

# Diez Fundamentos Básicos de la Neurociencia para la Psicología

Nelson D. Cruz-Bermúdez, Ph.D.  
Departamento de Psicología  
Facultad de Ciencias Sociales  
Universidad de Puerto Rico  
[nelson.cruz6@upr.edu](mailto:nelson.cruz6@upr.edu)

## Resumen

Distintos científicos y profesionales de la salud mental han discutido algunas implicaciones de las investigaciones en el campo de la neurociencia para la psicología y ciencias afines. Basado en esas observaciones, este artículo presenta 10 fundamentos básicos de la neurociencia para la psicología, a saber: (1) todos los procesos mentales son operaciones cerebrales; (2) los genes establecen conexiones específicas en el cerebro, pero la experiencia modifica esas conexiones; (3) nuestra mente puede cambiar porque el cerebro es plástico; (4) el aprendizaje y las memorias existen en el cerebro; (5) los factores sociales y ambientales contribuyen al desarrollo de enfermedades mentales; (6) las emociones no pueden separarse de la cognición ni del razonamiento; (7) el apego es importante para generar cambios en el cerebro; (8) la imaginación es clave para el aprendizaje; (9) el cerebro maneja información tanto a nivel consciente como inconsciente; y (10) la aplicabilidad del conocimiento neurocientífico a la psicología tiene un componente ético. La práctica de la psicología puede fortalecerse integrando más cursos de neurociencia en los programas graduados de psicología y aumentando el ofrecimiento de cursos de educación continua en neurociencia.

Palabras claves: neurociencia, psicología, cerebro, mente

## Abstract

Various scientists and mental health professionals have emphasized the importance of research in the field of neuroscience for psychiatry, psychology and related sciences. Based on these observations, this paper presents 10 basic fundamentals of neuroscience for psychology, namely: (1) all mental processes are brain operations; (2) genes establish specific connections in the brain, but the experience change these connections; (3) our mind can change because the brain is plastic; (4) learning and memories exist in the brain; (5) social and environmental factors contribute to the development of mental illnesses; (6) emotions cannot be separated from cognition and reasoning; (7) attachment is important to generate changes in the brain; (8) imagination is key for learning; (9) the brain handles information both consciously and unconsciously; and (10) the applicability of neuroscience knowledge to psychology has an ethical component. The practice of psychology can be strengthened by increasing the number of neuroscience courses in psychology graduate programs and providing continuing education courses in neuroscience.

Key words: neuroscience, psychology, brain, mind

## Introducción

En los cursos subgraduados y graduados que enseño en la Universidad de Puerto Rico (UPR) discuto y enfatizo la importancia de la neurociencia para la psicología. Por ejemplo, en el curso Biopsicología estudiamos percepción, cognición, aprendizaje y memoria como procesos emergentes del sistema nervioso, así como la relación del cerebro con el sistema endocrino y el sistema inmunológico. También discutimos cómo diferentes factores sociales y ambientales configuran y afectan nuestras percepciones, emociones y conductas. Al final del semestre, los estudiantes terminan con una visión integrada de la psicología y la neurobiología y ven al ser humano como un organismo biopsicosocial. Numerosas investigaciones en el campo de la neurociencia demuestran que nuestro aparato psicológico es producto de la actividad del sistema nervioso y que esa misma actividad es la que nos permite ser sujetos sociales. Desde esta óptica, resulta más que necesario entender algunos fundamentos básicos de la neurociencia y su utilidad para la psicología y otras disciplinas afines tales como consejería y trabajo social.

Hace más de una década, el médico y neurocientífico Eric Kandel hizo unos señalamientos sobre el futuro de la psiquiatría en un artículo titulado, *A new intellectual framework for psychiatry* (1998). Kandel comenzó su carrera como psiquiatra desde el psicoanálisis, pero actualmente es una de las figuras más influyentes en el campo de la neurociencia. De hecho, en un artículo posterior titulado, *Biology and the future of psychoanalysis: A new intellectual framework for psychiatry revisited* (Kandel, 1999), Kandel presentó algunos puntos de intersección específicos entre la biología y el psicoanálisis y discutió cómo la biología puede fortalecer la exploración psicoanalítica de la mente. De todas formas, Kandel obtuvo el premio Nobel de Fisiología o Medicina en el 2000 por su trabajo sobre la neurobiología de la memoria.

En el artículo de 1998, Kandel presentó cinco principios que entrelazan la mente y el cerebro, discutió la importancia del cerebro para la psiquiatría y expuso que la psiquiatría y la psicología cognitiva pueden servir de guía en el estudio de las funciones mentales desde la neurobiología. La idea central de Kandel (1998) es que todos los procesos mentales y psicológicos son operaciones del cerebro y que los problemas conductuales son disturbios cerebrales aunque tengan origen en el ambiente social. La genética, la biología y el contexto social interactúan y son determinantes de la conducta y del desarrollo de las enfermedades mentales. No obstante, Kandel entiende que uno de los problemas fundamentales de esta propuesta no es la neurobiología como tal, sino la percepción equivocada que se tiene sobre ésta. Según él, al igual que la teoría de selección natural fue erróneamente “vendida” como darwinismo social y la genética como eugenesia, la neurobiología también ha sido mitificada por algunos científicos sociales y académicos como una ciencia simplista, peligrosa y antiética. Cualquier fuente de conocimiento, incluyendo la neurobiología, puede utilizarse para hacer daño. Pero sería absurdo asumir que todos los neurobiólogos creen ciegamente en el determinismo genético y que la genética por sí sola determina el fenotipo de toda una generación (Kandel, 1998). Definitivamente, no podría estar más de acuerdo con Kandel. La neurobiología, y más aún la neurociencia, son ciencias complejas e interdisciplinarias situadas fuera del reduccionismo y determinismo que otros han intentado atribuirle. Lo ideal sería estudiar nuestra naturaleza humana de forma interdisciplinaria y obviar esa retórica que descontextualiza las investigaciones de la neurociencia como si éstas fueran parte de agenda malintencionada.

Cappas, Andres-Hyman y Davidson (2005) recogieron elegantemente el mensaje de Kandel (1998) para esbozar siete principios de la neurociencia aplicados a la psicoterapia. Los hallazgos en el campo de la neurociencia son importantes para poder conceptualizar las enfermedades mentales y los tratamientos psicológicos (Cappas, Andres-Hyman & Davidson, 2005). Los autores abogaron por una visión más integradora de la enfermedad mental, alejándose de ciertas explicaciones reduccionistas. Según ellos la neurociencia puede ser útil para psicoterapia en dos aspectos básicos: (1) validando las teorías e intervenciones psicoterapéuticas existentes; y (2) sugiriendo posibles alternativas para mejorar y maximizar la práctica clínica (Cappas, Andres-Hyman & Davidson, 2005). Uno de los objetivos es descubrir los sustratos neurológicos que son impactados con la psicoterapia para eventualmente desarrollar intervenciones clínicas basadas en el funcionamiento del cerebro.

