



Neurociencia Social y Genómica Social: El Surgimiento del Análisis Interdisciplinario Multinivel

Social Neuroscience and Social Genomics: The Emergence of Multi-Level Integrative Analyses



Editorial

John T. Cacioppo^{a,*} , Stephanie Cacioppo^b , Steven W. Cole^c 

^a Center for Cognitive and Social Neuroscience, University of Chicago, 5848 S. University Avenue, Chicago, IL 60637, United States.

^b High Performance Electrical Neuroimaging Laboratory, Center for Cognitive and Social Neuroscience, University of Chicago, Chicago, United States

^c Department of Medicine, Division of Hematology-Oncology, UCLA School of Medicine, Los Angeles, California, United States.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

RESUMEN

La neurociencia social emergió hace más de 20 años y se ha ido convirtiendo en un campo científico interdisciplinario maduro. Ahora las investigaciones proveen evidencia convincente de que la estructura y función del sistema nervioso están influenciadas por el entorno social. Trabajo reciente en genómica social enfatiza más a fondo la importancia del entorno social al demostrar la influencia de éste en la expresión génica. El enfoque interdisciplinario multinivel y la integración de modelos animales e investigación humana en neurociencia social han probado sinergia y prometen avances constantes en la delineación del cerebro social a lo largo de las generaciones y especies.

ABSTRACT

Social neuroscience emerged more than 20 years ago and has grown into a mature interdisciplinary scientific field. Research now provides compelling evidence that the structure and function of the nervous system are influenced by the social environment. Recent work in social genomics further underscores the importance of the social environment by demonstrating the influence of the social environment on gene expression. The multi-level, interdisciplinary approach and the integration of animal models and human research in social neuroscience have proven synergistic and promise continued advances in the delineation of the social brain across species and generations.

Historia del Artículo:

Recibido: 09-04-2013

Revisado: 13-05-2013

Aceptado: 20-05-2013

Palabras Clave:

Neurociencia social, aislamiento social, soledad, genómica social

Key Words:

Social neuroscience, social isolation, loneliness, social genomics

* **Correspondencia.** John T. Cacioppo, Center for Cognitive and Social Neuroscience, University of Chicago, 5848 S. University Avenue, Chicago, IL 60637. Cacioppo@uchicago.edu (773.702.1962)



Desde colonias, multitudes, manadas, grupos, masas, escuelas y reuniones, las especies sociales como tales forman estructuras que van más allá del individuo. Estas estructuras de súper-organismos evolucionaron a la par con los mecanismos conductuales, neurales, hormonales, celulares y genéticos debido a su importancia al ayudar a los miembros individuales a sobrevivir y reproducirse. Ya que la neurociencia social ha madurado, se ha hecho evidente que el sistema nervioso no puede considerarse como una entidad aislada, es decir, sin tener en cuenta la influencia del entorno social en el que viven muchas especies (McEwen & Akil, 2011). Los factores sociales, sin embargo, fueron alguna vez considerados con poca relevancia en la estructura o función biológica básica o, si la tenían, eran demasiado complejos como para justificar su estudio. Cuando la neurociencia social fue propuesta por primera vez, la atención se centró en hacer frente al por qué la noción de la neurociencia social no era un oxímoron y por qué los análisis multinivel pueden contribuir a la articulación de las teorías generales de la estructura y función del cerebro y del comportamiento (Cacioppo & Berntson, 1992). Esto fue antes de reconocer la importancia de la regulación génica y la epigenética en el comportamiento, del descubrimiento del sistema de neuronas espejo y de las investigaciones sobre el cerebro humano en individuos normales despiertos que existen en la actualidad (Pearson, 2003). Se consideraba que los genes eran fuertes y, además, determinantes invariantes de las enfermedades humanas, de los fenotipos y del comportamiento (cf. Chakravarti & Little, 2003). En menos de una década se han desarrollado nuevas técnicas que permiten a los científicos medir cómo el medio ambiente y los factores sociales regulan la expresión de genes y los procesos moleculares que subyacen a la epigenética, lo que conduce a un creciente interés en la genómica social (Cole, 2009; Slavich & Cole, 2013).

