

NEUROANTROPOLOGÍA. ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MARCO TEÓRICO

Mario A. Mandujano, Carmen Sánchez-Pérez,
Gerardo Alvarado-Ruiz, Patricia Muñoz-Ledo,
Fabiola Soto-Villaseñor y Rosa María Nájera

*Laboratorio de Seguimiento del Neurodesarrollo,
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco/Instituto Nacional de Pediatría*

RESUMEN

Los autores discuten la neuroantropología como un campo del conocimiento antropológico que investiga la relación del cerebro con las condiciones sociales y culturales de la naturaleza humana. Mencionan la hipótesis de Katona sobre la evolución cultural del cerebro. Se postulan las tres evoluciones del cerebro: la del sistema nervioso central en las diversas especies, las hipótesis del acelerado desarrollo del cerebro humano, así como la evolución cultural del cerebro. Se mencionan las bases generales de la evolución y la estructura cerebral de los organismos que comparten conducta social, incluidos los primates. Se describen las tendencias en el desarrollo de la conducta humana, tanto en su base refleja como en respuesta a las condiciones del ambiente; asimismo se describen los movimientos complejos elementales postulados por Katona, que consisten en un conjunto de manifestaciones que de manera simultánea prefiguran futuras conductas. Se enfatiza su papel en el desarrollo cognitivo y emocional.

PALABRAS CLAVE: cultura, evolución cerebral, neuroantropología.

ABSTRACT

The authors discuss the neuroanthropology as a relationship of biological evolution of the brain with the social and cultural conditions of human nature. They postulate the three evolutions of the brain, that of the central nervous system in the various

species, the hypotheses of the accelerated development of the human brain, and the cultural evolution of the brain. Mention is made of the general bases of the evolution and structure of the brain because of social behaviour, including primates. The trends in the development of human behaviour are described, both in its reflexive base and as a response to the environmental conditions; the elementary movements complex proposed by Katona is also described, and consists in a set of behavioural manifestations that simultaneously prefigure future behaviours. They emphasize their role in the cognitive and emotional development. It is concluded that the brain created man and reciprocally the cultural evolution of the brain.

KEYWORDS: brain evolution, culture, neuroanthropology.

La antropología en la amplitud de su campo de estudio define algunos ámbitos mediante la combinación de ciertas desinencias previas o posteriores: paleoantropología, antropología cultural, biológica, entre muchas otras. Tal es el caso de un campo surgido recientemente, la neuroantropología, que intenta sintetizar una serie de aportaciones teóricas, metodológicas y empíricas de las últimas cuatro décadas, acerca del origen y evolución de las funciones mentales, de la cognición, del lenguaje y de las emociones, enfatizando la relación de la cultura y la vida social con las estructuras neurológicas. El estudio de los procesos con base en la cultura dentro de la neurociencia constituye una de las tendencias más dinámicas de las ciencias cognitivas (Días 2010). La neuroantropología es un campo nuevo de investigación que puede aportar al menos dos tipos de contribución a nuestra comprensión de la relación cerebro-cultura: la primera investiga cómo los significados y las prácticas compartidos socialmente se reflejan en la estructura y el funcionamiento del cerebro: la cultura en el cerebro; la segunda relaciona los procesos neurales que generan tales significados y prácticas socialmente compartidos: el cerebro en la cultura. La neurociencia cultural se enfoca en contestar la primera pregunta, mientras la neurociencia social aborda la segunda. Así, la perspectiva neuroantropológica es vital para integrar ambas dimensiones de la condición humana. Es impresionante observar la enorme influencia de la cultura sobre el cerebro, todas las aéreas cerebrales, corticales y subcorticales responden ante el flujo cultural de la experiencia. La cultura no sólo modela los patrones preexistentes o básicos de la actividad neural, al influir la función cerebral, la cultura también cambia la estructura cerebral (Domínguez *et al.* 2009, 2010).

Los nuevos conocimientos en neurociencia permiten inferir la neuroanatomía funcional con potencialidad para entender las bases neurales del comportamiento durante 2.6 millones de años de registros arqueológicos. Esos nuevos desarrollos también muestran la complejidad de las relaciones entre el cuerpo y el cerebro entre cerebros individuales con los ambientes físicos y sociales en los que están inmersos.

En parte debido a las relaciones limitadas de la antropología con la psicología y la neurociencia, la investigación de la neurociencia cultural en la mayoría de los casos se ha hecho sin la participación de los antropólogos y de la teoría antropológica (Brown y Seligman 2009), mientras la antropología tiene vías de desarrollo con la teoría social, la etnografía, los modelos culturales, la antropología médica y la paleopatología neurológica, y desde luego la neurociencia cultural, entre otros campos.

La neuroantropología tiene, por lo tanto, dos dimensiones temporales: la diacrónica que se refiere a la evolución, que cuenta con apoyo empírico limitado, y la sincrónica o contemporánea, que corresponde básicamente a la neurociencia cognitiva, con enorme base empírica mediante estudios de neuroimagen, de neuroimagen funcional y de neurofisiología cognitiva (Han y Northoff 2008; Kobayashi y Temple 2009).

Prima facie se exponen algunas nociones e hipótesis con el objetivo de promover el desarrollo de los conceptos centrales y fortalecer con investigaciones y elementos empíricos la relación del funcionamiento neurológico en sus condiciones actuales y en su dimensión evolutiva, en cuanto a la morfología, la neurofisiología, la imagenología y la psicología experimental.