Tomando en consideración los argumentos de Kandel (1998), Cappas y colegas (2005) y otros artículos relacionados a este tema, incluyo aquí 10 fundamentos básicos de la neurociencia para la psicología. Presento una descripción general de estos fundamentos con algunos ejemplos y una discusión al final. Este conjunto de ideas puede usarse como marco de referencia para ponderar investigaciones e intervenciones que combinen enfoques psicológicos y neurocientíficos en distintos niveles (Cappas, Andres-Hyman & Davidson, 2005). Recomiendo la lectura de ambos artículos originales y otras publicaciones (Cowan & Kandel, 2001; Cowan, Harter & Kandel 2002; Kandel, 1999; Kandel & Squire 2000; Martin, 2002) porque estos análisis tienen implicaciones directas para la psicología y disciplinas afines.

## **I. Todos los procesos mentales son operaciones cerebrales.**

Aunque tenemos un entendido general de la relación mente-cerebro, estamos comenzando a conocer detalles específicos de cómo la actividad cerebral permite el surgimiento de la mente (Anderson, Fincham, Qin & Stocco, 2008; Kanwisher, 2010). Sin duda ésta es la mejor explicación basada en evidencia científica en estos momentos. Este planteamiento contradice la filosofía dualista tradicional que presupone una separación entre el alma/mente y el cuerpo y que ha dado paso a una serie de premisas falsas y antagonismos entre lo natural y lo ambiental, o entre lo biológico y lo social. Según Kandel (1998) esta idea mente-cerebro es bien aceptada entre neurobiólogos, pero comienza a encontrar resistencia cuando se utiliza para explicar la conducta del individuo porque no es tan obvio a simple vista. Y aunque el mismo Kandel señala que un análisis biológico no necesariamente es ideal para estudiar las dinámicas sociales, no podemos perder de vista que todo lo que hacemos socialmente tiene sustratos biológicos (Kandel, 1998).

Presento a continuación tres perspectivas interesantes sobre la relación mente-cerebro. Primero, Antonio Damasio (*Descartes' error*, 1994) ha presentado una nueva visión de la mente como el producto de la conexión entre el cerebro, los nervios periféricos y el ambiente social, dando énfasis al rol de las emociones en la conducta. Segundo, Joseph LeDoux en su libro, *Synaptic self: How our brains become who we are* (2003), también elabora una idea de cómo nuestra esencia individual y subjetiva es producto de la relación entre el sistema límbico (emociones) y los circuitos de la corteza cerebral que controlan procesos cognitivos y motivacionales. Y tercero, Steven Pinker en *How the mind works* (1997), concluye que la mente es un sistema de información y computación que nos permitió, durante el proceso evolutivo, entender los animales, plantas y objetos de nuestro ambiente. Nuestra historia personal, alegrías, tristezas, deseos y frustraciones existen en nuestro cerebro y son productos de la selección natural. Numerosos reportes

centenarios y estudios neuropsicológicos también proveen información sobre cómo los procesos mentales emergen del sistema nervioso.

En el siglo XVIII, el médico francés Lapeyrouine estudió a un soldado que tenía una herida profunda en su cráneo que alcanzaba el *corpus callosum*. Este tracto de nervios interconecta ambos hemisferios cerebrales. Lapeyrouine aplicó agua directamente en el cuerpo calloso del soldado y notó que éste perdía la consciencia cada vez que lo hacía (Restak, 1994). Hoy día sabemos que el agua altera el balance de iones en el fluido extracelular e impide el funcionamiento electroquímico neuronal. El hecho de perder la consciencia cuando el cerebro dejaba de operar correctamente evidencia que la consciencia y los procesos inconscientes son fenómenos emergentes del cerebro (Parvizi & Damasio, 2001; Soon, Brass, Heinze & Haynes, 2008).

Otro ejemplo clásico es el caso de Phineas Gage quien sufrió un accidente mientras trabajaba en la construcción de vías de ferrocarril en 1848 en Estados Unidos (Barker, 1995). Tras una explosión, un pedazo de hierro alargado convertido en proyectil penetró el ojo izquierdo de Gage y atravesó su cerebro destruyendo gran parte de su lóbulo frontal. Gage sobrevivió el accidente. Según los reportes de este caso, Gage era un tipo reservado, honesto y amable, pero se tornó vulgar y profano luego del accidente. Obviamente, existen diferentes versiones sobre los daños neurológicos específicos que sufrió Gage y la interpretación de sus cambios de personalidad (Macmillan, 2000). Sin embargo, el caso de Phineas Gage es relevante en el análisis de la relación mente-cerebro y sirve para pensar cómo los rasgos de la personalidad, las actitudes y el comportamiento social no pueden ser separados del cerebro.

Muchos casos clínicos y estudios neuropsicológicos evidencian también que los procesos mentales son operaciones cerebrales (Rudebeck, Bannerman & Rushworth, 2008; Tulving, 2002). Uno de estos casos fue el de Henry G. Molaison, mejor conocido como el paciente H.M., quien fue estudiado por neurólogos y psicólogos durante cuatro décadas porque no tenía la capacidad de formar memorias nuevas (Squire, 2009). H.M. sufría de epilepsia cuando era adolescente y los médicos removieron una extensa parte de su hipocampo y regiones corticales importantes para la creación de memorias con el objetivo de aliviar su condición. El caso del paciente H.M. y estudios neuropsicológicos posteriores nos permiten profundizar sobre los distintos tipos de memorias y literalmente revolucionan nuestro entendimiento acerca de la organización de funciones ejecutivas en el cerebro.

Entiendo que la psicología, incluyendo la psicología puertorriqueña, debe tener mayor apertura hacia el trabajo teórico y práctico que ofrece la neurociencia. Asumir que los procesos psicológicos, la mente y la conducta son procesos del cerebro no implica ignorar el conocimiento y la práctica de la psicología en general. Todo lo contrario. Es una oportunidad para armonizar ideas. Esa apertura que se observa en organizaciones como la *American Psychological Association* y *Association for Psychological Science*, probablemente implica un cambio de paradigma en el cual los psicólogos asuman que no es posible saber si la depresión es un fenómeno biológico, psicológico o social porque en realidad la depresión es un fenómeno que emerge de esas tres dimensiones. Más aún, las alternativas de tratamiento para estas enfermedades tienen que partir de la premisa de que somos seres biopsicosociales. Las preguntas deberían estar dirigidas hacia qué información biológica, genética, psicológica y sociológica necesitamos para elaborar una explicación más completa y precisa de nuestra naturaleza humana.

