

Bases Neurobiológicas del Cerebro Social

G. Cecilia Toro A.
Ph.D. en Ciencias.

El cerebro está estructurado con una capacidad innata para trascender las fronteras de la piel de su propio cuerpo e integrarse con el mundo, especialmente con el mundo de los otros cerebros (Siegel DJ, 2001).

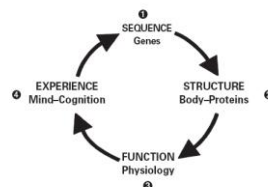
En los últimos veinte años, las Neurociencias, la Genética y la Epigenética han experimentado progresos de gran valor para la salud, la psicoterapia y la educación.

Algunos de los hallazgos más relevantes se refieren a las Neuronas Espejo cuya existencia demuestra que nuestro cerebro es neuro-social, lo que significa que estamos diseñados para entrar en resonancia con otros cerebros.

El Sistema Nervioso Espejo (SNE) es un complejo neuronal, descrito originalmente en monos y también hallado en humanos, que se relaciona con nuestros movimientos y que responde de forma específica a los movimientos e intenciones de movimiento de otros sujetos. Así mismo 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. Se piensa también que participa en la adquisición del lenguaje, en la expresión emocional, en la comprensión de lo que les sucede a los demás y en la empatía.

Otro aspecto de gran significación corresponde del desarrollo de la genómica psicosocial, que unido a los estudios de plasticidad neuronal, pone en evidencia la existencia de Expresión Génica Diferencial, de Neurogénesis, regeneración axonal, arborización de las dendritas, colaterización en diferentes ambientes, lo que demuestra la naturaleza relacional de nuestras interacciones con el mundo.

- **Plasticidad neuronal a distintos niveles.**
- **Genómica psicosocial** Según Ernest Rossi

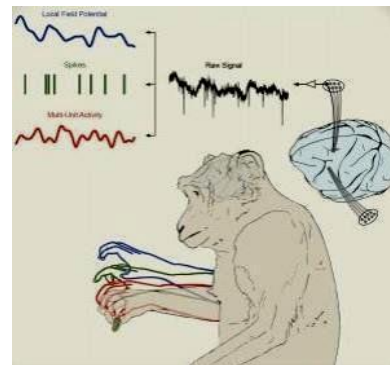


- Se agregan nuevos pasos de regulación de la expresión génica, dados por las experiencias y el conocimiento.
- **Experiencias psicológicas:** Ambiente enriquecido que implica movimiento y interacción social, exposición a la novedad y a la literatura, la música, la poesía, etc.
- **Experiencias espirituales:** la fascinación, lo misterioso, lo tremendo (lo numinoso).

En 1996, un grupo de investigadores italianos (Rizzolatti, Fadiga, Gallese y Fogassi, 1996; Gallese, Fadiga, Fogassi y Rizzolatti, 1996), describieron en la corteza premotora de los monos un tipo de neuronas que descargaba, no sólo cuando el mono ejecutaba acciones motoras dirigidas hacia una meta, sino también cuando el animal observaba a otros individuos ejecutando dichas acciones. Estas neuronas fueron denominadas Neuronas en Espejo.

En Parma, Italia, un mono esperaba sentado en un laboratorio a que los investigadores regresaran de almorzar. Le habían implantado cables delgados en la región de su cerebro que tiene que ver con la planificación y la realización de movimiento.

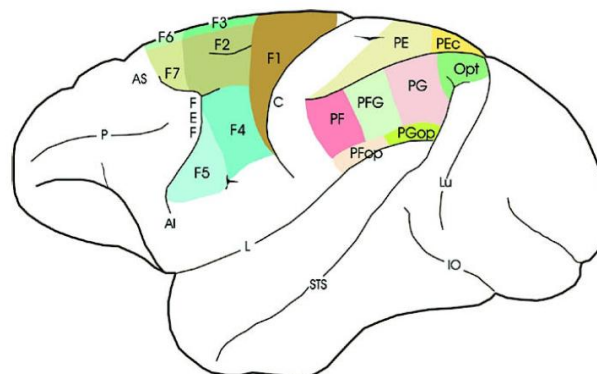
En ese momento entro un alumno comiendo un helado y se produjo un potencial de acción en la zona premotora, del mono que lo estaba mirando. Esto era muy sorprendente, ya que el mono estaba totalmente inmóvil. Comprobaron que las neuronas del mono descargaban con solo **mirar** acciones ejecutada por otros individuos.