Las cosas han cambiado bastante, pues recientemente se han realizado importantes avances, por ejemplo, en i) la neurociencia, que muestra cómo la regulación génica cambia las funciones cognitivas complejas, incluyendo el aprendizaje y la memoria, y que luego causa varios trastornos del desarrollo y psiquiátricos que afectan el idioma y el funcionamiento social (Kendler, Jaffee, & Romer, 2011; Reichenberg, Mill, & MacCabe, 2009), ii) en la biología de la cromatina, que muestra un rol para los mecanismos epigenéticos en la formación de memoria a largo plazo (p. ej., Lubin, 2011; Puckett & Lubin, 2011), y iii) en la literatura del estrés, con la identificación de los efectos del estrés social temprano en la regulación de genes y en el epigenoma, que luego lleva a cambios duraderos en

el comportamiento, la cognición, el estado de ánimo y las respuestas neuroendocrinas que predisponen o albergan a las enfermedades relacionadas con el estrés en el futuro (p. ej., Cole et al., 2012).

Hay dos alelos para el gen transportador de la serotonina, el corto (S) y el largo (L). Los niños con dos alelos cortos (SS) tienen más probabilidades que los niños con una combinación de alelos (SL) o dos alelos largos (LL) a reaccionar negativamente a la experiencia de ser intimidados (Sugden et al., 2010). Sin embargo, estos genotipos no están distribuidos equitativamente en todo el mundo. Casi la mitad de la población en los Estados Unidos, Australia y Gran Bretaña tiene el alelo S, mientras que más de tres cuartas partes de la población en China (cerca del 80%) tienen el alelo S. Estas culturas también difieren en su énfasis en el individualismo frente a colectivismo. Aunque un número de culturas con menores frecuencias del alelo S tienen culturas más colectivistas que en los Estados Unidos, hay una correlación positiva entre el porcentaje de los portadores del alelo S y el puntaje de una cultura en una escala de individualista a colectivista (Chiao & Blizinsky, 2010). Aunque son posibles múltiples relaciones, Chiao y Blizinsky (2010) argumentaron que una población con determinada mezcla genética podría estar más propensa a formar un tipo de cultura particular, que una cultura podría dar forma al éxito reproductivo de sus miembros, que una variable externa podría influenciar tanto la mezcla genética como el tipo de cultura, o que alguna combinación de estos factores podría influenciar a los otros simultáneamente. Las personas portadoras del alelo S son especialmente atentas a la información negativa (Beevers, Gibb, McGeary, & Miller, 2007; Osinsky et al., 2008). Este enfoque en la negatividad puede ayudar a una persona a arreglárselas bien en un ambiente colectivista ya que, gracias a la identificación temprana de interacciones negativas latentes, el individuo puede dar a la gente la posibilidad de arreglar las cosas antes de que se intensifiquen. El alelo L, por otro lado, se asocia con una mayor atención a los estímulos positivos, a una mayor toma de riesgos y a la creatividad (Fredrickson, 2001; Isen, Daubman, & Nowicki, 1987), lo que puede ser más adecuado para el entorno cultural individualista.

La hipótesis del cerebro social sugiere, además, que el entorno social forma en gran medida la estructura y la función del cerebro humano. Por ejemplo, Dunbar recientemente analizó evidencia del tamaño y la conectividad del neocórtex de primates como atribuible a la complejidad de lo social en lugar del entorno físico en el cual los primates evolucionaron (Dunbar, 2009; Dunbar, 2012). Los animales

sociales privados de sus conexiones naturales con sus congéneres muestran efectos perjudiciales en la cognición, en el comportamiento, y en las funciones neurales, autonómicas, hormonales e inmunológicas – deficiencias similares fueron observadas en seres humanos cuando simplemente perciben que están socialmente aislados (p.ej., Cacioppo & Hawkley, 2009; Cacioppo, Hawkley, Norman, & Berntson, 2011).

