

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Neuronas en espejo. Otra forma de aprendizaje para el ser humano. Revisión sistemática de la literatura

Neurons in mirror. Another way of learning for the human being. Systematic review of the literature

H L Ocaña- Servín,^{a,*} A Jaimes-García,^a A Hardy-Pérez,^a M E Arceo-Guzmán,^a

S. Rodríguez-López,^a M.L. Palacios Jaimes,^a HU López-Díaz,^a JR Beltrán-Salgado^a

Recibido: 11 de junio de 2019

Aceptado: 29 de octubre de 2019

PALABRAS CLAVE:

Neuronas en espejo,
autismo, psicosis

RESUMEN

Introducción: Las neuronas espejo conocidas solo en el ser humano y en monos, se activan cuando el individuo realiza una acción y cuando observa una acción similar realizada por otro individuo, esto pertenece al campo de la percepción-ejecución-intención y forma parte de la teoría de la mente. Gracias a las técnicas de imagen cerebral, se han identificado algunas zonas cerebrales donde las neuronas espejo son activas, especialmente en el lóbulo parietal, área 40 de Brodman y en el lóbulo frontal posterior, área 44 de Brodman, junto al área de Broca. Por lo que el propósito de este trabajo es realizar una revisión sistemática de la literatura para correlacionar si hay problema en las neuronas espejo en los desórdenes psiquiátricos severos como la esquizofrenia y en desórdenes conductuales como la falta de empatía que se ha asociado a una "falta" de inteligencia emocional. **Material y métodos:** Se buscaron revisiones sistemáticas, metaanálisis y artículos doble ciego con grupo control de las revistas *The New England Journal of Medicina*, *The Lancet* y la *Revista Neurology*, *Journal of Apply Physiology*, así como *Anales de Psicología*, utilizando las bases de datos de *Pubmed*, *Medline*, *SciELO*, *www.mdconsult.com*, *www.aha.com*, *www.online.ca/medline*. El estudio se llevó a cabo de Marzo de 2019 a Agosto de 2019 y se realizó en el Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la propia UAEMéx.

Resultados y Discusión: De 75 artículos publicados en el presente siglo XXI se extrajo la información que a manera abreviada se presenta a continuación: Existió una relación en la enfermedad autismo y la falla de las neuronas espejo en los sujetos estudiados. En pacientes epilépticos con focalización temporal presentan dificultad en las pruebas neuropsicológicas del lenguaje y de memoria, y no se puede demostrar activación de las neuronas espejo. En el caso de las psicosis esta se asocia también a disfunciones en los mecanismos de predicción del cerebro normal. Y el déficit de cognición en especial social se presentan aún más en los psicópatas. La imagen corporal se aprende de la experiencia durante el desarrollo pre y post natal con la participación de las neuronas espejo. A futuro la terapia espejo podría emplearse como adyuvante en el manejo del dolor crónico incluso en dolor por infarto miocárdico.

Conclusiones: Las neuronas espejo podrían participar en la génesis y desarrollo de los síntomas en caso de pacientes autistas. Las alteraciones en la relación sustancia gris/sustancia blanca en determinadas zonas cerebrales participa en la génesis y desarrollo de los trastornos psiquiátricos. Las crisis epilépticas focalizadas en las regiones relacionadas con las neuronas espejo afectan su función. Niños y adultos con psicopatías se caracterizan por déficits emocionales. La terapia espejo ha sido usada con éxito en pacientes que han presentado amputaciones de brazos o piernas y quizá podría ayudar en el infarto y en el dolor crónico.

^a Universidad Autónoma del Estado de México, México.

*Autor para correspondencia: hectorl.ocana@gmail.com

KEY WORDS:

L-canavanine;
Legumes; renal
Insufficiency;
Lupus
erythematosus.

ABSTRACT

Introduction: Mirror neurons known only in humans and monkeys, are activated when the individual performs an action and when observes a similar action performed by another individual, this belongs to the field of perception-execution-intention and is part of the theory of mind. So the purpose of this work is to perform a systematic review of the literature to correlate if there is a problem in mirror neurons in severe psychiatric disorders such as schizophrenia and behavioral disorders such as lack of empathy that has been associated with a “lack “ emotional intelligence.

