

Diálogos con la ciencia

“Neurociencia”

Resumen ejecutivo de la sesión del 24 de marzo de 2015

Presentó y moderó la sesión: Alvaro Lobato, abogado, Socio en DLA Piper.

Ponente: Dr. Pedro R. García Barreno

Resumen elaborado por **Wanda Cazalla**, abogada, Monereo Meyer Marinello.

El pasado 24 de marzo tuvimos la oportunidad de aproximarnos al campo de la Neurociencia de la mano del Dr. Pedro R. García Barreno. A continuación se resumen las principales cuestiones tratadas a lo largo de la sesión:

Neurociencia

“Cuando entendamos el cerebro, la humanidad se entenderá a sí misma por dentro por primera vez. No me extrañaría que esto revolucione la cultura y cambie muchísimas cosas como la educación, el sistema legal o la economía. Será un nuevo humanismo”. Rafael Yuste (Madrid, 1963), Universidad de Columbia. Impulsor de la iniciativa BRAIN. (Entrevista publicada en El País digital, 25 de mayo de 2015).

La paradoja de la auto-comprensión

Cuando hablamos del cerebro humano nos enfrentamos a un problema léxico de partida: hablamos de “yo”, “tú”, “nuestro”, etc.; sin embargo, quien habla es nuestro cerebro, un órgano que ha sabido rodearse de apéndices para sobrevivir (“El gen egoísta”, Richard Dawkins, 1976, representa una alternativa a nivel genético), y que es el garante de nuestra existencia y de la cultura. La paradoja es que para auto-comprender el cerebro utilizamos herramientas creadas por él mismo.

Anatomía del cerebro. Su desarrollo y evolución

El cerebro humano adulto pesa 1.400 gramos, y se encuentra muy bien protegido tanto por el cráneo como por las meninges. Consta de dos mitades perfectamente delimitadas y tiene una irrigación sanguínea impresionante. Supone sólo el 2% de nuestra masa corporal, pero consume el 20-25% de la energía de nuestro cuerpo. Sus sustratos energéticos son la glucosa y el oxígeno. Es un órgano pequeño, pero con una gran superficie.

Si realizamos cortes en el cerebro podemos observar una diferencia entre la corteza o córtex (sustancia gris) y el centro (sustancia blanca). La sustancia gris contiene las neuronas, las células “nobles”, mientras que la sustancia blanca contiene fibras y conexiones (locales o a distancia), las prolongaciones que las células mandan a otros lugares.

Al nacer, la estructura del cerebro de los humanos no es definitiva. A los 10-12 años, la dotación celular del cerebro llega a su fin. Hasta hace poco se pensaba que a partir de esa edad ya sólo perdíamos neuronas, pero ahora sabemos que determinadas áreas del cerebro tienen capacidad de regeneración.

Desde una perspectiva anatómica, el cerebro es una parte del sistema nervioso central, junto con la médula espinal (los nervios constituyen el sistema nervioso periférico).

Todos los organismos tienen cerebro. No obstante, en el desarrollo evolutivo del cerebro humano se distinguen tres niveles esquemáticos:

- a) Cerebro reptiliano (salamandra, serpiente): en él residen los comportamientos instintivos y de supervivencia;
- b) Paleocerebro o sistema límbico (mamíferos: ratón): en él residen la motivación, los instintos, el deseo de comer, de reproducirse, el altruismo; también los circuitos de recompensa (tan relevantes en la drogadicción);
- c) Neocerebro (corteza cerebral): en él reside la consciencia, el razonamiento, la abstracción y el habla.

Algunas de las capacidades del cerebro humano se dan también en otras especies: por ejemplo, los canarios aprenden a cantar como los niños a hablar, es el mismo sustrato anatómico el que soporta este aprendizaje. También los chimpancés saben cantar.

El cerebro tiene alrededor de 85.000 neuronas –el número de neuronas es un tema en discusión-, la mayoría de ellas en el córtex, otras en los núcleos basales. Pero lo importante es el número de conexiones entre neuronas (1¹¹ neuronas conllevan 1¹⁴ conexiones). Cada neurona puede tener 1.000 contactos. Esto supone una capacidad de computación del cerebro humano que se mueve entre los terabytes (un billón de bytes) y los petabytes (Google procesa alrededor de 20 petabytes de datos cada día). En cuanto a la evolución del cerebro, uno de los genes que sufrió una mutación, hace 2 o 3 millones de años, es el FOXP2, relacionado, entre otras funciones, con la capacidad de hablar.