Este Sistema Nervioso Espejo, descrito originalmente en monos, también ha sido demostrado en seres humanos.

Las Neuronas en Espejo, se describieron originalmente en córtex promotor (área F5), de los monos y posteriormente se encontraron en el lóbulo parietal inferior.

Las neuronas en espejo son una clase particular de neuronas visuomotoras, originalmente descubiertas en el área F5 del córtex premotor de los monos. Posteriormente se encontraron en el lóbulo parietal inferior de los monos



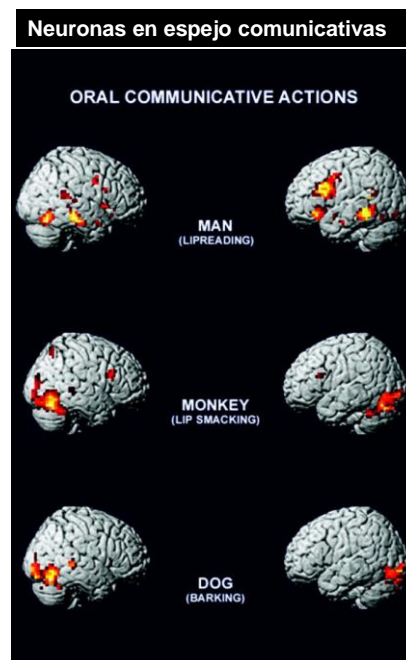
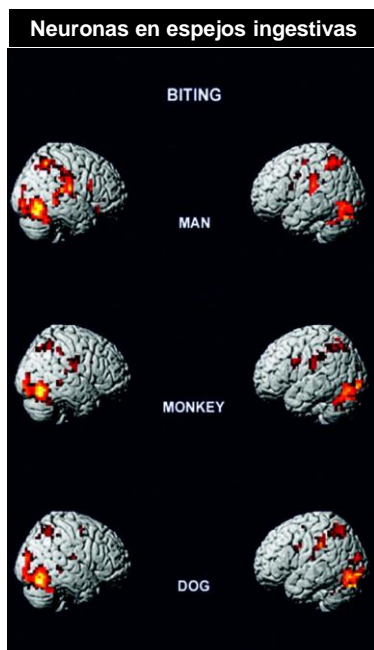
Hay dos clases de Neuronas Visuomotoras en el área F5 en los monos: Las neuronas Canónicas, las cuales responden a la presentación de un objeto y las Neuronas en Espejo, que responden cuando el mono ve acciones directas con objetos, éstas, para ser estimuladas por un estímulo visual, requieren la interacción entre un efector biológico: La mano, o, la boca y un objeto.

La sola vista de un objeto, la mímica de una acción o un individuo haciendo gestos (sin un objeto) son todos inefectivos. Aún más, el significado del objeto para el mono no tiene influencia obvia en la respuesta de las Neuronas Espejo (tomar un alimento, o, cualquier objeto produce la misma respuesta). Diferentes estímulos visuales, que representan la misma acción son igualmente efectivos, al igual que, si la acción se realiza más cerca o más lejos del mono. Tampoco influye en la respuesta, la eventual recompensa.

En relación al estímulo visual efectivo en producir una descarga de las Neuronas Espejo, se puede relacionar el sector superior del área F5 con acciones realizadas con las manos y el sector lateral del área F5 a las acciones realizadas con la boca.



En relación al estímulo visual efectivo en producir una descarga de las neuronas se pueden distinguir dos clases de neuronas espejos relacionadas con la boca:



A su vez se puede distinguir dos clases de Neuronas Espejo relacionada con la boca: *Neuronas en Espejo Ingestivas* que corresponden al 80% y que responden a la observación de acciones relacionadas con funciones ingestivas, tales como *asir o agarrar alimento con la boca, romperlo, partirlo*, etc. Y las *Neuronas en Espejo Comunicativas*; se ha sugerido que los gestos comunicativos derivan de acciones ingestivas en la evolución.