Material and methods: We searched systematic reviews, meta-analyses and double-blind articles with control group of The New England Journal of Medicine, The Lancet and the Neurology Magazine, Journal of Apply Physiology, as well as Anales de Psicología, using the databases of Pubmed, Medline, SciELO, www.mdconsult.com, www.aha.com, www.online.ca/medline. The study was carried out from March 2019 to August 2019 and was carried out in the Pharmacology Department of the Faculty of Medicine of UAEMex itself.

Results and Discussion: Of the 75 articles published in the 21st century, the following information was extracted: There was a relationship in the autism disease and the failure of the mirror neurons in the subjects studied. In epileptic patients with temporal focalization they present difficulty in neuropsychological tests of language and memory, and activation of mirror neurons can not be demonstrated. In the case of psychoses this is also associated with dysfunctions in the prediction mechanisms of the normal brain. And the deficit of cognition especially social appear even more in psychopaths. Body image is learned from experience during pre and post natal development with the participation of mirror neurons. In the future, mirror therapy could be used as an adjuvant in the management of chronic pain even in pain due to myocardial infarction.

Conclusions: Mirror neurons could participate in the genesis and development of symptoms in autistic patients. Alterations in the gray matter / white substance ratio in certain brain areas participate in the genesis and development of psychiatric disorders. Epileptic seizures focused on regions related to mirror neurons affect their function. Children and adults with psychopathies are characterized by emotional deficits. The mirror therapy has been used successfully in patients who have had arm or leg amputations and could perhaps help in the infarction and in the chronic pain.

INTRODUCCIÓN

En 1996 un equipo de neurobiólogos de la Universidad de Palma habían entrenado a unos simios de la especie *Macaca nemestrina* para agarrar objetos concretos por ejemplo: un palo. Tenían un microelectrodo implantado en el cerebro en la corteza premotora que registraba la actividad eléctrica de ciertas neuronas; en cierto momento el registro se activó sin que el mono realizase ninguna actividad, lo único que se requería era que vieran a otro mono hacer algo. Los investigadores denominaron a estos hallazgos como neuronas especulares, y después se cambió el nombre a neuronas espejo:¹ se trata de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción y cuando observa una acción similar realizada por otro individuo, esto pertenece al campo de la percepción-ejecución-intención y forma parte de la teoría de la mente.² Esta teoría de la mente (ToM) 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

es incapaz de representarse las emociones ajenas. El descubridor de estas neuronas ha declarado: “el mensaje más importante de las neuronas en espejo es que demuestran que verdaderamente somos seres sociales. La sociedad, la familia y la comunidad son valores realmente innatos. Ahora, nuestra sociedad intenta negarlo y por eso los jóvenes están tan descontentos, porque no crean lazos. Ocurre algo similar con la imitación, en Occidente está muy mal vista, y sin embargo, es la base la cultura. Se dice: no imites, tienes que ser original, pero es un error. Primero tienes que imitar y después puedes ser original. Para comprenderlo no hay más que fijarse en los grandes pintores”.³

A la fecha el circuito cortical de neuronas espejo estaría constituido por dos regiones principales: la parte rostral del lóbulo parietal inferior y la corteza premotora ventral. Ambas juegan un papel importante en el reconocimiento y aprendizaje.⁴ Se ha demostrado que la corteza premotora ventral tanto en humanos como en monos tiene funciones motoras y cognitivas, éstas últimas incluyen percepción espacial, entendimiento de las acciones e imitación, se observó que las respuestas

de las neuronas espejo que codifica las acciones de la boca también se disparan cuando el mono observa a otro individuo realizar actos con la boca.⁵