En la mitología y en la simbología animal se postula que los animales y los dioses tienen características similares (Charbonneau-Lassay 1997), pero en el medio de estos extremos metafóricos se ubica un caso real, el humano, en quien converge lo biológico con lo divino, en virtud de una estructura que le caracteriza: el cerebro. También en la historia mitológica del humano se dice que heredó de los dioses una forma particular de ser, la cultura. Así, puede enfatizarse que en la neuroantropología surge la necesidad de investigar la relación de la cultura con el cerebro en su dimensión evolutiva. Katona ha sintetizado la hipótesis central en términos de la evolución cultural del cerebro (Katona 2009), mientras Damasio postula de manera correlativa que el cerebro creó al humano (Damasio 2010b). Katona, al recapitular la historia filogenética de la

bipedestación del humano, previa al desarrollo cerebral, describió un conjunto de patrones motores de verticalización que de forma simultánea, desde el nacimiento, anticipan el comportamiento motor que de manera rígida y por mecanismos epigenéticos desarrollará el lactante durante los siguientes dos años: sedestación, gateo, bipedestación y marcha (Berenyi *et al.* 2011; Mandujano *et al.* 2005, 2010).

Se inicia esta discusión planteando que el cerebro humano ha tenido tres evoluciones:

- Desde el punto de vista filogenético, la evolución del sistema nervioso. Los organismos unicelulares ya tienen estructuras que regulan su actividad, desplazamiento, respiración, alimentación y reproducción, entre otras, pero conforme se configuran en organismos pluricelulares requerirán otras estructuras que les permitan relacionarse entre sí y desenvolverse en el ambiente; algunos tienen estructura radiada, otros tienden a una polarización que produce un extremo cefálico con estructuras nerviosas ganglionares axiales. El surgimiento de las extremidades y la simetría bilateral requerirán sistemas de regulación intersegmentaria y de coordinación entre ambos lados y relación con los sistemas vegetativos de mantenimiento de la vida: circulación, respiración, mantenimiento de la temperatura, alimentación, conducta sexual y particularmente estructuras sensoriales internas (propioceptivas), exteroceptores de contacto y a distancia. Progresivamente surgieron sistemas de interrelación axial (longitudinal) y comisurales a distintos niveles, tronco cerebral, ganglios basales, estructuras centroencefálicas y de corteza cerebral. Aunque los postulados de naturaleza filogenética se basan en estudios de anatomía y fisiología comparadas, ya que no se cuenta con registros fósiles, excepto los contenedores óseos, son plausibles (Sarnat y Netsky 1974).
- Los mecanismos biológicos subyacentes a la evolución del cerebro humano. Durante el Holoceno surgió una especie, producto de la evolución biológica, con características diferentes de las demás, como la locomoción bípeda, manos capaces de movimientos muy finos, capacidades de comunicación mediante sistemas codificados y significativos que le hizo posible una conducta gregaria y le permitió actuar sobre los medios naturales que transformó; produjo objetos, herramientas, vivienda, alimentos y generó costumbres,

creencias, mitos y técnicas que progresivamente constituyeron lo que ahora denominamos *cultura*. Todo con base en el desarrollo extraordinario de una estructura neurológica, un cerebro inteligente. Fue capaz de reflexionar y producir nociones sobre sí mismo que de una manera imperceptible produjo lo que actualmente se denomina *conocimiento antropológico*. La especie humana es un producto particular de la evolución de las especies; sin embargo, el enfoque estrictamente biológico es insuficiente para explicar y dar cuenta de la humanidad.

- La evolución cultural del cerebro y la formación de la mente. Cultura, civilización y el cerebro humano. La neuroantropología se desarrolla sobre la base de los avances de las neurociencias y de las ciencias cognitivas para comprender los procesos interactivos de la cultura con la biología en el desarrollo y comportamiento humano, que se han anticipado en la integración del conocimiento neurobiológico. En la neurobiología se postula que la inteligencia es una forma de organización de la materia viva (Piaget 1983). La neuroantropología, por lo tanto, da cuenta del desarrollo filio y ontogénico del cerebro, de las características de su estructura, las relaciones anatomofuncionales ante las condiciones de la “norma de especie” y ante condiciones de patología. Se trata de un tema privilegiado para ser discutido desde el marco de la antropología biológica.

El campo de estudio de la neuroantropología es muy amplio y le corresponde abordar las bases de la actividad humana, incluidas las sensaciones, la percepción, el comportamiento motor, la cognición, el lenguaje y el arte, entre otros elementos.

Es necesario fortalecer la perspectiva biológica de la evolución con el enfoque cultural de la vida humana, asimilando los elementos biológicos, los psicológicos y sociales, conceptos fundamentales para la antropología y para las ciencias de la salud.

El señalar las “tres evoluciones del cerebro humano” implica plantear, al menos hipotéticamente, la posibilidad de que el cerebro haya tenido y tenga una evolución social y cultural. Esto no quiere decir que se incurse en el complejo campo de la relación fenotipo-genotipo ni la participación directa del ambiente en el genoma.