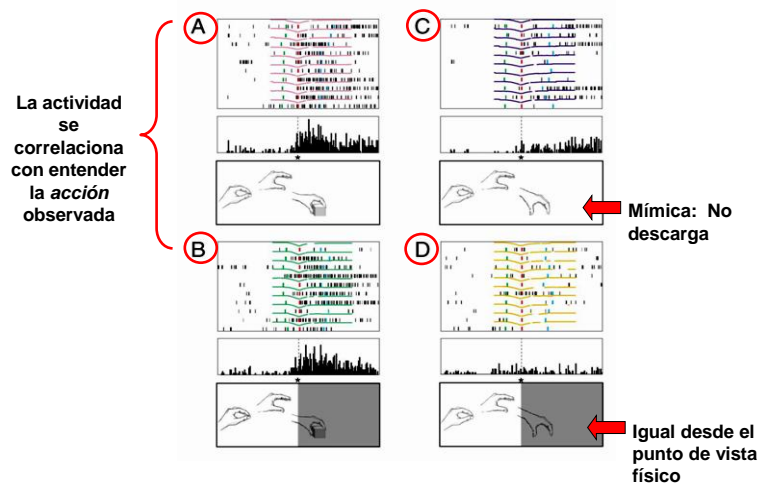
Funciones de las Neuronas en Espejo en los Monos

- ✓ Se ha postulado las hipótesis principales:
- ✓ La actividad de las neuronas en espejo es la base de la imitación.
- ✓ Las neuronas en espejo son la base del entendimiento, de la comprensión de las acciones (sin ser el único mecanismo).



Sin ser el único mecanismo, se ha postulado que las Neuronas en Espejo serían la base del *Entendimiento, de la Comprensión de las acciones*.

Las neuronas en espejo son la base del entendimiento, de la comprensión de las acciones (sin ser el único mecanismo).



El mono sabía que detrás de la pantalla en esta segunda opción, no existía ningún objeto, a pesar de ser igual "D" que "B" desde el punto de vista físico.

Para comprobar esta hipótesis se han estudiado las Neuronas en Espejo “Audiovisuales” que responden específicamente a sonidos de acciones y que no dependen de factores específicos, como la excitación o el contenido emocional del estímulo (Kohler et al., 2002). Además se han estudiado en situaciones en que el estímulo ha sido presentado al mono y luego ocultado de la vista del mono. En ambas situaciones se encontró que la actividad de las Neuronas en Espejo, se correlaciona con la comprensión de la acción.

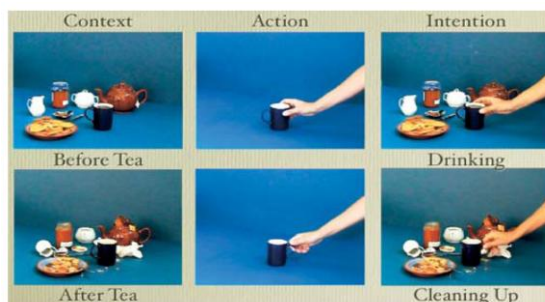
Rizzolatti y Craighero (2006) han propuesto que para mediar la comprensión de acciones realizadas por otros, las Neuronas Espejo descargarían, así cada vez que un individuo mira una acción realizada por otro individuo, se activan neuronas que representan la acción en el córtex premotor del observador y que éste inducido automáticamente, correspondería a lo que se genera espontáneamente durante la *acción activa* y cuyos resultados es conocido por el individuo activo. Así el sistema de las neuronas en espejo transformaría información visual en conocimiento.

Por su parte, en el cerebro humano, estudios de imaginación funcional revelaron la activación de la zona homóloga al área F5 de los monos, durante la observación de un acción (2004), se realizaron distintos tipos de experimentos con diferentes estímulos entre los cuales se describen: *Acciones de tomar con las manos un objeto sin un contexto*, paralelamente se mostraron sólo contextos (escena que contenían objetos) y paralelamente *Acciones de tomar un objeto con las manos, pero ejecutadas en diferentes contextos*. Al comparar la tercera alternativa con las otras dos, hubo una activación selectiva del área 44 y 46, además del sector adyacente del córtex ventral promotor, esto indicaba que las áreas en espejo, además de entender la acción, mediaba el entendimiento de la intención de los otros.