## **2. Los genes establecen conexiones específicas en el cerebro, pero la experiencia modifica esas conexiones.**

Las neuronas y neuroglías forman redes que se encargan del procesamiento de información y son responsables del lenguaje y el pensamiento, entre otros fenómenos mentales. El Área de Broca, el Área de Wernicke, la corteza auditiva, el giro cingulado y las regiones del lóbulo frontal son necesarias para poder escuchar, comprender y generar algún tipo de lenguaje hablado y escrito (Aboitiz, García, Bosman & Brunetti, 2006; Kuhl & Rivera-Gaxiola, 2008). Esta organización neuronal es producto de las instrucciones genéticas en el desarrollo embrionario. Los genes son los responsables de “pre-alambrar” las áreas antes mencionadas para que éstas procesen la información proyectada desde la cóclea de cada oído hasta los núcleos auditivos del cerebro medio y del tálamo. De igual forma, se necesitan conexiones entre regiones asociativas del hemisferio izquierdo con regiones que controlan la lengua y la boca para la producción del lenguaje hablado (Aboitiz, García, Bosman & Brunetti, 2006).

A pesar de toda esta interconectividad súper compleja, estas estructuras no pueden por sí solas generar lenguaje hasta tanto esté presente un elemento sumamente importante: la experiencia. El contacto social y la relación con otras personas es lo que permite que esas regiones cerebrales funcionen, entiendan y generen lenguaje. Este fenómeno lo vemos en otras especies. Por ejemplo, en las aves machos pinzón cebra (*Zebra Finches*, en inglés) la testosterona induce la formación de un circuito neuronal durante el desarrollo que les permite cantar. Pero la habilidad para aprender a cantar en la adolescencia es un proceso social porque depende de la enseñanza que recibe de un tutor o de los demás machos que cantan a su alrededor (Bolhuis & Gahr, 2006). En el caso de los humanos, las características particulares de una lengua (e.g., fonética, pronunciación) y la cultura son los elementos que configuran y refinan la semántica y abstracción del lenguaje. La genética y neurobiología del lenguaje y la comunicación que estudiamos con los *Zebra Finches* (Warren et al., 2010) y otras especies es útil para entender ciertos trastornos neurológicos asociados con el habla incluyendo por ejemplo, el autismo (Bolhuis, Okanoya & Scharff, 2010). El tema del lenguaje es complejo y bien interesante, pero es materia para otro artículo o foro. Maryanne Wolf y Patricia Kuhl han publicado artículos muy interesantes sobre las bases neuronales y aprendizaje del lenguaje (Kuhl, 2007, 2010; Kuhl & Rivera-Gaxiola, 2008; Wolf, 2007). La experiencia, el ambiente, o eso que denominamos como el componente social, modifica parte de nuestra genética debido a que el cerebro es una estructura biológica que tiene una función social.

La psicología debe considerar aspectos de la genética humana en todo lo que respecta a enfermedades mentales por dos razones principales: (1) muchas de estas enfermedades tienen un fuerte componente biológico; y (2) aún cuando las mismas tengan un origen biológico es probable que ocurran cambios. Por ejemplo, en el caso del trastorno de depresión mayor, los síntomas conductuales, cognitivos y físicos son una combinación de factores hereditarios, problemas en el desarrollo y múltiples variables sociales. Las observaciones farmacológicas, el uso de medicamentos antidepresivos y otros estudios clínicos confirman que la depresión involucra cambios en diferentes sistemas de neurotransmisión y alteraciones tanto en la comunicación sináptica como en las distintas cascadas de eventos moleculares que resultan colectivamente en alteraciones de cognición y emoción. No hay razón para no reconocer que las investigaciones en el campo de la genética y la biología molecular han arrojado luz sobre cómo opera el cerebro y

sobre qué son las enfermedades mentales. Puede que ahora mismo no sepamos la etiología de algunas enfermedades, pero eso no significa que en 20 años lo sepamos con datos contundentes. Mientras más interdisciplinario sea el acercamiento, más interesantes serán los resultados.

Mientras intentamos descifrar cómo funciona realmente el cerebro, hemos encontrado que el ambiente es capaz de hacer que un cerebro susceptible se enferme y que un cerebro enfermo mejore. Tanto la psicología como la medicina y otras disciplinas deben tener presente que los individuos con enfermedades mentales o con un historial familiar de problemas mentales pueden mejorar utilizando diferentes intervenciones, especialmente la combinación de farmacología e intervenciones psicológicas. Este acercamiento reta nuestra concepción popular de “predisposición genética”, pero es imprescindible tenerlo en mente a la hora de definir problemas y proponer soluciones.

### **3. Nuestra mente puede cambiar porque el cerebro es plástico.**

Uno de los principios más sorprendentes del sistema nervioso es su capacidad para cambiar tanto a nivel morfológico como a nivel funcional. El cerebro es “plástico” en tanto y en cuanto puede formar conexiones sinápticas nuevas, eliminar sinapsis y reemplazar proteínas a lo largo de toda la vida (Abraham, 2008; Holtmaat & Svoboda, 2009). Además, hace apenas unos años descubrimos que el cerebro adulto puede generar neuronas *de novo, in situ*, mediante un proceso llamado neurogénesis (Lledo, Alonso & Grubb, 2006). Veamos algunas características de ciertos mecanismos de neuroplasticidad.

La formación de conexiones sinápticas nuevas es un fenómeno bien conocido. Las neuronas continúan creciendo en tamaño y expandiendo sus dendritas y axones desde el nacimiento hasta la vejez (Abraham, 2008). El contacto social, los estímulos sensoriales y ciertos procesos endógenos del mismo sistema inducen cambios en el cerebro. Mientras más conexiones neuronales se formen en el cerebro, mayor es la capacidad de procesar y almacenar información. Para que ocurran conexiones nuevas entre neuronas es necesario la síntesis y el reemplazo de proteínas lo cual indica que la interconectividad neuronal depende igualmente de la genética. Para revisiones detalladas de estos mecanismos genéticos y moleculares recomiendo otros artículos (McClung & Nestler, 2008; Tabuchi, 2008).

Además de formar conexiones nuevas, las conexiones entre neuronas pueden fortalecerse o debilitarse. Un mecanismo estudiado por muchos años se conoce como potenciación a largo plazo (*long-term potentiation*, o LTP) (Kullmann & Lamsa, 2007). Brevemente, el principio detrás de LTP es que la comunicación sináptica entre dos neuronas es dinámica, de forma tal que una señal electroquímica puede ser más fuerte y generar un estímulo mayor como resultado de la experiencia. LTP, al igual que la potenciación a corto plazo, depresión a largo plazo, entre otros, son los mecanismos que utiliza el cerebro para recopilar, integrar, manejar y almacenar información. Estos son mecanismos celulares de aprendizaje y memoria.

Si asumimos que los procesos mentales son neuronales y sabemos que el cerebro es plástico, entonces los tratamientos e intervenciones psicoterapéuticas en principio deben inducir cambios estructurales y funcionales en el cerebro que puedan medirse tanto a nivel psicológico como a nivel anatómico-funcional (Kandel, 1998). La tecnología de neuroimagen es ideal para medir estos cambios y los psicólogos que hacen trabajo clínico podrían colaborar con médicos para utilizar

esta tecnología. Según Kandel (1998), “We face the interesting possibility that as brain imaging techniques improve, these techniques might be useful not only for diagnosing various neurotic illnesses but also for monitoring the progress of psychotherapy” (p. 466). La tecnología de neuroimagen no permite diagnosticar una enfermedad mental, pero puede usarse para monitorear cambios en actividad cerebral a partir de una intervención clínica. Esto ayudaría a correlacionar cambios conductuales con cambios en la actividad del cerebro en sujetos diagnosticados con enfermedades mentales que reciben tratamiento.