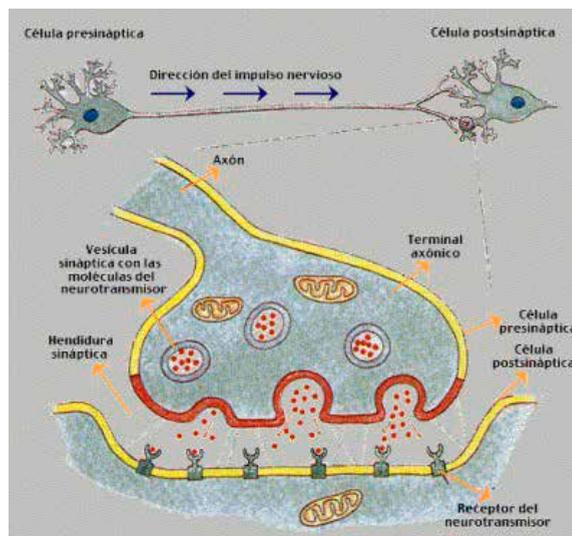
En humanos el sistema de neuronas espejo tiene dos componentes mayores: uno es realizado por el lóbulo parietal inferior y la corteza premotora ventral más la parte caudal del área de Broca y la otra parte por la ínsula y el gyrus circular anterior. El componente parietofrontal media el entendimiento de las intenciones y la imitación y el otro componente tiene un papel en el reconocimiento de emociones. Por este mecanismo el observador además de reconocer el acto motor observado, puede predecir cuál será el objetivo final de la acción.⁶ (figura 1) Sin embargo, no es suficiente lograr conocimientos acerca del descubrimiento de las neuronas espejo, su evolución y su fisiología si no se contemplan también las aplicaciones de esos conocimientos en los aspectos cotidianos y prácticos de la vida diaria y muy en especial en aquellos casos en los que se piense exista una correlación entre el daño de la estructura neuronal y la aparición de una patología determinada.

Así se han emprendido líneas de investigación dirigidas a resolver problemas relacionados con trastornos del aprendizaje, trastornos del lenguaje, rehabilitación funcional. Es más, el correcto uso de estas neuronas en espejo se piensa fundamental en algunas especialidades médicas como la anestesiología.⁷ Las neuronas espejo podrían ser un mecanismo evolutivo 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.⁸ Por lo tanto, 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 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 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 el individuo sea capaz de “sentir” lo que otro siente a través de la imitación de las expresiones faciales, y de esta manera intervienen también en la función de comprender y percibir los sentimientos y emociones de otros.⁹

Las neuronas espejo permiten literalmente “sentir” lo que otras personas sienten, “vivir” sus emociones, y por ello son la base de la empatía que también se

describe como la capacidad que tiene la mayoría de seres humanos de ponerse en el lugar de los demás. De ahí que como terapéutica se pueda “contagiar” de las emociones a los demás e influir en otros.

Figura1. Neuronas espejo.



Las neuronas espejo funcionan al parecer igual que el resto de las neuronas del SNC. Y se tendría una respuesta excitatoria o inhibitoria dependiendo de la interpretación que dé el cerebro a la imagen que observa

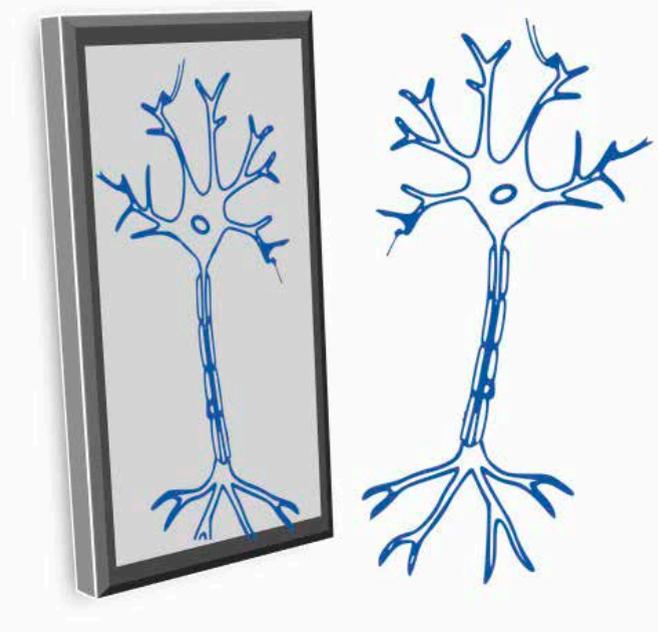
Fuente: Modificado de http://www.mclibre.org/otros/daniel_tomas/biologia

Se ha encontrado que en el autismo que es un trastorno con un funcionamiento anormal en la comunicación y la interacción social, tiene que ver con dificultades en el procesamiento de rostros y podría depender del mal funcionamiento del sistema de neuronas espejo.¹⁰ También lesiones en el gyrus temporal superior, la amígdala o la corteza orbitofrontal, se han reportado como un interruptor del comportamiento del seguimiento de la mirada.¹¹ Por otro lado, las neuronas espejo podrían estar en la base de la empatía y presentar algún tipo de alteración en los agresores violentos y probablemente en la génesis de muchas o todas las conductas antisociales¹² (figura 2).

