialmente aprendidos se produce un grado mayor de activación que si

observa un patrón de movimiento que ha sido observado por mucho tiempo pero no se ha ejecutado. En un estudio con bailarines profesionales que observan los patrones de movimiento de cada uno de los géneros, tanto masculino como femenino (34). Se encontró que la activación del sistema de neuronas espejo fue mayor cuando los sujetos observaban los movimientos de su mismo género a pesar de que constantemente durante sus prácticas de entrenamiento observaban los patrones de movimientos del género opuesto. “La mimesis, en tanto imitación, está en el origen de la danza, así como está en el origen del lenguaje verbal, y de todas las artes en general.

Conclusiones

El conocimiento actual sobre el significado y las funciones de las neuronas espejo justifica el creciente desarrollo de métodos alternativos de enseñanza que involucran herramientas tecnológicas como el internet y elementos multimedia como videos, presentaciones interactivas e imágenes, los cuales ofrecen a los estudiantes métodos de visualización dinámica y estática que permiten reforzar la apropiación de conocimientos relacionados con destrezas motoras y cognitivas. Las neuronas espejo están involucradas en el aprendizaje observacional y en el aprendizaje por imitación, estrategias que son frecuentemente utilizadas en escenarios académicos de formación de estudiantes de postgrado en muchas especialidades como la anestesiología. Entender el significado y la naturaleza del funcionamiento de las neuronas espejo, permite reconocer e identificar los escenarios en los cuales utilizar ciertas estrategias o definir ciertas formas y secuencias de modos de transmitir la información, es crucial para facilitar el aprendizaje, tanto de destrezas motoras como cognitivas.

Las causas del autismo aún permanecen oscuras y deberá continuarse investigando la posible participación del SNE en la fisiopatología del autismo. Sin embargo, resulta atractiva la teoría de una disfunción de este sistema en la génesis de la sintomatología autista, pues podría abrir las puertas hacia una posible rehabilitación de este sistema en el tratamiento de los niños con autismo.

Referencias Bibliográficas

- Bautista J, Navarro J.R. (2011). *Neuronas espejo y el aprendizaje en anestesia*. Rev Fac Med.; 59:339-351. Opiniones, debates y controversias. La Habana: Pueblo y Educación.
- Cornelio J.O. (2009). *Autismo infantil y neuronas en espejo*. [REV NEUROL 48 (Supl 2): S27-9].

Cossinia Florencia C. (2013). *Reconocimiento facial de emociones básicas y ejecución de gestos en demencia frontotemporal variante conductual*. www.elsevier.es/neurolarg Neurología Argentina.