Esta área combina actos motores elementales con patrones motores más complejos (ej: acción- intención)

❖ **Diferentes tipos de estímulos**

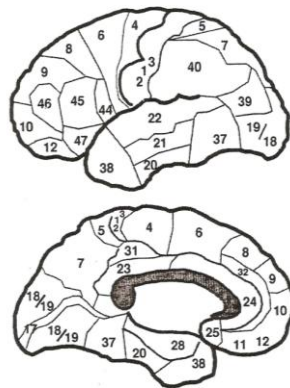
- **Acciones de tomar con las manos un objeto, sin contexto.**
- **Sólo contextos (escenas que contienen objetos)**
- **Acciones de tomar con las manos, ejecutadas en diferentes contextos.**



En 1995, Fadiga et al., encontraron que, en humanos, movimientos intransitivos y no solamente acciones dirigidas hacia una meta determinaban resonancia motora, esto no sucede en monos, asimismo se encontró que las características temporales de la excitabilidad cortical, durante la observación de la acción codifica también los movimientos que van formando la acción y no sólo la acción como sucede en monos. Así, parecería ser, en humanos, el mecanismo ideal para la imitación y para el aprendizaje por imitación

Estudios recientes de imágenes cerebrales han mostrado un importante rol en el aprendizaje por imitación es llevado a cabo por el lóbulo pre-frontal en que el área 46 es muy importante.

- El sistema entonces provee de una copia motora de las acciones observadas.
- Parecería ser el mecanismo ideal para la imitación y para el aprendizaje por imitación.
- Estudios recientes de imágenes cerebrales han mostrado que un importante rol en el aprendizaje por imitación es llevado a cabo por el lóbulo pre-frontal (área 46 muy importante).



Las propiedades de la Neuronas en Espejo indican que el cerebro de los primates, poseen un mecanismo que mapea la descripción (pictórica) de acciones, llevadas a cabo en las áreas visuales de orden superior, en la contraparte motora, o, sea, las Neuronas en Espejo proveen de una copia motora de las acciones observadas.

Pareciera extraño que para reconocer una acción, se debiera activar el sistema motor, sin embargo, para entender la acción observada es necesario poner la acción observada en una red motora semántica que le da significado y la relacionada con otras acciones. La percepción visual sólo provee una descripción de los aspectos visibles de el movimiento de el agente, por lo tanto, la activación del circuito neuronal (SNE) parieto-premotor es fundamental para proveer al observador con una comprensión real de la acción observada.

Este mecanismo de apareo subyace entonces, a una variedad de funciones, dependiendo el aspecto de la acción observada, de la especie y del circuito en que este sistema está incluido y de la conectividad entre sistemas.

Queramos o no, al estar en contacto con un interlocutor nuestras neuronas, se activarán en las mismas zonas en nuestros cerebros, en milisegundos. Observar una sensación o una acción provoca la misma actividad neuronal, estando inmóviles y silenciosos.

Las neuronas en espejo realizan una representación multimodal de las relaciones organismo-organismo. Así, este espacio habitado por diferentes actores es un espacio intersubjetivo común. Sería según Gallese un espacio “*We-centric*” (aunque la identidad de cada uno pre-existe).

Los primeros estudios que se realizaron en relación a las Neuronas Espejo eran acciones sin contenido emocional y las activaciones se encontraron en circuitos relacionados con acciones motoras (circuitos premotor-parietal).

Posteriormente, se encontró evidencia que el mecanismo espejo está también involucrado en la empatía (la capacidad de sentir las mismas emociones que otros sienten).

Vittorio Gallese, en su trabajo “Las raíces de la Empatía: Las bases neuronales de la intersubjetividad” (2003), propone que la capacidad de entender a los otros esta en la naturaleza relacional de nuestras interacciones con el mundo; ya que las mismas estructuras neuronales que están involucradas en procesar y controlar las acciones que se ejecutan, los sentimientos y emociones que sentimos están *también activas* cuando las mismas acciones, sensaciones y emociones son detectadas en otros.