En el caso de las relaciones padres e hijos se ha demostrado que los niños de no más de 10 semanas imitan algunas expresiones de felicidad o de enfado que ven en la madre. Los niños de 9 meses manifiestan un reflejo amplio de las expresiones de alegría y de tristeza, y las madres tienden a sincronizar sus movimientos más con sus propios hijos que con otros niños. Así se piensa que el desarrollo cognitivo del cerebro humano tiene lugar a partir de neuronas espejo que reflejarían la información perceptiva a través de relaciones motoras

e intencionales.¹³Tras el primer contacto visual y las primeras sonrisas vendría una fase de desarrollo propioceptivo lo cual tiene que ver con el esquema corporal. Comienza el sistema cutáneo a registrar información relacionada con el tacto, participando en el desarrollo del conocimiento del cuerpo, en los vínculos emocionales y en el sentido de seguridad personal. Un gen el FOXP2 está implicado en la evolución adaptativa de los sistemas de las neuronas espejo en los humanos y en el origen del habla articulado.¹⁴

Figura 2. Esquema que muestra una percepción defectuosa de las neuronas en espejo y que se encuentra en los pacientes con autismo o en los desórdenes psiquiátricos.



Fuente: Dibujo esquemático realizado por los autores.

En el caso de las relaciones padres e hijos se ha demostrado que los niños de no más de 10 semanas imitan algunas expresiones de felicidad o de enfado que ven en la madre. Los niños de 9 meses manifiestan un reflejo amplio de las expresiones de alegría y de tristeza, y las madres tienden a sincronizar sus movimientos más con sus propios hijos que con otros niños. Así se piensa que el desarrollo cognitivo del cerebro humano tiene lugar a partir de neuronas espejo que reflejarían la información perceptiva a través de relaciones motoras e intencionales.¹³ Tras el primer contacto visual y las primeras sonrisas vendría una fase de desarrollo propioceptivo lo cual tiene que ver con el esquema corporal. Comienza el sistema cutáneo a registrar información relacionada con el tacto, participando en el

desarrollo del conocimiento del cuerpo, en los vínculos emocionales y en el sentido de seguridad personal. Un gen el FOXP2 está implicado en la evolución adaptativa de los sistemas de las neuronas espejo en los humanos y en el origen del habla articulado.¹⁴

La hipótesis de que el habla y el lenguaje articulado evolucionaron al menos parcialmente en el contexto del conflicto genómico, es también sustentado por las evidencias de la impresión de FOXP1 que interactúa con FOXP2 en el desarrollo temprano del cerebro, así las variantes de los alelos de FOXP2 en el autismo y la esquizofrenia pueden estar mediados por el sistema de las neuronas espejo y los efectos del denominado “imprinting” (un tipo de aprendizaje mediado por interacciones motoras y sensitivas).¹⁵

El sistema de neuronas espejo exhibe diferencias en género durante la observación de acciones. Las participaciones femeninas suprimieron estímulos denominados “mu” (disparo espontáneo de neuronas sensorio-motoras) en sincronía, alrededor de la banda de frecuencia de 10-hz) a una escala mucho más fuerte que los participantes masculinos cuando observaron acciones manuales.¹⁶ El Electroencefalograma del ritmo mu se ha asociado como biomarcador potencial de la mímica empática y también ha ofrecido algunas bases para el espectro de desórdenes en el autismo en base a las neuronas espejo.¹⁷ En resumen se ha aceptado que las neuronas espejo en los seres humanos conectan las redes de observación de las acciones y ejecución de la acción, por lo que el propósito de este trabajo es realizar una revisión sistemática de la literatura para correlacionar si hay problema en las neuronas espejo en los desórdenes psiquiátricos severos como la esquizofrenia y en desórdenes conductuales como la falta de empatía que se ha asociado a una “falta” de inteligencia emocional.¹⁸