Además, también se han hecho avances importantes en la especificación de los mecanismos neurales que subyacen a una serie de procesos sociales, incluyendo la percepción de la cara (Mendes-Siedlecki, Said, & Todorov, 2013), la mentalización y teoría de la mente (Baron-Cohen, 2007; Frith & Frith, 2001), la imitación y la empatía (Caspers, Zilles, Laird, & Eickhoff, 2010; Decety, Norman, Berntson, & Cacioppo, 2012; McCall & Singer, 2012), la cooperación y la toma de decisiones morales (Moll et al., 2006; Rilling et al., 2002), y el amor y el deseo (p.ej., Cacioppo, Bianchi-Demicheli, Frum, Pfaus, & Lewis, 2012; Cacioppo & Cacioppo, 2012; Ortigue, Bianchi-Demicheli, Patel, Frum, & Lewis, 2010). Esta línea de investigación ha llevado a reconocer que la cognición social no se apoya en una sola red neural subyacente, sino que, más bien, se asocia a una variedad de redes, cada una con funciones específicas tales como el reconocimiento social, la afiliación social, y la amenaza/aversión social que han sido identificadas (p.ej., Bickart, Hollenbeck, Barrett, & Dickerson, 2012). Los sustratos neurales y hormonales para la vinculación de los pares se comprenden mejor ahora (p. ej., Donaldson & Young, 2008), así como los efectos de la marginación social y el rechazo (Eisenberger & Cole, 2012) y los efectos recíprocos de la cultura y la biología (Northoff, 2010; Park & Huang, 2010; Rule, Freeman, & Ambady, 2012).

Mucha gente del común continúa pensando que si algo es biológico, es innato y predeterminado. Sin embargo, el trabajo en la regulación social de la expresión de genes ha mostrado que lo biológico no significa predeterminado o invariante. Por ejemplo, los procesos mentales y conductuales pueden influenciar las habilidades para combatir bacterias y virus (Irwin & Cole, 2011). La percepción que tiene una persona de su entorno social influye si los genes en células inmunes se activan o no para defenderla contra una bacteria o un virus (Cole et al., 2011). Los seres humanos formaron grupos para mejorar las probabilidades de su supervivencia. Alguien que fuera un marginado social, estaba también expuesto a un ambiente más hostil. Encontrar alimentos, agua, refugio, derrotar amenazas humanas y no humanas, lidiar con enfermedades y heridas, hasta dormir sin la

seguridad de un entorno social seguro cuando los depredadores están acechando en la noche, son eventos que desafían más a la muerte para un paria que para un individuo que tiene a otros en quien confiar, comunicarse y cooperar. La exclusión social no sólo separa a una persona de la ayuda de otros en situaciones que amenazan la vida (p.ej. defenderse de depredadores), sino que, peor aún, lleva al conflicto rotundo con otros, incluyendo el combate. Bajo tales circunstancias hostiles, la gente que carecía de conexiones con otros, enfrentaba un riesgo mayor de infecciones bacterianas que de virus. Esto sucedía porque la bacteria entra al cuerpo a través de cortadas y rasguños, mientras que los virus son transmitidos a través de los fluidos corporales (p.ej. estornudar). Consecuentemente, la gente está más propensa a estar expuestas a virus cuando están en contacto cercano y afín con otras personas. De este modo, cuando los individuos se sienten aislados y dejan de valerse por sí mismos, enfrentan un riesgo mayor de amenazas por bacterias que por virus (tal como sus ancestros excluidos). En tal caso, sus cerebros generan señales que ordenan a los genes en el sistema inmune prepararse para proteger contra bacterias (Eisenberger & Cole, 2012). Por el contrario, si los individuos se sienten socialmente conectados con otros, sus cerebros iniciarán una cascada de señales hormonales que ordenan a los genes prepararse para proteger contra los virus (Cole, Hawkley, Arevalo, & Cacioppo, 2011).

Este es sólo un ejemplo de cómo la representación cerebral del entorno social puede impactar los procesos biológicos que son importantes para la cognición, el comportamiento, la salud y la moral. No podríamos entender estos procesos o su relevancia conductual si nos enfocáramos sólo en el cerebro (o sólo en la situación social). Más bien, las perspectivas múltiples son necesarias para ver cómo la biología del comportamiento está íntimamente relacionada al contexto social (Cacioppo & Berntson, 1992). Lo mismo aplica para muchas de las otras perspectivas psicológicas (p. ej. Cognitiva, anormal) (Cacioppo et al., 2007). Para desarrollar teorías del cerebro y funciones biológicas que tengan aplicación a nuestro diario vivir, debemos considerar el papel del entorno social.

