

ACTIVIDADES

1 Define estos conceptos: genes, ADN, SNC, SNP, hipotálamo, neurona, sinapsis, impulso nervioso, neurotransmisor, corteza cerebral, cerebro dividido, sistema límbico, diencéfalo, autismo, electroencefalografía, TEP, epilepsia, glándulas, hormonas y enfermedad de Alzheimer.

2 Lee el siguiente texto y responde:

✱ El «Doping»

Desde los tiempos antiguos se ha practicado el consumo de estimulantes para mejorar el desempeño físico. Durante las carreras de carros, los romanos intentaban aumentar la velocidad de sus caballos dándoles una mezcla de miel y agua. Los indios de Sudamérica masticaban hojas de coca durante sus largos viajes por la montaña para mejorar la resistencia física y eliminar la sensación de fatiga.

Con la llegada del profesionalismo en los deportes competitivos humanos, el «doping» pasó a ser empleado también en los deportistas de alto nivel. En el «doping» se puede utilizar drogas como la anfetamina, cocaína, heroína, efedrina, morfina, que disminuyen la sensación de fatiga, y también hormonas, como los esteroides anabólicos, los cuales aumentan la masa y fuerza muscular.

- Realiza un comentario sobre el uso del «doping», sus ventajas y desventajas.
- ¿Debería existir un control antidoping en todos los deportes? ¿Por qué?

3 Responde a las siguientes cuestiones:

- Para modificar comportamientos y acciones de un paciente, ¿es posible la psicocirugía? ¿En qué casos?
- En el sistema nervioso autónomo, ¿qué diferencias existen entre las funciones del sistema nervioso simpático y parasimpático?
- ¿Qué es una interneurona? ¿Cuál es su función?
- Cita algunos métodos utilizados en la actualidad por los neurólogos para estudiar el cerebro.
- ¿Cuáles son las funciones más importantes de la corteza cerebral, del hipotálamo y del cerebelo?
- ¿Cómo influyen los neurotransmisores en nuestra conducta?
- Describe algunas causas y consecuencias de la adicción a la droga.

4 Identifica los lóbulos y las cisuras de la corteza cerebral a partir de un mapa mudo del cerebro.

5 Distingue las estructuras del SNC partiendo de un mapa mudo del cerebro.

6 Señala los componentes del acto reflejo.

7 Subraya las diferentes partes de la sinapsis neuronal.

8 Lee este texto y responde:

✱ El Cerebro de varón y el cerebro de mujer

El hombre y la mujer no sólo se diferencian en las características físicas y función reproductora, sino también en la manera de resolver problemas intelectuales. Una de las explicaciones para tal diferencia es que las hormonas sexuales condicionan la organización del cerebro en una etapa precoz de la vida; y así, desde los comienzos, el ambiente actúa sobre los cerebros que presentan un sistema de ordenación distinto según se trate del niño o de la niña.

Las principales diferencias que marcan el sexo en la función intelectual parecen residir en los modelos de capacidad y no en el coeficiente intelectual (CI). Los hombres realizan mejor que las mujeres determinadas tareas espaciales, pruebas de razonamiento matemático, en el correcto recorrido de una ruta y pruebas de habilidades motoras. Por su parte, las mujeres superan a los hombres en velocidad perceptiva y poseen mayor fluidez verbal. Les ganan también en el cálculo aritmético, en recordar detalles singulares de una ruta y son más rápidas en ciertas tareas manuales.

Las diferencias de comportamiento también pueden ser un reflejo de diferencias estructurales, visto que el hipocampo es mayor en ratones machos que en las hembras. Además, algunos neurólogos suelen admitir una organización asimétrica de los dos hemisferios en los hombres y en las mujeres; hay partes de cuerpo calloso que pueden extenderse más en las mujeres y los efectos de una lesión de un hemisferio a veces son menores en las mujeres que en los hombres.

Otra diferencia llamativa entre hombres y mujeres se refiere a la organización cerebral para el habla y la función motora asociada. Las funciones del habla tienen así menos probabilidad de alterarse en las mujeres porque el área crítica se ve afectada con menor frecuencia. Todos estos datos en conjunto sugieren que el cerebro del varón se organiza según líneas diferentes del cerebro de la mujer desde una edad muy temprana.

(Doreen Kimura. Revista Investigación y Ciencia, Noviembre, 1992, pág. 77.)

- Resume las ideas principales del texto:
- Los factores biológicos, ¿desempeñan un papel importante en las diferencias cognitivas entre los hombres y mujeres?
- Las diferencias sexuales en la organización cerebral, ¿son debidas únicamente a factores biológicos-hormonales o también influyen factores socioculturales?