Para los humanos la evolución biológica implica características particulares: produjo procesos biocibernéticos que hicieron posible el desarrollo de las funciones cerebrales superiores: el pensamiento, el lenguaje y una forma especial de conducta emocional. Sin embargo, la complejidad del cerebro humano no es sólo el resultado de una evolución lineal. De acuerdo con investigaciones recientes, el caso de los humanos es un tipo privilegiado de evolución cuyos cerebros tuvieron un proceso muy rápido, único entre las diversas especies, que implicó un enorme número de mutaciones en un gran número de genes, logrando tanto en apenas unos pocos millones de años, con un proceso selectivo tal vez diferente de los procesos típicos de adquisición de nuevas características biológicas (Lahn y Ebenstein 2009). El desarrollo de la conducta sociocultural pudo ser una de las causas; en un ambiente social en el contexto de condiciones climáticas y de necesidades de sobrevivencia, las mejores capacidades cognitivas constituyeron algo más que una ventaja. Al mismo tiempo se modificaron las condiciones de la estructura y de sus funciones. Desde el enfoque de la anatomía comparada, el cerebro humano tiene estructuras neurológicas similares a las demás especies de mamíferos: médula espinal, tallo cerebral, núcleos centroencefálicos; sin embargo, dejando de lado el surgimiento de las áreas prefrontales, estas estructuras tienen funciones cualitativamente diferentes en relación con la fonoarticulación, la cognición y el desarrollo emocional: los automatismos subyacentes a la respiración y a la deglución se transforman y adaptan para la producción del habla, como ejemplo.

Se especula que la inteligencia también tuvo un importante papel adaptativo. Así, para entender el desarrollo humano y el comportamiento es necesario considerar tanto los procesos biológicos como la evolución cultural, aunque desconozcamos los mecanismos operantes. El desarrollo cultural se convirtió en una fuerza evolutiva dominante en las especies humanas. Su principio y desarrollo sólo fueron posibles debido a esa única dotación biológica, el genotipo humano.

El análisis y la comprensión de la evolución de los humanos requieren profundizar también el estudio del papel de la selección natural en las poblaciones. El humano domina el planeta, en virtud de las innovaciones tecnológicas que ha generado al menos los últimos 10 000 años, que se apoyan en características biológicas que se establecieron mucho antes de la aparición del *H. sapiens*. A través de los 60 millones de años de evolución de los primates, cambiaron no sólo las estructuras con el desarrollo

de las áreas prefrontales del cerebro, sino la función en todos los niveles. La evolución cultural descansa sobre bases biológicas establecidas mucho antes de la aparición de los modernos *H. sapiens*, alrededor de 100 000 a 200 000 años atrás. Los primeros primates aparecieron en torno a 69 millones de años atrás, cerca de 2 millones de años antes del final de la era de los dinosaurios. Hace 20 millones de años hubo simios y hace 5 millones de años nuestros antepasados y parientes más cercanos se habían separado de los otros simios. No fue hasta unos 2.6 millones de años atrás, sin embargo, que la primera especie clasificada como plenamente humana apareció en África: el *Homo habilis*. *Habilis* tenía sólo alrededor de la mitad de nuestro moderno tamaño del cerebro y su laringe no estaba lo suficientemente desarrollada para expresarse, pero fueron las primeras especies conocidas que tuvieron o fabricaron herramientas de piedra, y su gran cerebro, para la época, incluyó el desarrollo en las zonas que ahora se consideran esenciales para el habla. Vivieron en especie de basureros, utilizaron cuchillos de piedra y raspadores para cortar a través de la piel de animales ya muertos. Parece probable que tenían algunos rudimentos de organización social y compartieron los alimentos dentro de su grupo social. Dentro de un par de cientos de miles de años, otra especie humana se desarrolló, *Homo erectus*, con hallazgos fósiles en Asia, Europa y África. *H. erectus* difiere de *H. habilis* en cerebro y en comportamiento. Con un cerebro de 3/4 partes del tamaño moderno y un mayor desarrollo de las zonas de voz y la laringe, los *H. erectus*, probablemente, utilizaron sonidos para la comunicación, que no ha sido lo que podríamos considerar como lenguaje, sino un inicio. Lograron controlar los incendios, cocinar los alimentos, gracias a la mejor calidad y más diversas herramientas de piedra consiguieron sus carnes de la caza y, por lo tanto, fue el primer ser humano cazador y recolector. Al igual que todos los integrantes de la especie humana, se había extendido la infancia que, entre otros procesos, requiere de una intensa lucha para el desarrollo cerebral posnatal (Ember *et al.* 2004). Es posible que todos estos cambios ocurrieran porque la posición erecta y la locomoción bípeda dieron libertad para usar las manos, tomar las cosas, los alimentos, para utilizar y producir herramientas e incluso armas. Tuvo nuevas posibilidades de visión, de control óculomotor en el plano horizontal, con una función coordinada visual-motora que cambió cualitativamente sus procesos sensoriales.

La complejidad del cerebro humano no es simplemente el resultado de evolución constante. En su lugar, los seres humanos son verdaderamente privilegiados entre los animales, con cerebros que se han desarrollado en un tipo de evolución extraordinariamente rápida, única en su especie, debido a que implica un gran número de mutaciones en un gran número de genes. Lograr tanto en tan poco tiempo evolutivo –unas pocas decenas de millones de años– requiere un proceso selectivo que quizás es radicalmente diferente de los típicos procesos de adquisición de nuevos rasgos biológicos. El desarrollo de la sociedad humana puede ser la razón. En un entorno cada vez más social, el poseer más capacidades cognitivas se constituyó una ventaja. Por lo tanto, con el fin de entender el desarrollo y el comportamiento humano se han de considerar los procesos biológicos y la evolución cultural, independientemente del conocimiento de los mecanismos reales. El desarrollo de la cultura se convirtió en la fuerza evolutiva dominante en la especie humana.