#### **4. El aprendizaje y las memorias existen en el cerebro.**

Todos los animales, incluyéndonos, aprendemos de distintas formas y respondiendo a diferentes estímulos del ambiente. Los hallazgos científicos lo confirman. Sin embargo, hay áreas del saber humano (no científicas) que también nos ofrecen pistas sobre estos procesos cognitivos. Aquí comparto un ejemplo. En *La Odisea*, Homero retrató de manera singular el rol de la memoria en las relaciones personales entre humanos y entre nosotros los humanos con otros animales. Resulta que luego de la guerra de Troya, Odiseo regresó a su tierra, Ithaca, y decidió disfrazarse de pordiosero para observar qué estaba pasando en su hacienda sin que lo identificaran. Argos, el perro de Odiseo ya estaba viejo y lleno de pulgas, pero había esperado fielmente por casi 20 años el regreso de su amo. Cuando Odiseo se acercó a su residencia, se encontró con Argos. Odiseo derramó una lágrima cuando vio a su perro y Argos reconoció a Odiseo aunque estaba disfrazado. Y en una emotiva respuesta, tratando de mover su cola y sus orejas, Argos muere después de saber que Odiseo había regresado. Más allá del punto de vista humanista, Homero presentó (quizás sin querer) un fundamento importante de la neurociencia: la capacidad de memoria. Argos mantuvo el recuerdo de Odiseo por años en su cerebro.

El aprendizaje y la acumulación de memorias ocurren en el sistema nervioso. ¿Cuáles son algunas implicaciones para la psicología? En términos de la psicoterapia y la consejería, ambos acercamientos inducen cambios conductuales mediante la modificación de conexiones y circuitos neuronales (Kandel, 1998). El terapeuta modifica el cerebro tal y como el cardiólogo interviene con el corazón. Según Kandel (1998) cuando el terapeuta habla y el paciente escucha, además de haber contacto visual, se establece una conexión de la maquinaria cerebral de ambos sujetos (mediada por el lenguaje) que en principio puede resultar en cambios neuronales (aprendizaje) a corto, mediano y largo plazo. La psicoterapia induce cambios psicológicos y fisiológicos mediante la fusión de acercamientos psicosociales y biológicos (Cappas, Andres-Hyman & Davidson, 2005; Kandel, 1998). Por lo tanto, es importante conocer los mecanismos neurobiológicos del aprendizaje y los factores genéticos y sociales que facilitan y/o dificultan dichos procesos. Con esa información podemos entender mejor cómo aprendemos, cómo logramos establecer y consolidar memorias y cómo resolvemos problemas. Según Cappas, Andres-Hyman y Davidson (2005), dado que el contexto donde se intenta evocar una memoria puede modificar el acceso a esa memoria, es posible entonces alterar el recuerdo de una memoria dolorosa (un trauma) o integrar memorias a otros procesos de aprendizaje inherentes a la terapia.

En este punto surgen otras preguntas interesantes sobre la psicoterapia y la práctica clínica en general. ¿Existe una hora adecuada durante el día para realizar una intervención clínica? ¿Cuánto tiempo debe durar una sesión de terapia? ¿Cuán frecuente deben ser? ¿Qué tipo de información y en qué orden se debe hablar? Quizás estas variables tienen mucho que ver con la efectividad

de los tratamientos y con las diferencias en efectividad al analizar los resultados caso por caso. Sería interesante ponderar seriamente estas preguntas.

## **5. Los factores sociales y ambientales contribuyen al desarrollo de enfermedades mentales.**

En secciones anteriores he mencionado que el ambiente y la experiencia son elementos necesarios para la función del sistema nervioso. Dada esta interrelación entre el contexto social y la biología, es razonable proponer que algunos estímulos y ambientes afectan negativamente el funcionamiento del cerebro y se convierten en factores asociados a ciertas psicopatologías.

Cuando estamos en situaciones de estrés se libera cortisol de las glándulas adrenales. Una vez en el cerebro, esta hormona esteroide interactúa con el receptor de glucocorticoides que es un factor de transcripción genética (Lu & Cidlowski, 2004). Cuando este complejo entra al núcleo de las neuronas induce reacciones moleculares que cambian la actividad neuronal ya sea aumentando o disminuyendo la expresión de uno o varios genes. Por lo tanto, el estrés, definido como cualquier evento o estímulo que desestabiliza al organismo, es capaz de producir cambios genéticos en el sistema nervioso y alterar su funcionamiento. Precisamente, esta es un área de investigación muy interesante que busca entender cómo ciertos factores ambientales contribuyen al desarrollo de enfermedades mentales. ¿Cuál es la relación entre maltrato físico, abuso sexual, violencia, pobre alimentación o abuso de sustancias y enfermedades mentales?

Diferentes análisis integran perspectivas de la neurociencia, psicología clínica y epidemiología pediátrica para entender las consecuencias del estrés que experimentan los niños ante la guerra y el terrorismo (Joshi & O'Donnell, 2003). Algunas preguntas que surgen de esta discusión y que ameritan respuestas tienen que ver con cómo el estrés afecta el desarrollo neonatal, los procesos cognitivos y de aprendizaje en la niñez, y la función del sistema inmunológico y endocrino. Otras investigaciones se enfocan en entender la relación entre el nivel socioeconómico y el desarrollo del cerebro bajo la premisa de que las diferencias socioeconómicas y ambientales definitivamente modifican el sistema nervioso (Raizada & Kishiyama, 2010). No es un mito que los sectores más pobres de la sociedad tengan tasas altas de deserción escolar, mayor necesidad de educación especial y altos niveles de enfermedades cardíacas, respiratorias y cerebrovasculares. Diferentes investigaciones señalan que estos problemas de salud física y mental en la adultez son el resultado de interacciones complejas entre la genética, el ambiente físico, el nivel socioeconómico y distintos factores psicosociales durante la niñez (Hackman, Farah & Meaney, 2010; McEwen & Gianaros, 2010). Todas estas variables configuran los circuitos cerebrales que controlan las funciones ejecutivas y la conducta. Estudios de electrofisiología y neuroimagen demuestran que los niños provenientes de escasos recursos económicos y cuyos padres tienen poca educación muestran retraso en el desarrollo de regiones cerebrales asociadas con atención selectiva, lectura, lenguaje y funciones ejecutivas (Hackman, Farah & Meaney, 2010). Lamentablemente, algunas de estas investigaciones han sido interpretadas como una modalidad nueva de darwinismo social cuando en realidad no se trata de eso. Este acercamiento emerge del mismo principio que establece que el ambiente, ya sea enriquecido o empobrecido, modifica la estructura y función cerebral.