GABINETE

COMO todos nuestros órganos, el cerebro ha evolucionado, ha aumentado su complejidad y su contenido informativo a lo largo de millones de años. Su estructura refleja todas las fases por las que ha pasado. El cerebro evolucionó de dentro a fuera. En lo hondo está la parte más antigua, el tallo encefálico, que dirige las funciones básicas, incluyendo los ritmos de la vida, los latidos del corazón y la respiración.

Según un concepto provocativo de **Paul Mac Lean**, las funciones superiores del cerebro evolucionaron en tres fases sucesivas. Coronando el tallo encefálico está el complejo R, la sede de la agresión, del ritual, de la territorialidad y de la jerarquía social, que evolucionó hace centenares de millones de años en nuestros antepasados reptilianos. En lo profundo de nuestro cráneo hay algo parecido al cerebro de un cocodrilo.

Rodeando el complejo R está el **sistema límbico** del cerebro de los mamíferos, que evolucionó hace decenas de millones de años en antepasados que eran mamíferos pero que todavía no eran primates. Es una fuente importante de nuestros estados de ánimo y emociones, de nuestra preocupación y cuidado por los jóvenes.

Y, finalmente, en el exterior, viviendo en una tregua incómoda con los cerebros más primitivos situados debajo, está **la corteza cerebral**, que evolucionó hace millones de años en nuestros antepasados primates. La corteza cerebral, donde la materia es transformada en consciencia, es el punto de embarque de todos los viajes cósmicos. Comprende más de las dos terceras partes y es el reino de la intuición y del análisis crítico. Es aquí donde tenemos ideas e inspiraciones, donde leemos y escribimos, donde hacemos matemáticas y componemos música.

La corteza regula nuestras vidas conscientes. Es lo que distingue a nuestra especie, la sede de nuestra humanidad. La civilización es un producto de la corteza cerebral.

El lenguaje del cerebro no es el lenguaje del ADN de los genes. Lo que sabemos está ahora codificado en células llamadas **neuronas**: elementos de conexión electroquímica, microscópicos, en general de unas centésimas de milímetro de diámetro. Cada uno de nosotros tiene, quizá, un centenar de miles de millones de neuronas, cifra comparable al número de estrellas en la galaxia Vía Láctea. Muchas neuronas tienen miles de conexiones con sus vecinas. Hay aproximadamente 100 billones, 10^{14} , de estas conexiones en la corteza del cerebro humano.

(...) Hay muchos valles en las montañas de la mente, circunvalaciones que aumentan mucho la superficie disponible en la corteza cerebral para almacenar información en un cráneo de tamaño limitado. La **neuroquímica del cerebro** es asombrosamente activa, son los circuitos de una máquina más maravillosa que todo lo que han inventado los hombres. Pero no hay pruebas de que su funcionamiento se deba a algo más que a las 10^{14} conexiones neurales que construyen una arquitectura elegante de la consciencia.

El mundo del pensamiento está dividido, más o menos, en dos hemisferios. El **hemisferio derecho** de la corteza cerebral se ocupa principalmente del reconocimiento de las formas, la intuición, la sensibilidad, las intuiciones creadoras.

El **hemisferio izquierdo** preside el pensamiento racional, analítico y crítico. Éstas son las fuerzas duales, las oposiciones esenciales que caracterizan el pensamiento humano. Proporcionan conjuntamente los medios tanto para generar ideas como para comprobar su validez.

Existe un diálogo continuo entre los dos hemisferios canalizado a través de un haz inmenso de nervios, el **cuerpo calloso**, el puente entre la creatividad y el análisis, dos elementos necesarios para comprender el mundo.

(...) El cerebro humano hace mucho más que recordar. Compara, sintetiza, analiza, genera abstracciones. Tenemos que inventar muchas más cosas de las que nuestros genes pueden conocer. Por esto la biblioteca del cerebro es unas 10.000 veces mayor que la biblioteca de los genes. **Nuestra pasión por aprender**, evidente en el comportamiento de cualquier bebé, es la **herramienta de nuestra supervivencia**. Las emociones y las formas ritualizadas de comportamiento están incrustadas profundamente en nosotros. Forman parte de nuestra humanidad. Pero no son característicamente humanas. Muchos otros animales tienen sentimientos.

Lo que distingue a nuestra especie es el pensamiento. La corteza cerebral es una liberación. Ya no necesitamos estar encerrados en las formas de comportamientos heredadas genéticamente de las lagartijas y los babuinos.

Cada uno de nosotros es responsable en gran medida de lo que se introduce en nuestro cerebro, de lo que acabamos valorando y sabiendo cuando somos adultos. Sin estar ya a merced del cerebro reptiliano, podemos cambiarnos a nosotros mismos.

(**Carl Sagan**: *Cosmos*. Barcelona. RBA Editores, 1992. págs. 276-278.)

EL CEREBRO HUMANO ES UNA TIERRA INCÓGNITA

EL profesor **Jean-Pierre Changeux** es uno de los más destacados investigadores del Instituto Pasteur, donde ha desarrollado el estudio del cerebro humano, lo que conecta, en esta entrevista, con la propia mitología pre-científica que hacía radicar en las circunvoluciones cerebrales el lugar privilegiado en el que residía el alma de los seres humanos.