MATERIAL Y MÉTODOS

Se buscaron revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos clínicos de las revistas *The New England Journal of Medicina*, *The Lancet* y la *Revista Neurology*, *Journal of Apply Physiology*, así como en *Anales de Psicología*, utilizando las bases de datos de *Pubmed*, *Medline*, *SciELO*, *www.mdconsult.com*, *www.aha.com*, *www.online.ca/medline*. Se buscó que los artículos estuvieran enfocados en efectos sensación-respuesta en las patologías descritas y en los cambios que se presentan en el pensamiento y en el comportamiento de los pacientes y se compararan con sujetos normales. El estudio se llevó a cabo de Marzo de 2019 a Agosto de 2019 y se realizó en el Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la UAEMex.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recopilaron 170 estudios, de los cuáles 37 se descartaron por información incompleta y 58 porque no existía una verdadera relación entre las neuronas espejo y la patología cerebral buscada. De 75 artículos publicados en el presente siglo XXI se extrajo la información que a manera abreviada se presenta a continuación:

- A. Existió una relación en la enfermedad autismo y la falla de las neuronas espejo en los sujetos estudiados. El déficit de imitación en el autista se determina por la incapacidad de establecer una equivalencia motora entre el sujeto imitador y el demostrador de la imitación. Se observó también que los niños con regresión autista tienen crisis con poca expresividad clínica, son de localización temporal o frontal y esto los asocia aún más con las neuronas espejo. Estos niños autistas no hacen supresión de la respuesta “mu” en la corteza sensoriomotora y por tanto se establece un déficit del mecanismo de simulación y esto los lleva a que apruebe su cerebro un ajuste motor en forma anticipada y se sientan “amenazados” por su entorno.^{19,20,21,22}
- B. Los pacientes epilépticos con focalización temporal presentan dificultad en las pruebas neuropsicológicas del lenguaje y de memoria, y no se puede demostrar activación de las neuronas espejo en el área 44 de la clasificación de Brodman.²³ También presentan cambios de personalidad y no activan automáticamente los músculos de la mímica de la cara involucrados en la expresión de emociones. En cambio si la focalidad epiléptica es prefrontal los pacientes presentan alteraciones en la planificación, inhibición y flexibilidad de la conducta lo que influye en la ejecución del acto motor.^{24,25} La alteración de la proporción de materia blanca/ gris en el autismo podría deberse a las alteraciones en las neuronas espejo.²⁶
- C. En el caso de las psicosis esta se asocia también a disfunciones en los mecanismos de predicción del cerebro normal. Y el déficit de cognición en especial social se presenta aún más en los psicópatas y de ellos en los esquizofrénicos. Las disfunciones del sistema de neuronas espejo durante la infancia se vincula a la psico-génesis de los trastornos psicóticos. También se nota la falta de cognición emocional, su cambio en la interpretación de las emociones y la falta de activación de la empatía. Aún los pacientes con personalidad psicótica límite presentan ya procesos pobres de mentalización. Igual que en el autismo, entre mayor grado se presenta de la respuesta “mu” mayor es la gravedad del paciente psicótico. Tanto niños como adultos con psicopatías se

caracterizan por déficits emocionales pronunciados (baja empatía y aumento en la sensación de culpa) y disturbios del comportamiento (actividad criminal y violencia). El bajo puntaje en la empatía puede ser un factor clave para identificar jóvenes antisociales todavía con comportamiento estable.^{27,28,29}

- D. Los jóvenes con estas alteraciones en neuronas espejo presentan un patrón neuronal atípico cuando observan a otras personas con manifestaciones de dolor y tienen menor repercusión en la amígdala y en la corteza prefrontal. En el caso de las mujeres, esto se encuentra mayormente compensado. La intensidad del dolor disminuyó con el tratamiento espejo, después de 4 semanas de terapia, en especial en fibromialgia.³⁰
- E. Los diferentes síndromes frontales como el síndrome prefrontal dorsolateral asociado a déficits ejecutivos, el síndrome orbitofrontal asociado a alteraciones en la personalidad y el síndrome cingulado anterior que muestra carencias de neuronas inhibitorias se asocian a alteraciones en los circuitos neuronales relacionados con las neuronas espejo.³¹
- F. La imagen corporal se aprende de la experiencia durante el desarrollo pre y post natal con la participación de las neuronas espejo, por lo que la terapia espejo puede ser de ayuda en pacientes que han perdido algún miembro o presentan dolor por miembro “fantasma”.³²
- G. A futuro la terapia espejo podría emplearse como adyuvante en el manejo del dolor crónico incluso en dolor por infarto miocárdico.^{33,34}

CONCLUSIONES

Las neuronas espejo podrían participar en la génesis y desarrollo de los síntomas en caso de pacientes autistas.