Este tema de disparidad tiene muchas implicaciones para el trabajo que hacen los psicólogos clínicos, neuropsicólogos, psicólogos sociales, comunitarios y escolares, entre otros



profesionales. La cantidad de variables que entrelazan el nivel socioeconómico con el cerebro significa una oportunidad más para acercarnos al problema desde diferentes ángulos, realizando investigaciones interdisciplinarias que tengan como norte influenciar y cambiar la política pública.

## **6. Las emociones no pueden separarse de la cognición ni del razonamiento.**

Las emociones han sido concebidas tradicionalmente como procesos subjetivos (negativos) que deben controlarse para tomar decisiones racionales. El antagonismo entre emoción y cognición es producto de diferentes posturas científicas asumidas por neurólogos, neurobiólogos y psicólogos. Muchas investigaciones se amarraron a dos marcos conceptuales extremos. El primer marco se conoce en inglés como *equipotentiality* y expone que todas las áreas de cerebro son igualmente capaces de realizar una tarea determinada (Karenberg, 2009). El otro marco teórico es la localización de funciones o cerebro compartimentado. Según este acercamiento, cada área tiene una función y la combinación de actividad de todas las regiones es lo que finalmente produce funciones neurológicas. Según Pessoa (2008) estos puntos de vista no son suficientes para explicar la complejidad de la actividad cerebral. Por un lado, los estudios de neuroimagen han identificado regiones cerebrales específicas con mayor actividad neuronal en un momento determinado, dependiendo de lo que está haciendo la persona (e.g., observando una foto, escuchando una canción). Por otro lado, la neuroimagen no funciona para estudiar procesos genéticos y moleculares que pueden ser responsables de la actividad que se está midiendo. Ambos extremos tienen limitaciones metodológicas y lo interesante aquí sería visualizar otros acercamientos que permitan estudiar los procesos emocionales y cognitivos de forma integrada.

Según Pessoa (2008), cognición se refiere a los procesos tales como memoria, atención, lenguaje y planificación. Casi todos los investigadores están de acuerdo con esta definición de cognición, pero no existe un acuerdo claro sobre qué es emoción. Las emociones se generan en respuesta a recompensas o castigos, pueden ser procesos conscientes e inconscientes necesarios para evaluar un evento, o pueden estar atados a procesos fisiológicos particulares (e.g., miedo, envidia, coraje) (Pessoa, 2008). Para Damasio se trata de una confusión entre lo que son las emociones y lo que son los sentimientos. Damasio (2003) entiende que las emociones ocurren a nivel del cuerpo mientras que los sentimientos son productos de la mente. La emoción y la cognición no pueden ser cosas separadas simple y sencillamente porque son fenómenos emergentes de las mismas regiones cerebrales (Pessoa, 2008).

Según Cappas y colegas (2005) es importante contemplar la relación entre las emociones y la cognición en la psicoterapia. Por ejemplo, el terapeuta puede explorar cómo el paciente define y entiende sus sensaciones y reacciones para comenzar a sugerir cambios en la toma de decisiones. El terapeuta puede inicialmente ayudar al paciente a entender la naturaleza de nuestras emociones en lugar de insistir en controlarlas para evitar conductas de alto riesgo. No podemos perder de vista que las emociones están “gobernadas” por los circuitos más primitivos de nuestro cerebro que nos empujan hacia el placer y nos alejan del dolor (sistema límbico). Eso es básicamente un balance entre nuestros instintos y las exigencias socioculturales. Según la neurociencia moderna, las decisiones que tomamos a diario están basadas en nuestras emociones y, por lo tanto, es importante considerar las emociones para propiciar cambios a nivel cognitivo.

## **7. El apego es importante para generar cambios en el cerebro.**

El término apego se utiliza usualmente para describir la relación entre una madre o un padre con un infante y/o la unión entre personas. Las áreas corticolímbicas y orbitofrontales de la corteza regulan las emociones. Sin embargo, estos circuitos no están totalmente desarrollados cuando nacemos y son susceptibles a las experiencias sociales luego del nacimiento. Desde temprano en el desarrollo, el apego permite crear lazos de unión que son necesarios para sobrevivir, aprender, mantener cercanía y convertirnos en seres sociales (Zeki, 2007). Este proceso evolutivo continúa operando a través de la adolescencia, la adultez y la vejez mediante los mismos mecanismos de plasticidad previamente discutidos.

Nuestra capacidad para establecer conexiones sociales con otros seres humanos es una propiedad intrínseca del cerebro necesaria para generar cambios positivos tanto a nivel fisiológico como a nivel conductual. ¿Qué ocurre en mi cerebro cuando una persona se acerca para conversar? En primer lugar, las conexiones entre la amígdala (núcleo importante del sistema límbico) y las áreas del procesamiento visual (e.g. colículo, giro occipital inferior) nos permiten analizar con rapidez las señales relevante de ese contexto social (Skuse & Gallaghe, 2008). Los circuitos neuronales que se activan en respuesta a las emociones faciales y al tono de voz se conectan con el hipocampo y áreas asociadas a la memoria para poder descifrar si conocemos a la persona que nos está hablando e incluso si esa persona es de confianza. También la activación de unas células especializadas, conocidas como neuronas espejo (Cattaneo & Rizzolatti, 2009), nos permiten analizar las acciones y emociones de esa persona y asumir su punto de vista. Más aún, las expresiones faciales de la persona pueden evocar una experiencia similar en uno, bien parecida a lo que está sintiendo la persona que te está hablando (e.g. alegría, tristeza, disgusto). La integración de todos estos procesos por diferentes regiones cerebrales nos permite tener conocimiento de nosotros mismos y de otras personas y nos permite reconocer sentimientos y pensamientos diferentes a los nuestros (Cattaneo & Rizzolatti, 2009).

Según Heinrichs y colegas (2003) la falta de contacto social, la pérdida de familiares y otros eventos psicosociales son factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades psiquiátricas, desórdenes psicosomáticos y condiciones cardíacas. Las interacciones sociales positivas ha probado ser beneficiosas para condiciones tales como depresión, esquizofrenia e hipertensión (Heinrichs, Baumgartner, Kirschbaum & Ehlert, 2003). Específicamente, el apoyo social puede reducir los niveles de cortisol en la saliva y bajar la hipertensión en estudios de laboratorio. En este sentido, es importante que los terapeutas tengan presente que la relación de apego que se da en el trabajo clínico es un determinante para el éxito de la intervención.

## **8. La imaginación es clave para el aprendizaje.**

Para el doctor Oliver Sacks, profesor de neurología y psiquiatría, la imaginación es la capacidad de ver con el cerebro (TED, 2009). Podemos generar la imagen de un objeto en nuestra mente sin ver el objeto. Lo interesante es que cuando nos imaginamos un objeto, una cara o un sabor se activan las mismas regiones y circuitos cerebrales que se activan cuando utilizamos los sentidos. Es decir, la imaginación es producto del cerebro.