La cognición social fue alguna vez descrita como psicología cognitiva aplicada a los estímulos sociales. Debería ser evidente que la neurociencia social, propuesta alrededor de la misma época como neurociencia cognitiva, no es simplemente un enfoque cognitivo aplicado al estímulo social. La neurociencia social representa una perspectiva complementaria en la que el cerebro es visto, no como una computadora solitaria, sino como una

máquina de procesamiento de información versátil diseñada para la conexión en una distancia y la interacción con otros cerebros. Desde la perspectiva de la neurociencia cognitiva, el lenguaje es un sistema de representación y procesamiento de la información; desde la mirada de la neurociencia social, el lenguaje es un sistema para el intercambio de información entre cerebros, un sistema que promueve la conectividad, la comunicación, y la coordinación a través de cerebros distintos y distantes a veces. En consecuencia, el foco en la neurociencia social está en un amplio rango de temas que incluyen la imitación, contagio social, empatía, acoplamiento, atracción, altruismo, agresión, procesos grupales, prejuicio, teoría de la mente, comunicación, y cultura. La neurociencia social se enfoca, por lo tanto, en especificar las bases neuronales, celulares y moleculares (mecanismos) subyacentes en los procesos sociales y el comportamiento. Tal tentativa es desafiante porque se necesita el mapeado a través de múltiples sistemas y niveles (de las moléculas a las culturas), el esfuerzo de equipos científicos multidisciplinarios, estudios comparativos que zanjén el abismo entre los modelos animales y la investigación humana, métodos innovadores múltiples y análisis conceptuales integrativos.

Identificar una asociación entre factores o procesos biológicos y sociales es sólo un paso preliminar para especificar el mecanismo subyacente en una asociación semejante. Uno de los obstáculos para especificar los mecanismos subyacentes es el error de categoría, que se refiere a la noción intuitiva y atrayente de la organización de la asignación de fenómenos sociales o cognitivos en un modelo 1:1 en la organización de los substratos neuronales subyacentes. La noción de que un engrama de una memoria o una actitud existe en un sitio localizado en el cerebro es un ejemplo de lo que es probablemente un error de categoría. Esperamos que la asignación 1:1 entre [cerebro] y [comportamiento] va a ser finalmente lograda. Lograr este último objetivo puede, sin embargo, ser fomentado por el reconocimiento del estado preliminar de nuestro conocimiento y de las implicaciones intrínsecas de conclusiones fuertes (Cacioppo, Tassinari, & Berntson, 2000). Dada la naturaleza complementaria de la información de las imágenes cerebrales, de los estudios de estimulación directa y de lesiones; y de los enfoques de modelado y simulación computacional y de las aproximaciones genéticas y moleculares, el progreso en la neurociencia social debería ser impulsado por la integración más que por la segregación progresiva de estos enfoques y literaturas.

Tal vez de manera más clara a la luz de

estas complejidades, la neurociencia social contemporánea es un campo interdisciplinario amplio con algunos focos en insectos sociales para entender la genética del comportamiento social; otros en modelos de animales no humanos para probar la epigenética y la neurobiología del comportamiento social; otros en las imágenes del cerebro humano en un intento de elucidar la cognición social, y hay todavía otros focos sobre la interacción de factores sociales y biológicos subyacentes en la aflicción humana asociada con enfermedades o comportamientos sociales atípicos. Sin embargo, y finalmente, hay también una evidencia emergente de incremento de la comunicación entre estos grupos (p.ej., Bartal, Decety, & Mason, 2011; Blumstein, 2010; Cacioppo et al., 2007; Decety & Cacioppo, 2011) – un desarrollo importante para que la neurociencia social alcance su máximo potencial.

REFERENCIAS

- Baron-Cohen, S. (2007). *Theory of mind*. Hove: Psychology Press. Retrieved from http://www.worldcat.org/title/theory-of-mind/oclc/488257120&referer=brief_results
- Bartal, I. B., Decety, J., & Mason, P. (2011). Empathy and Pro-Social Behavior in Rats. *Science*, 334(6061), 1427–1430. doi:10.1126/science.1210789
- Beevers, C. G., Gibb, B. E., McGeary, J. E., & Miller, I. W. (2007). Serotonin transporter genetic variation and biased attention for emotional word stimuli among psychiatric inpatients. *Journal of Abnormal Psychology*, 116(1), 208–212. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17324031>
- Bickart, K. C., Hollenbeck, M. C., Barrett, L. F., & Dickerson, B. C. (2012). Intrinsic amygdala-cortical functional connectivity predicts social network size in humans. *The Journal of Neuroscience*, 32(42), 14729–14741. doi:10.1523/JNEUROSCI.1599-12.2012
- Blumstein, D. T. (2010). Towards an integrative understanding of social behavior: new models and new opportunities. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 4(June), 1–9. doi:10.3389/fnbeh.2010.00034
- Cacioppo, J. T., & Berntson, G. G. (1992). Social psychological contributions to the decade of the brain. Doctrine of multilevel analysis. *American Psychologist*, 47, 1019–1028.
- Cacioppo, J. T., Amaral, D. G., Blanchard, J. J., Cameron, J., Carter, C., Crews, D., ... Quinn, K. J. (2007). Social neuroscience: Progress and implications for mental health. *Perspectives on Psychological Science*, 2(2), 99–123.