Así, la evolución del ser humano es el resultado de interacciones entre factores biológicos y culturales. La evolución biológica es el cambio en la herencia, es decir, el cambio en los genes de las poblaciones y en las colonias de organismos vivos de una generación a la siguiente. La mayoría de los biólogos concuerdan en que ese cambio puede llevarse a cabo a través de la interacción de los cinco principales agentes causales. Éstos son: mutación, recombinación, selección, deriva genética y migración. La mutación produce cambios en los genes y las variantes de la estructura de los genes; éstas son las materias primas de la evolución. En aquellos organismos que se reproducen sexualmente, estas variantes se combinan y recombinan para formar innumerables genotipos diferentes. La reproducción sexual es el mecanismo más eficaz para crear nuevas constelaciones de genes. En organismos superiores, por lo menos, se torna mucho más importante que la mutación como creador de nuevos genotipos. Las potencialidades de este mecanismo son realmente grandes. Cada ser humano es, entonces, el área de un genotipo único. Con excepción de los gemelos idénticos, no hay dos personas genéticamente idénticas (Dobzhansky 1956).

El desarrollo de las funciones mentales y de la conciencia no depende exclusivamente de la genética, que entre otros cambios condicionó que sólo una mínima parte del cerebro tenga localización funcional específica. El resto del cerebro no responde al modelo localizacionista de las fun-

ciones. La sensación y la percepción, que son funciones básicas, también tienen cambios cualitativamente diferentes. La percepción se acompaña y se organiza en forma de mapas muy complejos que consideran, por una parte, elementos contextuales pasados, presentes y aun futuros y, por otra, despiertan un conjunto de reacciones emocionales y sentimientos de fondo que Damasio denomina *Qualia I*, en los que están relacionados los estados corporales propioceptivos con los perceptivos. Los *Qualia II* sintetizan los *Qualia I* con los mapas de actividad sensorial relacionados con todo el cuerpo y con mapas de reacciones emocionales (Damasio 2010a). Los neurocientíficos orientados a la neuroantropología afirman que esta relación de propiocepción corporal en combinación con el desarrollo emocional es básica para la construcción de la corporeidad (*embodiment*) en una dimensión social (Domínguez *et al.* 2009, 2010). Mientras en los mamíferos los estímulos ambientales desencadenan reacciones más o menos estereotipadas de tipo instintivo, en los primates no humanos ya se encuentran esquemas de acción intermedios, pero en los humanos se producen reacciones de asimilación y acomodación que se orientarán a formar esquemas novedosos de acción, progresivamente independientes del estímulo directo. Hay un paradigma muy interesante, aunque su soporte empírico aún es insuficiente, pero cuenta con numerosas referencias; se trata de la postulación de neuronas espejo (*mirror neurons*) que aceleran los esquemas de imitación que, a su vez, formarán esquemas de imitación diferida, optimizando los procesos de aprendizaje. Estas características de la imitación también se han postulado como una fuerza evolutiva para el desarrollo del cerebro y la conducta sociocultural. Otra característica es la prolongación de la infancia, que ofrece más tiempo para el aprendizaje y para el cierre de los esquemas correspondientes.

Todo esto se logra en virtud de las áreas prefrontales que con una enorme dotación de neuronas que no están especializadas para funciones específicas permiten el desarrollo de las funciones mentales superiores en equilibrio con las emociones, es decir, con un equilibrio gnoseoafectivo. Las funciones mentales incluyen un tipo especial de memoria procedural, estrategias de aprendizaje, apropiación y síntesis de contenidos e ideas, nociones éticas y conciencia histórica, lenguaje, lectoescritura, en fin, asimilación de la cultura.

Así, al humano no le basta el proceso perceptivo; la actividad mental y el lenguaje le permiten esquemas abstractos, significativos. No se limita

al dato directo sino a su interpretación. Produce imágenes, esquemas y mapas significativos complejos. En relación con la definición de la mente, la literatura es muy abundante. No es posible desarrollarla en este texto, pero baste señalar que se trata de estados neurofisiológicos del cerebro que implican contenidos. Pero la constitución de la mente ha requerido un largo proceso histórico, de naturaleza simbólica y social.

Así, se ha postulado la hipótesis del cerebro social como una exigencia de las interacciones sociales complejas en grupos que han estimulado el aumento adaptativo del tamaño del cerebro en el orden biológico de los primates, una relación que no se da en otros órdenes de mamíferos (Dunbar 2009; Dunbar y Shultz 2007a, 2007b; Shultz y Dunbar 2007). La importancia de la vinculación entre los primates explicaría por qué el contacto físico inicia una cascada neuroquímica, con la participación de la oxitocina y los opiáceos, que es refuerzo positivo y fundamental para la cohesión social (Dunbar 2010). Mientras que tales mecanismos neuroendocrinos siguen siendo importantes en la interacción social, no parece suficiente para explicar la cohesión grupal entre los seres humanos, para quienes el lenguaje y la tecnología constituyen la base para ampliar las esferas de interacción social. Los seres humanos y los grandes simios (Hominidae), pero no otros primates, tienen una clase especial de neuronas denominadas de Von Economo (VEN) que unen las áreas fronto-insulares y la corteza cingulada anterior (CAC) a otras áreas de la corteza prefrontal (Nimchinsky *et al.* 1999). La densidad de VEN está relacionada con los grados de sociabilidad exhibidos en cuatro géneros de los grandes simios: orangutanes (*Pongo*), gorilas (*Gorilla*), chimpancés (*Pan troglodytes*) y humanos (*Homo*). Estos hallazgos sugieren un papel emocional en el complejo comportamiento social, junto con las similitudes en la corteza prefrontal, entre los humanos y los otros grandes simios (Semendeferi *et al.* 1998, 2001). En los seres humanos, los sistemas neurales de corporalidad emocional parecen estar particularmente bien desarrollados.