La imaginería mental se refiere a las representaciones que construye nuestro cerebro utilizando nuestras experiencias sensoriales y perceptuales (Holmes & Matthews, 2010). Estas imágenes pueden ser eventos pasados (memoria episódica) que emergen al nivel consciente de forma aleatoria o pueden ser eventos que construimos y organizamos voluntariamente (e.g., imaginar que estoy sentado frente a la playa escuchando las olas y sintiendo la arena en mis pies). Este fenómeno puede evocar emociones ya sea influyendo directamente el sistema límbico y/o conectándose con las percepciones y memorias emocionales (Holmes & Matthews, 2010).

En el campo de la psicología del deporte se utiliza frecuentemente la imaginería. Dentro de esta disciplina, la imaginería mental se considera como la creación voluntaria e involuntaria de una experiencia que induce efectos fisiológicos y psicológicos usando la memoria y atributos cuasi-sensoriales y emocionales de esas memorias. La imaginación en el deporte se utiliza para aprender y desarrollar destrezas deportivas, mejorar y refinar habilidades específicas y evitar que las emociones que se generan en ambientes sumamente competitivos limiten la ejecutoria del atleta.

Según Cappas y colegas (2005) algunos tratamientos para el manejo del dolor crónico, por ejemplo en la psicología de la salud, incluyen la imaginería sensorial para aliviar el dolor causado por cáncer y otras enfermedades. El uso de la relajación e imaginería ha sido útil para reducir dramáticamente dolor en investigaciones con niños que sufren de dolor abdominal. En el campo de la psicología clínica, estas intervenciones han comenzado a recibir atención para tratar condiciones tales como estrés postraumático, ansiedad social y depresión en adultos y niños (Holmes & Matthews, 2010; Holmes, Lang & Deeproose, 2010). Una de las áreas que más puede contribuir a entender las características específicas de la imaginería mental y las aplicaciones a la psicología clínica es precisamente la neurociencia cognitiva. De igual forma, este tipo de acercamiento puede ser utilizando para que los terapeutas desarrollen y cultiven empatía y compasión por sus pacientes y mejorar así la relación paciente-terapeuta (Cappas, Andres-Hyman & Davidson, 2005).

## **9. El cerebro maneja información tanto a nivel consciente como inconsciente.**

La consciencia, qué es tener consciencia y qué es estar consciente, continúan siendo preguntas abiertas para la psicología y la neurociencia. La consciencia puede asociarse a la habilidad para discriminar un estímulo o para acceder y descifrar nuestro estado interno. También se puede referir a un estado mental, al control de conductas y a la atención selectiva, entre otros (Chalmers, 1995). Al igual que el tema del lenguaje, una discusión sobre la consciencia vas más allá del propósito de este artículo. Pero la idea central es que todos manejamos información a nivel consciente utilizando la atención y diferentes mecanismos de adaptación sensorial.

El cerebro también maneja información a nivel inconsciente. Un fenómeno que se ha utilizado para entender procesos inconscientes es una condición conocida como *blindsight*, o visión ciega. Los pacientes con visión ciega presentan daños en la corteza visual localizada en la región occipital del cerebro. Aunque no pueden ver a nivel consciente, estos sujetos sí pueden responder a ciertos estímulos visuales, particularmente estímulos en movimiento. Por ejemplo, una persona con visión ciega puede mover su cabeza rápidamente hacia un lado si un pájaro pasa volando cerca de su cabeza. La persona mueve su cabeza para esquivar el objeto. Lo sorprendente de este fenómeno es que la persona no puede afirmar haber visto algo. La persona respondió, pero no estuvo consciente sobre qué trató de esquivar. Experimentos de laboratorio demuestran que

efectivamente estas personas no ven a nivel consciente ciertos estímulos, pero sí pueden responder a los mismos. La entrada de información visual y las respuestas son procesadas por un tracto neuronal diferente (Cowey, 2010), considerado como una ruta alterna al circuito visual retino-talámico-cortical, el cual sí permite que la imagen visual emerja a nivel consciente.

La visión ciega es una condición clínica poco frecuente, pero evidencia la capacidad del cerebro humano de percibir estímulos más allá de la consciencia. Cappas, Andres-Hyman y Davidson (2005) discuten este asunto brevemente tomando el trabajo de Shea (1998), quien categorizó y conceptualizó algunas actividades no verbales y movimientos corporales observados en la clínica. Según ellos, ciertos comportamientos como por ejemplo el movimiento de las manos y las expresiones faciales pueden ser utilizados por el terapeuta para saber si la persona está ansiosa. Esta percepción puede ocurrir primero a nivel inconsciente y eventualmente pasar al nivel consciente para tomar una acción determinada. Lo mismo puede ocurrir del lado del paciente o sujeto. El ambiente físico puede ser percibido a nivel inconsciente y puede generar pensamientos y conductas particulares. Cappas, Andres-Hyman y Davidson (2005) añaden que muchos estudios recomiendan modificar la decoración de las clínicas de salud mental y oficinas de práctica de manera que sean atractivas para ciertas poblaciones especiales. Específicamente, es más recomendable tener disponible hojas sueltas con información positiva en vez de ofrecer información sobre sintomatología y problemas asociados a diferentes condiciones de salud mental (Cappas, Andres-Hyman & Davidson, 2005). Más aún, es importante que los psicólogos, consejeros, trabajadores sociales y/o educadores tengan presente su propia idiosincrasia y consideren que sus gestos y expresiones no verbales son percibidos inconscientemente por la otra persona. Nuevamente, me pregunto ¿cuál debe ser el tono de voz del terapeuta? ¿Qué características debería tener el espacio físico?

## **10. La aplicabilidad del conocimiento neurocientífico a la psicología tiene un componente ético.**

La lista de hallazgos sobre la organización y función del sistema nervioso y sobre aspectos de la conducta humana desde la neurociencia continúa en aumento. Tenemos datos y modelos sobre cómo está organizado el cerebro, cómo opera, cómo aprende, cómo cambia, cómo se adapta y cómo se enferma. Por lo tanto, me pregunto, ¿es ético obviar ese conocimiento? ¿Es ético ofrecer alternativas de intervención psicológica y consejería utilizando marcos teóricos y acercamientos que no toman en cuenta nuestra neurobiología? ¿Es prudente considerar esta información? El Código de Ética de la profesión de la psicología en Puerto Rico especifica que los psicólogos deben estar comprometidos con el desarrollo del conocimiento sobre la conducta humana y utilizar ese conocimiento para alcanzar el bienestar de las personas. Este asunto obviamente merece una discusión más amplia, pero sería bueno comenzar a reflexionar seriamente sobre qué elementos de la práctica de la psicología en general, en sus respectivos niveles y especialidades, pueden nutrirse del conocimiento de la neurociencia. Pienso que esto debería comenzar desde la misma psicología, considerando hacia dónde se está moviendo la disciplina en otros países.