- Cacioppo, J. T., & Hawkley, L. C. (2009). Perceived social isolation and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(10), 447–454.
- Cacioppo, J. T., Hawkley, L. C., Norman, G. J., & Berntson, G. G. (2011). Social isolation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1231, 17–22. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06028.x
- Cacioppo, J. T., Tassinari, L. G., & Berntson, G. G. (2000). *Handbook of Psychophysiology* (2nd ed.). Cambridge: University Press.
- Cacioppo, S., Bianchi-Demicheli, F., Frum, C., Pfaus, J. G., & Lewis, J. W. (2012). The Common Neural Bases Between Sexual Desire and Love: A Multilevel Kernel Density fMRI Analysis. *The Journal of Sexual Medicine*, 9(4), 1048–54. doi:10.1111/j.1743-6109.2012.02651.x
- Cacioppo, S., & Cacioppo, J. T. (2012). Decoding the invisible forces of social connections. *Frontiers in integrative neuroscience*, 6(July), 51. doi:10.3389/fnint.2012.00051
- Caspers, S., Zilles, K., Laird, A. R., & Eickhoff, S. B. (2010). ALE meta-analysis of action observation and imitation in the human brain. *NeuroImage*, 50(3), 1148–67. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.12.112
- Chakravarti, A., & Little, P. (2003). Nature, nurture and human disease. *Nature*, 421(6921), 412–414. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12540911>
- Chiao, J. Y., & Blizinsky, K. D. (2010). Culture-gene coevolution of individualism-collectivism and the serotonin transporter gene. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 277(1681), 529–37. doi:10.1098/rspb.2009.1650
- Cole, S. W. (2009). Social regulation of human gene expression. *Current Directions in Psychological Science*, 18(3), 132–137. doi:10.1111/j.1467-8721.2009.01623.x
- Cole, S. W., Hawkley, L. C., Arevalo, J. M. G., & Cacioppo, J. T. (2011). Transcript origin analysis identifies antigen-presenting cells as primary targets of socially regulated gene expression in leukocytes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3080–3085.
- Cole, S. W., Conti, G., Arevalo, J. M., Ruggiero, A., Heckman, J. J., & Suomi, S. J. (2012). Transcriptional modulation of the developing immune system by early life social adversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(50), 20578–20583. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3528538/>
- Decety, J., & Cacioppo, J. T. (2011). *The Oxford handbook of social neuroscience*. New York: Oxford University Press.
- Decety, J., Norman, G. J., Berntson, G. G., & Cacioppo, J. T. (2012). A Neurobehavioral Evolutionary Perspective on the Mechanisms Underlying Empathy. *Progress in Neurobiology*, 98(1), 38–48. doi:10.1016/j.pneurobio.2012.05.001
- Donaldson, Z. R., & Young, L. J. (2008). Oxytocin, vasopressin, and the neurogenetics of sociality. *Science (New York, N.Y.)*, 322(5903), 900–4. doi:10.1126/science.1158668
- Dunbar, R. I. M. (2009). The social brain hypothesis and its implications for social evolution. *Annals of human biology*, 36(5), 562–572.
- Dunbar, R. I. M. (2012). The social brain meets neuroimaging. *Trends in cognitive sciences*, 16(2), 101–2. doi:10.1016/j.tics.2011.11.013
- Eisenberger, N. I., & Cole, S. W. (2012). Social neuroscience and health: neurophysiological mechanisms linking social ties with physical health. *Nature neuroscience*, 15(5). doi:10.1038/nn.3086
- Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, 56(3), 218–226. doi:10.1037/0003-066X.56.3.218
- Frith, U., & Frith, C. (2001). The Biological Basis of Social Interaction. *Current Directions in Psychological Science*, 10(5), 151–155. doi:10.1111/1467-8721.00137
- Irwin, M. R., & Cole, S. W. (2011). Reciprocal regulation of the neural and innate immune systems. *Nature Reviews Immunology*, 11(9), 625–632. doi:10.1038/nri3042
- Isen, A. M., Daubman, K. A., & Nowicki, G. P. (1987). Positive affect facilitates creative problem solving. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(6), 1122–1131. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3598858>
- Kendler, K. S., Jaffee, S. R., & Romer, D. (2011). *The Dynamic Genome and Mental Health*. (K. S. Kendler, S. R. Jaffee, & D. Romer, Eds.) (pp. 195–225). New York, NY: Oxford University Press.
- Lubin, F. D. (2011). Epigenetic gene regulation in the adult mammalian brain: multiple roles in memory formation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 96(1), 68–78. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3111751&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- McCall, C., & Singer, T. (2012). The animal and human neuroendocrinology of social cognition,