Diversos autores argumentan la base anatómica y funcional, ligada al sistema límbico en relación con la conducta social y el desarrollo de nociones complejas, como la moral, la equidad en las interacciones sociales, por supuesto en correlación con la corteza cerebral (Meeks y Jeste 2009).

La realización y el conocimiento de los procesos biocibernéticos, altamente complejos de nuestros cuerpos, ha estado fuera del marco conceptual, aunque la ciencia básica intenta abordarlos. Ya que aunque tales

nociones pueden parecer distantes de la conciencia corporal, representan una extensión lógica a las amenazas a la integridad corporal en el ámbito social o en el *embodiment* social. En la medida en que las acciones de los demás amenazan la supervivencia física, es posible que se experimenten las ideas de justicia. También la equidad puede vincularse a la supervivencia, debido a que, por ejemplo, la exclusión del grupo se percibe como potencialmente amenazante para la supervivencia. La significación de los correlatos neuronales emocionales del *embodiment* se extiende o incluyen la vocalización, el lenguaje y aun la música, todos elementos importantes en los rituales.

Luria en concordancia con la mayoría de los neurocientíficos (Magoun, Hugglings Jackson, Freud), ha postulado la estructura cerebral por bloques (Luria 1980). Considera como el diseño básico la organización en tres bloques funcionales:

- El primer bloque funcional o energético incluye las respuestas reflejas y las funciones neurovegetativas: lo integran el tronco cerebral con la formación reticular y la corteza cerebral primitiva (circuito límbico). Asegura el tono general del sistema, la organización de la vigilia y del sueño y mantiene por periodos prolongados los estímulos. La conducta, además de los reflejos, incluye aspectos estereotipados de la conducta, por supuesto dependiente de los estímulos externos, prácticamente directos y los aspectos generales del instinto.
- El segundo bloque sensorial-motor, además de las estructuras previamente mencionadas, incluye las regiones posteriores de la corteza cerebral y sus conexiones subcorticales con los ganglios basales y el tálamo; contiene áreas primarias de proyección sensorial, áreas secundarias de proyección asociativa y terciarias de analizadores intersensoriales. Corresponde al sistema de recepción, codificación y almacenamiento de la información. Este bloque organiza un tipo de conducta que en los animales se denomina *conducta individualmente variable*. Aunque la conducta continúa dependiendo de las relaciones con el exterior, varía entre individuos.
- El tercer bloque funcional o de la conducta intencional contiene a los lóbulos frontales, también en relación con el resto de las estructuras cerebrales, tanto corticales como subcorticales. Organiza los procesos de programación y control de la actividad motora

consciente y de la actividad mental superior, que toma distancia de la relación directa con los estímulos ambientales.

La observación de los comportamientos humanos con diversos fines y bajo diversas perspectivas ha sido una tarea compleja que actualmente tiene una relevancia fundamental, no sólo bajo las perspectivas médica y psicológica que se amplían constantemente, sino también por el interés que representa para el campo epistemológico (Piaget 1983).

Las visiones innatistas o ambientalistas que han impregnado el análisis del desarrollo humano siguen vigentes. El papel de lo genético en la génesis de los comportamientos biológicos y su relación con los estímulos ambientales es un punto permanentemente debatido. Actualmente, pocos niegan la participación de ambas, señalándose la interacción; sin embargo, en los hechos sólo algunos procesos se revisan con un acercamiento epigenético. En este sentido, se han revisado dos tipos de comportamientos innatos: la actividad refleja y las conductas instintivas.

Coghill, en controversia con Windle (Coghill 1929; Windle 1940), señalaba que la actividad refleja depende del estímulo externo y de las condiciones ontogénicas del sistema orgánico, y que toda reacción refleja procedía de una diferenciación orgánica y, por tanto, de origen interno. Por ello, afirmaba que los procesos evolutivos se caracterizan por partir de reacciones generales que se diferencian durante el proceso evolutivo a partir del sustrato anatómico adquirido en la ontogenia y en función del medio como modulador de su organización. Dichos postulados fueron explorados y demostrados para múltiples reflejos humanos (reflejos primitivos), desde hace más de 60 años, por T. Humphrey, quien describió y analizó, entre otros, la ontogenia de reflejos de búsqueda, deglución, prensión palmar y plantar (Humphrey y Hooker 1959, 1961).

Las secuencias reflejas encadenadas (reacciones reflejas) y los patrones reflejos de alta complejidad, descritos ampliamente en los estudios de experimentación clásicos de Sherrington (1947), tienen una evolución similar, sobre reflejos espinales homo- y contralaterales, y los de Magnus y Klein sobre las reacciones tónicas cervicales, y laberínticas en animales con diversos niveles de lesión cerebral (Magnus 1924; Magnus y Rosanoff 1977). Estos estudios han mostrado los mecanismos de control de estructuras y funcionamientos superiores adquiridos en la ontogénesis sobre diversos segmentos anatómicos inferiores.