Las alteraciones en la relación sustancia gris/ sustancia blanca en determinadas zonas cerebrales participa en la génesis y desarrollo de los trastornos psiquiátricos

Las crisis epilépticas focalizadas en las regiones relacionadas con las neuronas espejo afectan la función de las mismas y agravan el trastorno epiléptico y alteran la empatía y pueden llevar al epiléptico al autismo y a la psicosis

La experiencia emocional durante la infancia cambia la forma de interpretar las emociones por las neuronas espejo, y se afecta en especial el mecanismo predictivo de la respuesta motor que puede conducir a la psicosis y se crea un círculo vicioso en el cual el desorden psicótico afecta aún más la cognición emocional. Niños y adultos con psicopatías se caracterizan por déficits emocionales.

La terapia espejo ha sido usada con éxito en pacientes que han presentado amputaciones de brazos o

piernas y quizá podría ayudar en el infarto y en el dolor crónico.

Quizá en alguna parte de la evolución del ser humano estas neuronas se fueron perfeccionando para proporcionar un mecanismo de reconocimiento y com-

prensión de las acciones de los individuos en entornos sociales.³⁵

Financiamiento:
No se recibió ningún patrocinio para llevar a cabo este artículo.
Conflicto de intereses:
Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. García E. Nuevas Perspectivas Científicas y Filosóficas sobre el ser humano. Universidad Pontificia de Comillas. Madrid: España. 2007 ISBN: 978-84-8468-218-19 pp 17-54
2. Jellema T, Baker C, Wicker B et al. Neural Representation for the Perception of the Intentionality of Actions. *Brain and Cognition*. 2000; 44 (2): 280-302
3. Boto A. Entrevista a Giacomo Rizzolatti. Las neuronas en espejo te ponen en el lugar del otro. Periódico El País. Madrid, España. 19-octubre-2005
4. Aedo A., Waissbluth D, Kunstmann M, Botto A. Neuronas Espejo, Mentalización y Psicopatología. *Psiquiatría Universitaria. Facultad de Medicina. Rev Universidad de Chile. GPU* 2010; 6 (3) : 309-317
5. Tanné J, Rouiller EM, Bousaoud D. Parietal Inputs to Dorsal Versus Ventral Premotor Areas in the Macaque Monkey: Evidence for Largely Segregated Visuomotor Pathways. *Exp Brains Res* 2002; 145 (1). 91-103
6. Rizzolatti A. Motor and Cognitive Functions of the Ventral Premotor Cortex. *Curr Opin Neurobiol* 2002; 12(2): 149-154
7. Bautista J, Navarro JR. Neuronas espejo y el aprendizaje en anestesia. *Rev Fac Med* 2011; 59: 339-351
8. Sajeva M. E-learning: Web –based education. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2006; 19: 645-649.
9. Heyes C. Where do mirror neurons come from?. *Neurosci. Biobehav. Rev*. 2010; 34: 575-583
10. Enticott PG, Johnston PJ, Herring SE, et al. Mirror neuron activation is associated with facial emotion processing. *Neuropsychologia*. 2008; 46: 2851-2854
11. Ubzueta J, García R. Déficit del Procesamiento Facial en los Trastornos del Espectro Autista ¿Causa o Consecuencia del Impedimento Social? Universidad de Salamanca, España. Ajayu 2012. ISBN 2077-2161 pp 19-33
12. Shepherd S, Klein J, Deaner R. et al. Mirroring of Attention by Neurons in Macaque Parietal Cortex. *The Salk Institute for Biological Studies*. 2009. La Jolla, California, USA. pp 14
13. Alcázar MA, Verdejo A, Bouso J et al. Neuropsicología de la Agresión Impulsiva. *Rev Neurobiología* 2010; 50 (5): 291-299.
14. López A. Génesis Semiótica de la Intermedialidad: Fundamentos Cognitivos y Socio-Constructivistas de la Comunicación. *Cuadernos de Información y Comunicación*. 2011. Madrid, España. Vol 16: 95-114
15. Téllez J. Teoría de la mente: evolución, ontogenia, neurobiología y psicopatología. *Inbiomed Avances en Psiquiatría Biológica*. 2006 Madrid, España; 7: 20-24
16. Shaffer D, Campbell M, Bradley S, et al. DSM-V Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales .2017 Esquizofrenia. American Psychiatric Association. Karnac Books pp 9- 19
17. Cheng Y, Lee P, Yang C. et al. Gender Differences in the Mu Rhythm of the Human Mirror Neuron System. 2008 University of Minnesota. United States of America. pp 128-149
18. Fernández I, López B, Márquez M. Empatía: Medidas, Teorías y Aplicaciones en Revisión. *Anales de psicología*. 2008; 24 (2): 284-298
19. Grande I. Neurociencia social. El Maridaje entre la Psicología Social y las Neurociencias Cognitivas. Revisión e Introducción a una nueva disciplina. *Anales de Psicología*. 2009; 25 (1): 1-20
20. Ferrari P, Gallese V, Rizzolatti G et al. Mirror Neurons Responding to the Observation of Ingestive and Communicative Mouth Actions in the Monkey Ventral Premotor Cortex. *European Journal of Neuroscience*. 2003. 17 (8): 1703-1714
21. Cattaneo L, Fabbri-destro M, Boria S et al. Impairment of Action Chains in Autism and its Possible Role in Intention Understanding. *Helsinki University of Technology. Espoo, Finland*. 2007; 15 (3): 9-12
22. Alcázar MA, Verdejo A, Bouso J et al. Neuropsicología de la Agresión Impulsiva. *Rev Neurobiología* 2010; 50 (5): 291-299
23. Iacoboni M. Las Neuronas Espejo. Empatía, Neuropolítica, Autismo, Imitación o de Cómo Entendemos a los Otros. Serie: Conocimiento. *Mirroring People. The New Science of How We Connect with Others*. Katz Editores, Madrid, España. pp 134-159
24. Rossi E, Rossi L. La Nueva Neurociencia de la Psicoterapia, la Hipnosis Terapéutica y la Rehabilitación: Un Diálogo Creativo con Nuestros Genes. Instituto Milton H. Erickson de la Costa Central de California. Estados Unidos. 2008. pp 128-146