### **Discusión**

La intención de este artículo es propiciar una reflexión genuina para analizar cómo elementos de la neurociencia pueden aplicarse a la psicología utilizando como base los planteamientos de Kandel (1998), Cappas y colegas (2005), entre otros. No podemos perder de perspectiva que la

psicología y la neurobiología son disciplinas hermanas, y que la neurociencia del siglo XXI es una fuente importante de conocimiento necesario para contestar preguntas complejas. Pienso que hay muchas oportunidades para fortalecer la psicología como disciplina científica y aquí presento dos recomendaciones.

La primera recomendación y paso necesario sería revisar los currículos de los programas graduados de psicología para que se incluyan más cursos y seminarios sobre bases biológicas de la conducta, neurociencia, neuropsicofarmacología, biología molecular básica y técnicas de neuroimagen. Por ejemplo, en el Programa Graduado de Psicología de la UPR, los estudiantes doctorales están obligados a tomar solamente un curso de 3 créditos sobre las bases biológicas de la conducta (Psicología Fisiológica Avanzada). Este curso es el 3.8% del total de créditos necesarios obtener un Ph.D. en psicología. Si estos estudiantes no toman otros cursos sobre bases biológicas, terminan su doctorado con muy poca preparación en una de las áreas de mayor crecimiento en muchos programas. Me refiero al aumento exponencial de investigaciones interdisciplinarias que buscan aplicar el conocimiento neurocientífico para tratar enfermedades neurodegenerativas, adicción y otras condiciones de salud mental y desarrollar intervenciones clínicas basadas en el funcionamiento del cerebro. Para esto se necesitan investigadores y profesionales (incluyendo psicólogos) altamente cualificados y con conocimiento básico de estos temas. En otros programas graduados de psicología en Puerto Rico (e.g., Escuela de Medicina de Ponce, Pontificia Universidad Católica de PR), los estudiantes toman cursos adicionales que combinan temas de neurociencia y psicofarmacología, lo cual me parece bueno. En el examen de reválida para poder ejercer la psicología en Puerto Rico, la parte de bases biológicas tiene un valor de 12%.

Cuando analizamos los programas graduados de psicología en universidades de Estados Unidos, notamos que Harvard, Brown y otras instituciones tienen mayor ofrecimiento de cursos de neurociencia básica para los estudiantes de psicología. Estos programas están diseñados para que los estudiantes tengan una experiencia sólida, tanto a nivel de cursos como en investigación, en áreas de ciencia básica y aplicada. La mayoría de estos programas graduados tiene colaboraciones con departamentos de neurociencia y con sus respectivas escuelas de medicina para que los estudiantes de psicología tomen clases avanzadas de neuroanatomía, neurofisiología y psicofarmacología. Estos currículos interdisciplinarios pueden servir de ejemplos para reorganizar los programas graduados de psicología en Puerto Rico. No estoy sugiriendo que dejemos de enseñar los fundamentos de la psicología y no realicemos investigaciones psicológicas. Estoy proponiendo añadir cursos en temas de neurociencia, ser flexibles para que los estudiantes tomen estos cursos en otros departamentos y establecer un plan de trabajo concreto cuyo objetivo sea aumentar las investigaciones interdisciplinarias, especialmente aquellas que unen la psicología y la neurobiología.

Un segundo paso para lograr mayor integración de la psicología y la neurociencia en Puerto Rico es la educación continua. Este mecanismo es imprescindible para que los psicólogos se mantengan al tanto de los avances en su área de especialidad y para que conozcan también los adelantos en otras áreas cercanas del conocimiento como la neurociencia. Las actividades de educación continua permiten combinar la experiencia de los psicólogos practicantes con los datos de las investigaciones recientes. Las convenciones y conferencias interdisciplinarias propician un ambiente de discusión y de intercambios de ideas que es idóneo para esta iniciativa.

Para algunas personas la neurociencia no es relevante para la psicología. Esta idea se fundamenta en que no todo lo que sabemos sobre el cerebro y el sistema nervioso tiene una aplicación práctica para la psicología. Estoy parcialmente de acuerdo con este argumento. Sin duda hay datos que no nos sirven (por lo menos al día de hoy) para diseñar un tratamiento o una terapia psicológica. Según Kandel (1998), apenas comenzamos a entender algunas operaciones mentales en términos biológicos y puede que estemos todavía lejos de tener una explicación de ciertos cuadros clínicos desde un acercamiento neurobiológico. Pero este argumento no puede ser una justificación para continuar utilizando los mismos modelos teóricos de hace 100 años. La neurociencia puede utilizarse como guía para el diagnóstico, desarrollo de estrategias clínicas y otras intervenciones psicológicas que tomen en consideración el funcionamiento del cerebro.

### Agradecimientos

Este trabajo se realizó con el apoyo del Departamento de Psicología y del Decanato de Ciencias Sociales de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

## Referencias

- Aboitiz, F., García, R. R., Bosman, C., & Brunetti, E. (2006). Cortical memory mechanisms and language origins. *Brain and Language*, 98(1), 40-56.
- Abraham, W. C. (2008). Metaplasticity: tuning synapses and networks for plasticity. *Nature Reviews Neuroscience* 9, 387-387. doi:10.1038/nrn2356
- Anderson, J. R., Fincham, J. M., Qin, Y., & Stocco, A. (2008). A central circuit of the mind. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(4), 136-143. doi:10.1016/j.tics.2008.01.006
- Barker, F. G., 2<sup>nd</sup>. (1995). Phineas among the phrenologists: the American crowbar case and nineteenth-century theories of cerebral localization. *Journal of Neurosurgery*, 82(4), 672-682.
- Bolhuis, J. J., & Gahr, M. (2006). Neural mechanisms of birdsong memory. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(5), 347-357. doi:10.1038/nrn1904
- Bolhuis, J. J., Okanoya, K., & Scharff, C. (2010). Twitter evolution: converging mechanisms in birdsong and human speech. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(11), 747-759. doi:10.1038/nrn2931
- Cappas, N. M., Andres-Hyman, R., & Davidson, L. (2005). What psychotherapists can begin to learn from neuroscience: seven principles of a brain-base psychotherapy. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice*, 42(3), 374-383. doi:10.1037/0033-3204.42.3.374
- Cattaneo, L., & Rizzolatti, G. (2009). The mirror neuron system. *Archives of Neurology*, 66(5), 557-560. doi:10.1001/archneurol.2009.41
- Chalmers, D. J. (1995). Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, 2(3), 200-219.
- Cowey, A. (2010). Visual system: how does blindsight arise? *Current Biology*, 20(17), R702-R704. doi:10.1016/j.cub.2010.07.014
- Cowan, W. M., & Kandel, E. R. (2001). Prospects for neurology and psychiatry. *Journal of the American Medical Association*, 285(5), 594-600. doi:10.1001/jama.285.5.594
- Cowan, W. M., Harter, D. H., & Kandel, E. R. (2000). The emergence of modern neuroscience: some implications for neurology and psychiatry. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 343-391. doi:10.1146/annurev.neuro.23.1.343
- Damasio, A. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: Penguin Books.
- Damasio, A. (2003). *Looking for Spinoza: Joy, sorrow, and the feeling brain*. Orlando, FL: Harvest Book.