Es decir, que la empatía, la comprensión e incluso la vivencia de la misma emoción que la otra persona experimenta, se desencadena por mecanismos de imitación que hacen aparecer en el observador emociones similares a las del sujeto observado, así en el caso del reconocimiento de emociones faciales, Adolph (2002) describe que desde la amígdala y la corteza órbita-frontal se generan impulsos nerviosos que activan a ciertos componentes de la respuesta emocional (entre ellos, cambios en la expresión facial) y que este *mecanismo podría contribuir a generar, mediante un proceso de simulación, conocimiento acerca del estado emocional de la otra persona, apoyándose en la corteza somatosensorial del hemisferio derecho para representar los cambios emocionales en el observador.*

Por otro lado en los seres humanos, los procesos de empatía no se limitan a la activación de los mecanismos de representación compartida basados en el acoplamiento de la percepción con la acción. También participan otros dos componentes. Por un lado, la existencia de una conciencia de las diferencias entre el propio **self** y el **self** del otro, distinción en la que participan el córtex prefrontal medial y el lóbulo parietal inferior. Y el tercer componente, mencionado por Decety y

Jackson (2004), es la flexibilidad mental para adoptar la perspectiva del otro (córtex singular posterior, corteza prefrontal media y el córtex fronto-polar) y la puesta en marcha de mecanismos de regulación emocional que atenúan la respuesta emocional al sufrimiento o a la emoción que estamos observando (implicación de la corteza orbito-frontal y del córtex prefrontal ventromedial).

Gallese, propone que el concepto de empatía deber ser extendido, para dar cuenta de todos los diferentes aspectos del *comportamiento expresivo* que nos permite establecer un vínculo significativo entre los otros y uno mismo (inteligible, preservando la alteridad), respecto a esto se ha encontrado que las Neuronas Espejo detectan mucho más complejidad distribuidas en varias zonas del cerebro, *se activan en respuesta a cadenas de acciones asociadas a intenciones*. Las Neuronas Espejo *parecen analizar escenas y leer mentes* Hasta ahora, los académicos trataron a la cultura como independiente de la biología, ahora vemos que las Neuronas Espejo *absorben la cultura directamente* y que cada generación enseña a la siguiente por imitación y observación.

El cerebro humano viene preparado para relacionarse socialmente con los demás, tiene múltiples sistemas de Neuronas Espejo que se especializan en realizar y entender no sólo las acciones de los demás sino sus intenciones, el significado social de su comportamiento y sus emociones.

...“Somos criaturas sociales sostiene Rizzolatti. Nuestra supervivencia *depende de entender las acciones, intenciones y emociones de los demás*. Las Neuronas Espejo nos permiten entender la mente de los demás, no sólo a través de un razonamiento conceptual sino mediante la simulación directa. Sintiendo, no pensando”...

Sin pretender explicar la complejidad del lenguaje Rizzolatti y Arbib (1998), han propuesto la hipótesis de que el mecanismo espejo representa el mecanismo básico sobre el cual evolucionó el lenguaje, ya que supone que el lenguaje evoluciono desde la comunicación gestual.

Así mismo, una región del cerebro humano que contiene Neuronas Espejo se solapa con una de las principales regiones del lenguaje: *El Área de Broca*.

Iacoboni et al., (2006 – Nature Neuroscience), ha relacionado el autismo con una disfunción de las Neuronas Espejo. El autismo es un trastorno caracterizado por una alteración en las interacciones sociales recíprocas, los pacientes a menudo también sufren de problemas de movilidad y de lenguaje, pobre actividad imaginativa y un repertorio de actividades e interés restringidos, es por esto que Iacoboni ha propuesto que un déficit en las Neuronas Espejo, puede explicar, en principio estos síntomas ya que las Neuronas Espejo son neuronas promotoras y que además se ha planteado su importancia en la evolución y adquisición del lenguaje, así, un déficit

en ello podría en principio, ser responsable de tres síntomas del autismo: *Los problemas sociales, motores y el lenguaje*.