- motivation and behavior. *Nature neuroscience*, 15(5), 681–688. doi:10.1038/nn.3084
- McEwen, B. S., & Akil, H. (2011). Introduction to Social Neuroscience: Gene, Environment, Brain, Body. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1231, vii–ix.
- Mende-Siedlecki, P., Said, C. P., & Todorov, A. (2013). The social evaluation of faces: A meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(3), 285–299. doi:10.1093/scan/nsr090
- Moll, J., Krueger, F., Zahn, R., Pardini, M., De Oliveira-Souza, R., & Grafman, J. (2006). Human fronto-mesolimbic networks guide decisions about charitable donation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(42), 15623–15628. doi:10.1073/pnas.0604475103
- Northoff, G. (2010). Humans, brains, and their environment: marriage between neuroscience and anthropology? *Neuron*, 65(6), 748–51. doi:10.1016/j.neuron.2010.02.024
- Ortigue, S., Bianchi-Demicheli, F., Patel, N., Frum, C., & Lewis, J. W. (2010). Neuroimaging of love: fMRI meta-analysis evidence toward new perspectives in sexual medicine. *The journal of sexual medicine*, 7(11), 3541–52. doi:10.1111/j.1743-6109.2010.01999.x
- Osinsky, R., Reuter, M., Küpper, Y., Schmitz, A., Kozyra, E., Alexander, N., & Hennig, J. (2008). Variation in the serotonin transporter gene modulates selective attention to threat. *Emotion Washington Dc*, 8(4), 584–588. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18729589>
- Park, D. C., & Huang, C.-M. (2010). Culture Wires the Brain: A Cognitive Neuroscience Perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 5(4), 391–400. doi:10.1177/1745691610374591
- Pearson, H. (2003). DNA: Beyond the double helix. *Nature*, 421(January), 310–312. doi:10.1038/421310a
- Puckett, R. E., & Lubin, F. D. (2011). Epigenetic mechanisms in experience-driven memory formation and behavior. *Epigenomics*, 3(5), 649–64. doi:10.2217/epi.11.86
- Reichenberg, A., Mill, J., & MacCabe, J. H. (2009). Epigenetics, genomic mutations and cognitive function. *Cognitive Neuropsychiatry*, 14(4-5), 377–390. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19634036>
- Rilling, J., Gutman, D., Zeh, T., Pagnoni, G., Berns, G., & Kilts, C. (2002). A neural basis for social cooperation. *Neuron*, 35(2), 395–405. doi:10.1016/S0896-6273(02)00755-9
- Rule, N. O., Freeman, J. B., & Ambady, N. (2012). Culture in social neuroscience : A review. *Social Neuroscience*, 7(1), 37–41. doi:10.1080/17470919.2012.695293
- Slavich, G. M., & Cole, S. W. (2013). The Emerging Field of Human Social Genomics. *Clinical Psychological Science*. doi:10.1177/2167702613478594
- Sugden, K., Arseneault, L., Harrington, H., Moffitt, T. E., Williams, B., & Caspi, A. (2010). Serotonin transporter gene moderates the development of emotional problems among children following bullying victimization. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 49(8), 830–840. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2908591&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>