De la misma manera que la actividad refleja, los comportamientos instintivos se corresponden con secuencias de comportamiento de tipo innato (un saber hacer preprogramado) ante estímulos ambientales o entornos específicos evocadores. Estos comportamientos instintivos o impulsos naturales de conservación, supervivencia, cortejo sexual etcétera, tienen características similares entre los individuos de la misma especie, variabilidad limitada sin llegar a la esterotipia del reflejo y respuestas diferenciales por género o estado. En este sentido, los trabajos pioneros de los etólogos Tinbergen y Lorenz (Lorenz 1972), entre otros, han descrito las conductas de cortejo en pájaros o el rascado en los caninos, etcétera. Otros autores han señalado que muy pocos patrones de este tipo de comportamiento se conservan o se describen entre los humanos.

En relación con los humanos, Katona en su planteamiento concreto de naturaleza neuroantropológica sintetiza la evolución de la bipedestación de la especie humana con un sustrato biológico. Se trata de los movimientos complejos elementales (MCE). Son movimientos con posibilidad de diferenciarse entre especies, están presentes en los neonatos desde las 25 semanas de gestación hasta los primeros meses de vida. Manifiestan la capacidad instintiva elemental, sustrato automático sobre el que se organizan los movimientos finos y voluntarios. Representan anticipadamente los comportamientos posturales y la movilidad humana característica, disposición genética que depende en gran medida de las estructuras estriopalidas. No se ha documentado que puedan ser influidos por aspectos culturales, ya que están presentes desde el nacimiento en forma automática. Sin embargo, su relación en el desarrollo con diversas estructuras cerebrales le asigna fecundidad, no sólo para el desarrollo motor sino para el desarrollo emocional. Katona describió su organización neurofisiológica y los propuso como instrumentos diagnósticos de la integridad funcional del sistema nervioso central y periférico, y como herramientas terapéuticas bajo prescripción específica; estableció el potencial de los MCE para el diagnóstico temprano e intervención en lesiones del sistema nervioso desde el nacimiento. Katona postula que al ser patrones de movimiento cuya organización depende de la estimulación vestibular, vía mielinizada a temprana edad, activan las estructuras del tallo cerebral, centro-encefálicas, de los núcleos basales y del arquí y paliocerebelo, generando:

- a) La activación descendente (vestíbulo-espinal y cerebelo-vestibular) de los reflejos espinales de enderezamiento con acción en los

- músculos antigravitatorios cervicales, del tronco superior (espino-cerebeloso-ventral o cruzado) y posteriormente de las extremidades superiores, tronco inferior y extremidades inferiores (espino-cerebeloso dorsal o directo), provocados por la estimulación de propioceptores musculares, articulares y tendinosos.
- b) Por vía ascendente (*biofeedback*); esta activación secundaria a la activación vestibular estimula la corteza sensorial a través de vías espino-talámicas, tálamo-corticales y espino-cerebelosas que llegan a la corteza sensorial. La nueva estimulación sensorial de orden cortical activa las vías motoras que controlan el movimiento voluntario (cortico-espinal y cortico-nuclear), permitiendo su organización posterior (transcurso de los dos primeros años de vida).
 - c) También, la información propioceptiva del laberinto (como respuesta a estímulos gravitatorios) se refuerza posteriormente con los estímulos propioceptivos (musculares y articulares), originando respuestas vestíbulo-oculomotoras (vía tecto-espinal), cuando se presentan los enderezamientos de la cabeza.
 - d) Además, la estimulación gravitacional laberíntica (por su organización central) induce la activación de la sustancia reticular ascendente (retículo-cortical) y, por consiguiente, la estimulación cortical del sistema de alertamiento de la corteza, facilitando la activación de los sistemas sensitivo-motrices, y por vía descendente (cortico-estrio-retículo-espinal) los del sistema facilitador reticular para el alertamiento y los reflejos primarios de orientación.
 - e) La activación reticular facilita la activación de la *sustancia nigra* y los sistemas dopaminérgicos de activación del movimiento voluntario.
 - f) La estimulación centro-encefálica que parte del estímulo anti-gravitatorio central, junto con la activación de los movimientos de equilibrio y la activación general corporal de tronco y de las extremidades, activa la sustancia reticular y ésta al hipotálamo y al sistema límbico general que incluye la amígdala, favoreciendo la organización mnésica de los movimientos, condiciones indispensables para organizar las formas posteriores del movimiento voluntario y las construcciones cognitivas tardías que incluyen la memoria espacial, sin dejar de enfatizar su relación con los sistemas de regulación emocional.

En condiciones normales todos estos patrones de organización funcional son el sustrato de las conductas voluntarias y su alteración se expresa por el retardo en la adquisición de dichos comportamientos.

Las diferencias en el tiempo necesario para obtener la activación, la regulación de los movimientos para mantener el equilibrio, la actividad de las extremidades y la capacidad de mantener la atención con fijación visual son criterios que pueden emplearse para considerar la respuesta esperada en los MCE (Berenyi *et al.* 2011; Katona 1988). La evolución del comportamiento (actividades con objetivo y dirección) sensoriomotriz depende no sólo de los movimientos innatos automáticos en su origen, los aspectos motivacionales y afectivos son también una condición fundamental para su adquisición (aspectos límbicos). Sin embargo, los comportamientos voluntarios van a depender inmediatamente después del nacimiento de estímulos culturales.