Actualmente se ha descrito, además, un Sistema de Neuronas Espejo, relacionado con el tacto, se están desarrollando terapias visuales para enfermos amputados que sufren dolores fantasma, al mirar personas que acarician el equivalente del miembro amputado en una persona normal, calma su dolor.

Por su parte, Gallese (2003), ha propuesto que este mecanismo constituido por las neuronas en espejo, descubierto en el dominio de la acción podría ser un rasgo básico organizacional de nuestro cerebro que nos permite nuestras experiencias inter-subjetivas y que podría estar alterado en las psicosis graves tales como la esquizofrenia.

Si todos somos uno: ¿Qué hacemos con esto?

- Tomar conciencia de que la cultura en que estamos inmersos se transmite horizontal y automáticamente a través de las acciones que observamos y que realizamos, tanto lo positivo como lo negativo, por lo tanto, en los seres humanos se sobre-impone una Evolución Cultural automática, que va unida a la Evolución Natural.
- Deberíamos tener cuidado con lo que vemos. Lo que vemos podría influenciar la competencia o su disfunción en la capacidad para tomar decisiones y resolver problemas.

Implicaciones

- Filosóficas y éticas. (Martin Buber, David Bohn, Levinas).
Es importante al comprender las bases neurológicas de la empatía, que no existe el individuo, sino el “nosotros”, esto replantea los planteamientos sobre la identidad y la autonomía.
- Conductuales: Comportamiento altruistas (pro-sociales) y de autoprotección para la evolución de los sistemas sociales de complejidad creciente. El hombre ha evolucionado por la cooperación y la socialización. El individualismo desde el punto de vista de las neuronas espejo, es una enfermedad, es importante el respeto a la diversidad y la fecundación de cerebros.
- Educativas: En los colegios, uno de los paradigmas actuales es la importancia de la Inteligencia y aprender a “aprender”, sin embargo, un elemento importante dentro de los componentes de la inteligencia es la “Inteligencia Emocional” y la “Empatía”, cuyo sustrato neurobiológico, es el Sistema Nervioso Espejo, cuyo dominio es Motor (la acción). En la

Educación Biocéntrica es fundamental el aprender a vivir y a desarrollar los potenciales humanos en un grupo calificador y protector.

- En la empresa, uno de los paradigmas actuales es la importancia de la Inteligencia Emocional y un elemento importante dentro de los componentes de la Inteligencia Emocional es la empatía, cuyo sustrato neurobiológico, es el Sistema Nervioso Espejo, cuyo dominio es Motor (la acción).
- Las neuronas en espejo proveen un mecanismo por el cual podemos entender las acciones de otros en nuestro propio sistema motor, compartiendo la representación de la acción y nos puede llevar a activar motivaciones e intenciones que están asociadas a esas acciones.

Las Neuronas Espejo, son el puente entre la Ciencia y las Ciencias Sociales.

**...¿Qué hacemos?, ¿Quién nos mira?,
¿A quién miramos?, ¿Qué emitimos?,
¿Qué reflejamos?...**

Bibliografía Básica

- Rizzolatti G. & Craighero L. The Mirror-Neuron System. *Annu. Rev. Neurosci.* 27: 169-192, 2004.
- Rizzolatti G. The mirror neuron system and its function in humans. *Anat Embryol* 210: 419-421, 2005.
- Gallese V. The Roots of Empathy: The Shared Manifold Hypothesis and the Neural Basis of Intersubjectivity. *Psychopathology* 36: 171-180, 2003.
- Urry HL, Nitschke JB, Dolski I, Jackson DC, Dalton KM, Mueller CJ, Rosenkranz MA, Ryff CD, Singer BH, Davidson RJ. Making a Life Worth Living Neural Correlates of Well-Being. *Psychol Sci.* 15(6): 367-372, 2004
- Blakemore SJ & Decety J. From the perception of action to the understanding of intention. *Nature Reviews* 2: 561-567, 2001.
- Iacoboni M, Moirar-Szakacs I, Gallese V, Buccino G, Mazziotta JC, Rizzolatti G. Grasping the intentions of others with one's own mirror neuro system. *Plos Biology*, vol. 3(e79-): 529-535, 2005.