Histología del cerebro

Hasta finales del siglo XIX se creía que el cerebro era un sincitio celular, esto es, una organización con todos sus elementos (neuronas) conectados. Sin embargo, Santiago Ramón y Cajal (Premio Nobel de Fisiología o Medicina 1906) intuyó que el cerebro no era un continuo, sino un entramado de células individuales conectadas. Para probarlo utilizó el método de Golgi que consiste en teñir neuronas aisladas. Gracias a sus avances se pudo constatar más adelante que las células nerviosas se conectan mediante un mecanismo especializado que, posteriormente, se denominó sinapsis.

Existen dos tipos de células troncales o “madre” (*stem cells*) que dan lugar a las diferentes tipos celulares del sistema nervioso: por una parte están las que dan lugar a las neuronas (clasificadas por su función o morfología); y, por otra, están células gliales o “acompañantes” de diversos tipos (hay 10 por cada neurona), que tienen dos funciones diferentes: proteger las prolongaciones de las neuronas, y sacar los nutrientes de los vasos y proporcionarlos a las neuronas.

Todas las neuronas constan de soma o cuerpo, que emite las señales; de dendritas, que son prolongaciones arbóreas cuya función es captar las señales o impulsos nerviosos y llevarlos al cuerpo o soma de la neurona; finalmente están los axones, que son muy largos y finos, y cuya función es lanzar las señales nerviosas.

El estudio del cerebro

En el siglo XIX tuvo un gran impacto la frenología, que estudiaba las estructuras anatómicas intracerebrales (por ejemplo, se palpaba el cerebro de los criminales). Hoy los principios de la frenología están desacreditados, pero se ha mantenido la idea de estudiar el cerebro por zonas.

Hoy sabemos que hay facetas del comportamiento global humano que están focalizadas (ejemplo de Phineas P. Gage, 1823-1861, que cambió radicalmente de personalidad después de que una barra le atravesara el cráneo). Sabemos que la capacidad de interpretar lo que escuchamos (el lenguaje) se encuentra en la que se denomina área de Wernicke, que decodifica las señales acústicas. Por su parte, el área de Broca, muy próxima, permite la producción del habla.

Se ha avanzado mucho en el mapeado del cerebro. La citoarquitectura estudia la naturaleza y disposición de las neuronas en la corteza cerebral. En 1909 Kordinian Brodmann definió y numeró las áreas del cerebro (áreas de Brodmann), asignando una función a cada una de ellas. Un mapa similar pero más detallado fue publicado por Constantin von Economo y Georg N. Koskinas en 1925.

Santiago Ramón y Cajal supo intuir la plasticidad de las neuronas, la capacidad de que se produzcan cambios en su estructura, y predijo que podrían servir de base para el aprendizaje y la memoria. Probó que las neuronas se comunican entre sí mediante rápidas señales eléctricas (impulsos nerviosos). Hoy en día conocemos sobradamente que las neuronas conectan entre sí mediante sinapsis. Sin embargo, lo que no está resuelto aún es el mecanismo inicial (ejemplos: por qué me toco la nariz, o por qué la frase empieza por “El perro ladra”).

Sabemos que determinadas partes del cerebro deben estar en continua excitación, deben tener la capacidad de automantenerse (circuitos reverberantes), eso explica por qué soñamos. Conocemos también que las neuronas del olfato (tan importante para las relaciones interpersonales y de apareamiento), que se encuentran en el cerebro reptiliano, pueden autoreproducirse; por ello se están tomando estas neuronas y se están trasladando a otras partes del cerebro para que regeneren células muertas (por ej., enfermedad de Parkinson). También se ha demostrado que el proceso de aprendizaje de música e idiomas genera muchos contactos sinápticos. Lo importante no es el número de neuronas que tengamos, sino el número de conexiones entre ellas.

Técnicas de estudio actuales del cerebro

Los principales métodos actuales de estudio de la función y estructura del cerebro humano son: la electroencefalografía y magnetoencefalografía que registran la actividad bioeléctrica y los campos magnéticos asociados, respectivamente; y la imagen. Esta última tiene dos modalidades: TAC (tomografía axial computarizada mediante rayos X) y resonancia magnética (NMR: resonancia magnética nuclear, pero se suprimió “nuclear”), técnicas que permiten estudiar la estructura; y SPECT (Tomografía Computarizada de emisión monofotónica) y PET (Tomografía de Emisión de Positrones) que, mediante la administración intravenosa de contrastes, ofrecen imágenes funcionales. La combinación de estas técnicas (por ej., NMR + PET) proporcionan imágenes combinadas estructurales y funcionales. Sin embargo existen técnicas avanzadas de NMR (fNMR: resonancia magnética funcional) que, por si solas, ofrecen imágenes estructurofuncionales. Por su parte, el estudio de determinadas patologías ha demostrado diferencias en el cerebro de las personas que padecen esquizofrenia, epilepsia o Alzheimer. Asimismo, el estudio del talento matemático ha revelado en distintas personas un número diferente de conexiones entre los dos hemisferios cerebrales. Los esfuerzos para obtener una descripción completa de la conectividad a gran escala entre distintas regiones del cerebro se concreta en el denominado Proyecto “Conectoma Humano”, (<http://humanconnectome.org>), “equivalente al Proyecto Genoma Humano”, que se completa con un ambicioso proyecto “sinaptoma” que pretende obtener un mapa completo de las sinapsis en el cerebro. Todo ello dentro del marco de los ambiciosos proyectos “BRAIN Initiative” (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies) norteamericana (<http://braininitiative.nih.gov/>) y “Human Brain Project” europeo (<https://www.Human.brainproject.eu/es>).