Constituyen la base de nuevas acciones que en secuencia ontogénica inician su diferenciación hacia comportamientos voluntarios en los primeros meses de la vida, no sólo en los aspectos motrices sino también para la compleja integración sensorio-perceptiva visual, auditiva, olfativa y táctil, sustrato de la autorregulación, de las praxias, del desarrollo emocional y cognitivo.

Katona considera algunos de los MCE más importantes para el diagnóstico y la terapéutica: los movimientos automáticos de verticalización en suspensión en el aire, verticalización durante la tracción a sentado en dos posiciones, movimientos automáticos de gateo con tres modalidades y movimientos automáticos de marcha, en tres posiciones.

Sentado en el aire: se toma al lactante por los muslos con los dedos índice y medio en el isquion y el pulgar en la ingle, colocando el dorso hacia el pecho del examinador, sin recargarlo, sosteniéndole en el aire. De manera natural el lactante tiende a curvarse hacia delante, y abajo al iniciar la reacción. La reacción se presenta con el enderezamiento de tronco y cabeza del niño, acompañado de movimientos desordenados en las extremidades superiores, y a solicitud de un tercero que lo mira de frente, obtiene su fijación visual y seguimiento. Puede reactivarse después de una pausa de segundos.

Verticalización al llevar a sentado: manteniendo los pulgares del examinador con una suave presión sobre las palmas de las manos del lactante y colando el índice sobre el dorso, se tracciona de manera brusca,

suspendiendo el tronco hasta un ángulo de 20° respecto al plano de la mesa, esperando la respuesta. El niño responde con tracción de sus brazos alineando la cabeza con el eje vertical del tronco y la mantiene momentáneamente al alcanzar el sedente, posteriormente el examinador desciende los brazos del niño conforme le lleva a la posición de sentado. El contacto visual en esta maniobra sólo se considera para fines de terapia por el papel que va a desempeñar posteriormente la fijación en la postura erguida (movimiento en el espacio). El desarrollo de los reflejos ópticos de enderezamiento y actividades oculares de seguimiento horizontal y vertical son indispensables para la orientación espacial y posturales, y para la estabilidad de las coordinaciones complejas posteriores.

Gateo automático con desplazamiento: se eleva la cabeza y el tronco sosteniéndolo en esta posición con una mano en la región ventral del tronco y con la otra elevando la barbilla a 90° respecto de la camilla, de modo que tanto los miembros superiores como los inferiores la contacten. Al desplazarlo suavemente de manera horizontal hacia delante, la respuesta se presenta desencadenando movimientos de gateo reflejo. El gateo en plano inclinado corresponde al desplazamiento espontáneo que realiza el lactante por sí mismo sobre una camilla, al colocarlo con la cabeza vertical dirigida hacia el lado declive dispuesto en un ángulo máximo de 30°, pudiendo escalar contra la gravedad cuando se le coloca en plano inclinado ascendente. De manera general, la fuerza del gateo es mayor en la cintura pélvica y los miembros inferiores, sus características son similares a los de la marcha automática, ya que el ritmo de activación de flexiones y extensiones tiende a ser el mismo.

Para explorar la marcha automática inicia con movimientos reflejos de enderezamiento de miembros inferiores, tronco y cabeza al inclinar el cuerpo del niño adelante, considerando provocar un ángulo de talón de 10° a 20°, de modo que la línea de gravedad se desplace delante de los pies, lo que usualmente basta para desencadenar movimientos reflejos de marcha en forma automática.

Los elementos hasta aquí planteados permiten ejemplificar cómo a partir de sustratos biológicos de naturaleza evolutiva, mediante mecanismos epigenéticos, es posible potencializarlos con imperativos funcionales que para el caso de los humanos es su naturaleza social.

Para concluir, puede decirse que la evolución ha dejado su huella en el cerebro. En la literatura especializada hay evidencia creciente de la

relación cultura-cerebro, además, la historia filogenética de la locomoción bípeda se manifiesta en el recién nacido. Resta un largo camino en la investigación para seguir otras huellas culturales de Adán en el cerebro humano, con base en datos empíricos sobre los paradigmas modernos, como las neuronas espejo, los sustratos de la teoría de la mente, de la conducta emocional, entre otros temas de la neurociencia cognitiva.

Será necesario desarrollar y formular los conceptos sobre los objetos con que se trabaja: cognición, conducta, razonamiento, mente y proponer el desarrollo de estrategias apropiadas para la investigación, para la validación y para la difusión de la teoría. Son los objetivos para la construcción de un marco teórico para el campo neuroantropológico.

REFERENCIAS

BERENYI, M. *ET AL.*

- 2011 Phylo- and ontogenetic aspects of erect posture and walking in developmental neurology, *Ideggyogy Szemle (Clinical Neuroscience)*, 64 (7-8): 239-247.

BROWN, R. A. Y R. SELIGMAN

- 2009 Anthropology and Cultural Neuroscience: Creating productive intersections in parallel fields, J. Y. Chiao (ed.), *Progress in Brain Research*, 178: 31-42.

CHARBONNEAU-LASSAY, L.

- 1997 *El bestiario de Cristo. El simbolismo animal en la antigüedad y la Edad Media*, F. Gutiérrez (traductor), José J. de Olañeta, Barcelona.

COGHILL, G. E.