- Joshi, P. T. & O'Donnell, D. A. (2003). Consequences of child exposure to war and terrorism. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 6(4), 275-292.
- Hackman, D. A., Farah, M. J., & Meaney, M. J. (2010). Socioeconomic status and the brain: mechanistic insights from human and animal research. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(9), 651-659. doi:10.1038/nrn2897
- Heinrichs, M., Baumgartner, T., Kirschbaum, C., & Ehlert, U. (2003). Social support and oxytocin interact to suppress cortisol and subjective responses to psychosocial stress. *Biological Psychiatry*, 54(12), 1389-1398.
- Holtmaat, A. & Svoboda, K. (2009). Experience-dependent structural synaptic plasticity in the mammalian brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 10, 647-658. doi:10.1038/nrn2699
- Holmes, E. A., & Mathews, A. (2010). Mental imagery in emotion and emotional disorders. *Clinical Psychology Review*, 30, 349-362. doi:10.1016/j.cpr.2010.01.001
- Holmes, E. A., Lang, T. J., & Deerprouse, C. (2009). Mental imagery and emotion in treatment across disorders: using the example of depression. *Cognitive Behaviour Therapy*, 38(1), 21-28. doi:10.1080/16506070902980729
- Homero. (s.f.). *La odisea*. Recuperado de: <http://www.vicentellop.com/TEXTOS/Homero%20-%20La%20Odisea/laodisea.pdf>
- Kandel, E. R. (1998). A new intellectual framework for psychiatry. *American Journal of Psychiatry*, 155, 457-469.
- Kandel, E. R. (1999). Biology and the future of psychoanalysis: a new intellectual framework for psychiatry revisited. *American Journal of Psychiatry*, 156, 505-524.
- Kandel, E. R., & Squire, L. R. (2000). Neuroscience: breaking down scientific barriers to the study of brain and mind. *Science*, 290(5494), 1113-1120. doi:10.1126/science.290.5494.1113
- Kanwisher, N. (2010). Functional specificity in the human brain: a window into the functional architecture of the mind. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(25), 11163-11170. doi:10.1073/pnas.1005062107
- Karenberg, A. (2009). Cerebral localization in the eighteenth century--an overview. *Journal of the History of the Neurosciences*, 18(3), 248-253. doi:10.1080/09647040802026027
- Kuhl, P. K. (2007). Is speech learning 'gated' by the social brain? *Developmental Science*, 10(1), 110-120. doi:10.1111/j.1467-7687.2007.00572.x
- Kuhl, P. K. (2010). Brain mechanisms in early language acquisition. *Neuron*, 67, 713-727. doi:10.1016/j.neuron.2010.08.038
- Kuhl, P. K., & Rivera-Gaxiola, M. (2008). Neural substrates of language acquisition. *Annual Review of Neuroscience*, 31, 511-534. doi:10.1146/annurev.neuro.30.051606.094321



- Kullmann, D. M., & Lamsa, K. P. (2007). Long-term synaptic plasticity in hippocampal interneurons. *Nature Reviews Neuroscience*, 8, 687-699. doi:10.1038/nrn2207
- LeDoux, J. (2003). *Synaptic self: How our brains become who we are*. New York: Penguin Books.
- Lledo, P-M., Alonso, M., & Grubb, M. S. (2006). Adult neurogenesis and functional plasticity in neuronal circuits. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 179-193. doi:10.1038/nrn1867
- Lu, N. Z., & Cidlowski, J. A. (2004). The origin and functions of multiple human glucocorticoid receptor isoforms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1024 (1), 102-123. doi:10.1196/annals.1321.008
- Macmillan, M. (2000). Restoring Phineas Gage: a 150th retrospective. *Journal of the History of the Neurosciences*, 9(1), 46-66. doi:10.1076/0964-704X(200004)9:1;1-2;FT046
- Martin, J. B. (2002). The integration of neurology, psychiatry, and neuroscience in the 21st century. *American Journal of Psychiatry*, 159(5), 695-704. doi:10.1176/appi.ajp.159.5.695
- McClung, C. A., & Nestler, E. J. (2008). Neuroplasticity mediated by altered gene expression. *Neuropsychopharmacology*, 33(1), 3-17. doi:10.1038/sj.npp.1301544
- McEwen, B. S., & Gianaros, P. J. (2010). Central role of the brain in stress and adaptation: links to socioeconomic status, health, and disease. *Annals of the New York Academy of Science*, 1186, 190-222. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.05331.x
- Parvizi, J., & Damasio, A. (2001). Consciousness and the brainstem. *Cognition*, 79, 135-159.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 149-158. doi:10.1038/nrn2317
- Pinker, S. (1997). *How the mind works*. New York: W. W. Norton & Company.
- Raizada, R. D., & Kishiyama, M. M. (2010). Effects of socioeconomic status on brain development, and how cognitive neuroscience may contribute to levelling the playing field. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 1-11. doi:10.3389/neuro.09.003.2010
- Restak, R. M. (1994). *The modular brain: How new discoveries in neuroscience are answering age-old questions about memory, free will, consciousness, and personal identity*. New York: Scribner's.
- Rudebeck, P. H., Bannerman, D. M., & Rushworth, M. F. (2008). The contribution of distinct subregions of the ventromedial frontal cortex to emotion, social behavior, and decision making. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8(4), 485-497. doi:10.3758/CABN.8.4.485
- Shea, S. C. (1998). *Psychiatric interviewing: The art of understanding*. Philadelphia: Saunders.
- Skuse, D. H., & Gallagher, L. (2009). Dopaminergic-neuropeptide interactions in the social brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(1), 27-35. doi:10.1016/j.tics.2008.09.007

- Soon, C. S., Brass, M., Heinze, H. J., & Haynes, J. D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, *11*(5), 543-545. doi:10.1038/nn.2112
- Squire, L. R. (2009). The legacy of patient H. M. for neuroscience. *Neuron*, *61*(1), 6-9. doi:10.1016/j.neuron.2008.12.023
- Tabuchi, A. (2008). Synaptic plasticity-regulated gene expression: a key event in the long-lasting changes of neuronal function. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, *31*(3), 327-335.
- TED (Productor). (2009). Oliver Sacks: What hallucination reveals about our minds. Recuperado de: [www.ted.com](http://www.ted.com)
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: from mind to brain. *Annual Review of Psychology*, *53*, 1-25. doi:10.1146/annurev.psych.53.100901.135114
- Warren, W. C., Clayton, D. F., Ellegren, H., Arnold, A. P., Hillier, L. W., Künstner, A. . . Wilson, R. K. (2010). The genome of a songbird. *Nature*, *464*(7289), 757-762. doi:10.1038/nature08819
- Wolf, M. (2007). *Proust and the squid: The story and science of the reading brain*. New York: Harper Collins.
- Zeki, S. (2007). The neurobiology of love. *FEBS Letters*, *581*, 2575-2579. doi:10.1016/j.febslet.2007.03.094