Los avances de la neuroingeniería han perfeccionado la interacción cerebro-máquina y abren la opción de disponer de prótesis visuales artificiales para los ciegos, de nuevos sistemas interactivos de comunicación en pacientes con daño cerebral o de prótesis inteligentes controladas por la actividad cerebral para la recuperación motora. Los avances en neurofisiología invasiva (Implantación cerebral de electrodos en neuronas específicas) han sido decisivos en ello.

En EE.UU. existen, al menos, tres instituciones dedicadas al estudio de la interacción entre la neurociencia y el neuroderecho en las Universidades de Wisconsin (Neuroscience and Public Policy), Baylor College of Medicine (Neuroscience and Law) y Vanderbilt (Law and Neuroscience). Las reflexiones giran en torno a la responsabilidad de personas que han cometido delitos en las que se observa una actividad cerebral anormal, o sobre la existencia o no del libre albedrío (área 24 del cerebro).

En general, se está tomando conciencia de la relevancia del cerebro en cuestiones como la educación, las técnicas de venta, la religión o las técnicas de realidad virtual.

En el debate posterior a la ponencia se abordaron las siguientes cuestiones:

- Se cuestiona el concepto de inteligencia: ¿se puede uno volver más inteligente voluntariamente? ¿o es una capacidad dada de antemano? La inteligencia consiste en resolver problemas que no han sido resueltos antes. El número de conexiones entre los dos hemisferios cerebrales son los que la evolución ha dado. Otra cosa son las sinapsis (conexiones): éstas si pueden ser incrementadas. Por ejemplo, en las personas bilingües o trilingües se ha observado que sólo utilizan la misma área cerebral cuando utilizan sus lenguas maternas.
- ¿Cómo detectamos si la información que recibimos es correcta o incorrecta? El cerebro se modela conforme a nuestras experiencias, ni siquiera los cerebros de dos gemelos monozigóticos o univitelinos son idénticos. Sabemos mucho de la anatomía y de la fisiología del cerebro, pero sabemos poco del por qué. La ciencia es un consenso social, por tanto la verdad no puede ser más que un consenso social.
- Se cuestiona si el estado actual del desarrollo de la neurociencia es suficiente para que los resultados de tests científicos en delincuentes puedan ser valorados como prueba en un juicio penal. La opinión generalizada es que no se ha alcanzado aún un conocimiento suficiente de la relación entre el cerebro y la comisión de delitos.
- El superordenador Watson desarrollado por IBM es una máquina n istemaognitivo- capaz de “aprender”. Se plantea si podrá haber “Watsons” jueces en el futuro, y si esto es peligroso o positivo. A este respecto, se cita al Padre Dou, que afirmaba que el cerebro es una máquina compleja, con capacidades emergentes. En principio no hay restricciones a que un sistema informático pueda remedar 100% al ser humano (sentir, llorar, etc.).
- Se plantea cuál es la relevancia de la epigenética y de la genética para el desarrollo del cerebro y sus funciones: ¿hasta qué punto la educación y el desarrollo de la neurociencia conducen a que el ser humano progrese en una mejor formación ética y estética? La epigenética (todos los factores no genéticos que influyen en el desarrollo de los organismos, sin alterar su DNA) es necesaria para la genética. No ha habido cambios desde el punto de vista evolutivo desde el hombre Neanderthal. Hoy en día hay más recursos para estimular a los niños, pero no son más inteligentes. La inteligencia consiste en afrontar de forma nueva los problemas de siempre.
- La Neurociencia ofrece una explicación biológica de la conducta humana. Al contrario de lo que ha defendido el racionalismo tradicionalmente, hoy en día hay evidencias de que primero decidimos y luego argumentamos. Esto tiene relevancia en el ámbito penal: por ejemplo, si preguntamos al asesino por qué mató, probablemente conteste conforme a los argumentos que ha construido después de actuar. En este sentido, ¿qué fue antes, el huevo o la gallina? Si no hay estímulo, no hay respuesta. El estímulo puede venir del medio ambiente.

También el estado patológico del “medio interno” puede ser un estímulo para actuar.