- 1929 *Anatomy and the problem of behavior*, MacMillan, Nueva York.

DAMASIO, A.

- 2010 *Y el cerebro creó al hombre*, Destino, Madrid.

DÍAS, A. M.

- 2010 The foundations of Neuroanthropology, *Frontiers in Evolutionary Neuroscience*, 2: 5.

DOBZHANSKY, THEODOSIUS

- 1956 *The biological basis of human freedom*, Columbia University Press, Nueva York.

DOMÍNGUEZ DUQUE, J. F. *ET AL.*

- 2009 The brain in culture and culture in the brain: A review of core issues in Neuroanthropology, *Progress in Brain Research*, 178: 43-64.
- 2010 Neuroanthropology: A humanistic science for the study of the culture-brain nexus, *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5 (2-3): 138-147.

DUNBAR, R. I.

- 2009 Darwin and the ghost of Phineas Gage: Neuro-evolution and the social brain, *Cortex*, 45 (10): 1 119-1 125.
- 2010 The social role of touch in humans and primates: Behavioural function and neurobiological mechanisms, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34 (2): 260-268.

DUNBAR, R. I. Y S. SHULTZ

- 2007a Evolution in the social brain, *Science*, 317 (5 843): 1 344-1 347.
- 2007b Understanding primate brain evolution, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 362 (1 480): 649-658.

EMBER, C. R., M. EMBER Y P. PEREGRINE

- 2004 *Antropología*, trad. de S. Montero, Prentice Hall, Madrid.

HAN, S. Y G. NORTHOFF

- 2008 Culture-sensitive neural substrates of human cognition: A transcultural neuroimaging approach, *Nature Reviews Neuroscience*, 9 (8): 646-654.

HUMPHREY, T. Y D. HOOKER

- 1959 Double simultaneous stimulation of human fetuses and the anatomical patterns underlying the reflexes elicited, *Journal of Comparative Neurology*, 112 :75-102.
- 1961 Reflexes elicited by stimulating perineal and adjacent areas of Human Fetuses, *Transactions of the American Neurological Association*, 86: 147-152.

KATONA, F.

- 1988 Developmental Clinical Neurology and Neurohabilitation in the secondary prevention of the pre- and perinatal injuries of the brain,

- P. Vietze y H. Vaughan (eds.), *Early Identification of Infants with Developmental Disabilities*, Grune and Stratton, Filadelfia: 121-144.
- 2009 *Az agy fejlődésének kultúrtörténete*, Medicina Könyvkiadó, Budapest.
- KOBAYASHI, F. C. Y E. TEMPLE
- 2009 Cultural effects on the neural basis of theory of mind, *Progress in Brain Research*, 178: 213-223.
- LAHN, B. T. Y L. EBENSTEIN
- 2009 Let's celebrate human genetic diversity, *Nature*, 461 (7 265): 726-728.
- LORENZ, K.
- 1972 *Evolución y modificación de la conducta*, Siglo XXI, México.
- LURIA, A. R.
- 1980 *Introducción evolucionista a la psicología*, Fontanella, Barcelona.
- MAGNUS, R.
- 1924 *Body posture: Experimental-Physiological investigations of the reflexes involved in body posture, their cooperation and disturbances*, trad. de W. R. Rosanoff, Julius Springer, Berlín.
- MANDUJANO, M., C. SÁNCHEZ Y P. MUÑOZ-LEDO
- 2010 Las aportaciones de Ferenc Katona a la antropología, J. L. Vera (ed.), *Mente, cultura y evolución*, Instituto Nacional de Antropología e Historia (Colección Científica. Temas Selectos de Evolución), México: 185-195.
- MANDUJANO, M., P. MUÑOZ-LEDO Y C. SÁNCHEZ-PÉREZ
- 2005 Complex elementary movements of humans –the anthropological approach of Ferenc Katona, *Ideggyogy Szemle*, 58 (9-10): 337-342.
- MEEKS, T. W. Y D. V. JESTE
- 2009 Neurobiology of wisdom: A literature overview, *Archives of General Psychiatry*, 66 (4): 355-365.
- NIMCHINSKY, E. A. ET AL.
- 1999 A neuronal morphologic type unique to humans and great apes, *Proceedings of the National Academy of Science*, 96 (9): 5 268-5 273.

PIAGET, J.

- 1983 *Biología y conocimiento. Ensayo sobre las relaciones entre las regulaciones orgánicas y los procesos cognoscitivos*, trad. de F. González Aramburu, Siglo XXI, México.

SARNAT, H. B. Y M. G. NETSKY

- 1974 *Evolution of the nervous system*, Oxford University Press, Nueva York.

SEMENDEFERI, K. *ET AL.*

- 1998 Limbic frontal cortex in hominoids: A comparative study of area 13, *American Journal of Physical Anthropology*, 106 (2): 129-155.
2001 Prefrontal cortex in humans and apes: A comparative study of area 10, *American Journal of Physical Anthropology*, 114 (3): 224-241.

SHERRINGTON, CH.

- 1947 *The integrative action of the Nervous System*, Cambridge University Press, Nueva York.

SHULTZ, S. Y R. I. DUNBAR

- 2007 The evolution of the social brain: Anthropoid primates contrast with other vertebrates, *Proceedings of Biological Science*, 274 (1 624): 2 429-2 436.

WINDLE, W. F.

- 1940 *Physiology of the fetus: Origin and extent of function in prenatal life*, W. B. Saunders, Filadelfia.