25. Aziz L, Koski L, Zaidel E et al. Lateralization of the Human Mirror Neuron System. *The Journal of Neuroscience*. 2006; 26 (11): 2964-2970
26. Naranjo C, Gallardo M, Zepeda M. Estilo Afectivo y Estilos de Personalidad Internamente Orientados (Inward) y Extremadamente Orientados (Outward): Modelo de Estilos Emocionales de Personalidad. *Revista chilena de Neuro-psiquiatría*. 2010; 48 (4): 344-355
27. Olson G. De las neuronas Espejo a la Neuropolítica Moral. *Revista Polis*. 2008; 7 (20): 4-8
28. Grosjean B, Tsai GE. NMDA Neurotransmission as a Critical Mediator of Border Line Personality Disorder. Department of Psychiatry. UCLA Medical Center, Torrence, California, USA. 2007 pp 69-82
29. Guinea A, Tirapu J. La substancia blanca en los trastornos del desarrollo. *Clínica Ubarmin. Revista de Neurología*. 2011. Navarra, España; 25 (3): 17-25
30. Orellana D. Dificultades en la detección temprana de los trastornos del Espectro Autista. *Revista Electrónica de Psicología. Iztacala*. 2012; 15 (4): 15-19
31. Rizzolatti G y Craighero L. The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci*. 2004; 27 (2):169-192
32. Iacoboni M. Las neuronas espejo. Empatía, neuropolítica, autismo, imitación, imitación o de cómo entendemos a los otros. Katz editores, 2009 Madrid, España. pp 28-46
33. Cattaneo L, Rizzolatti G. Mirror neuron system. *Arch Neurol* 2009; 66: 557-560
34. Franceschini M, Agosti M, Cantagallo A, Sale P, Mancuso M, Buccino G. Mirror neurons: action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010; 46: 517-523
35. Press C, Heyes C, Kilner JM. Learning to understand other's actions. *Biol. Lett*. 2011; 7: 457-460