World Media. ¿Cómo explica usted que los científicos no se hayan interesado por el cerebro hasta hace poco?

Jean-Pierre Changeux. El cerebro tiene algo fascinante. Y el interés por él nació hace mucho tiempo, cuando se quería saber dónde se encontraba el alma. Ya en la antigüedad, Demócrito y los griegos presocráticos describieron el cerebro como el custodio de la inteligencia y del alma. Los médicos hipocráticos también fueron los pioneros en el estudio de la gran enfermedad neurológica que es la epilepsia. Fueron los primeros en sugerir que se trataba de una disfunción fisiológica. Esto no impidió que egipcios, hebreos y la mayoría de los griegos estuvieran convencidos de que el corazón era el centro del alma y de las pasiones. Aristóteles contribuyó en gran medida a la aceptación de esta teoría cardiocéntrica, que perduró hasta la Edad Media. Los médicos se dieron cuenta de que el corazón latía más fuerte en las personas presas de una emoción o en el momento de tomar una decisión. Y le atribuyeron esta percepción subjetiva del corazón.

Hasta el siglo xx no se ha podido apreciar la complejidad del cerebro. Si los estudios científicos han adquirido tanta importancia es porque se trata de un órgano mucho más complejo que el corazón, e incluso tan complejo como el cuerpo humano.

Esto es lo que me apasiona. Y no creo que podamos comprender su funcionamiento, es decir, la relación entre la organización del cerebro y sus funciones cognitivas, en el pensamiento, en la creación, sin tener en cuenta la complejidad de su organización.

P. En su obra *El hombre neuronal* dice que la revolución neurobiológica no ha hecho más que comenzar.

R. El siglo xxi será el de las neurociencias. En estos últimos años, las investigaciones se han desarrollado de forma fulgurante. Para descifrar el cerebro, disciplinas tan diversas como la Fisiología, la Bioquímica, la Farmacología, la Genética molecular y la Anatomía han tenido que converger; lo que ha contribuido al nacimiento de las neurociencias. Es

el equivalente de lo que fue la Física a principios de siglo, pero espero que las consecuencias no sean igual de dramáticas. Más bien, estos conocimientos van a permitir que se alivie el sufrimiento de las enfermedades mentales o neurológicas o resolver el gran enigma que es la conciencia.

P. ¿Cuáles son los principales campos que se desarrollarán en el siglo xxi?

R. El primer objetivo será la química del cerebro, mediante la mejora de nuestros conocimientos genéticos sobre las moléculas que lo componen. Se trata en especial de los receptores, de los canales iónicos, de las enzimas de síntesis de los neuromediadores y de sus transportadores. Es muy importante comprender cómo intervienen estas moléculas en los mecanismos de comunicación celular; y aún queda mucho por hacer.

El segundo es el desarrollo del sistema nervioso central. Tenemos que identificar y analizar los genes llamados de desarrollo que controlan la organización de nuestro cerebro y que hacen que sea diferente al del mono. Y esto se hará mediante una tipología de genes y, sobre todo, mediante el estudio de la regulación de la expresión génica a lo largo del crecimiento. Consistirá en descubrir la forma en que se diferencian las grandes esferas del cerebro, cómo se desarrolla su organización y, sobre todo, cómo tienen lugar las conexiones entre las células nerviosas.

De esta forma, habrá que determinar qué parte corresponde a la herencia genética innata y cuál a la adquirida, a saber, el papel que desempeña la actividad a lo largo del desarrollo de la actividad del cerebro. Tomemos el ejemplo de las sinapsis (zona de contacto de dos neuronas) que se desarrollan en el niño, desde su nacimiento hasta la pubertad.

Hemos planteado la hipótesis de que podría tratarse de una evolución por selección. Pero esta selección se produciría no a nivel del genotipo, sino al del fenotipo (que contribuye a la realización del genotipo a lo largo del desarrollo del organismo bajo la influencia de los factores del entorno).

El tercer punto es el estudio de las funciones integradas del cerebro humano mediante la utilización de la Psicología experimental, el diagnóstico por imágenes del cerebro e incluso la electroencefalografía.

Las técnicas de diagnóstico por imágenes del cerebro se desarrollan de forma fulgurante, como la cámara de

LA PSICOLOGÍA Y TÚ

posición (que permite determinar las zonas del cerebro que entran en actividad para una determinada función) o la resonancia magnética nuclear. Por último, la reflexión teórica sobre el cerebro debería progresar.

Existen numerosos procesos que escapan todavía a la comprensión científica, como por ejemplo la conciencia. De esta forma, incluso el concepto del ordenador podría evolucionar mucho.

P. ¿Puede decirse, a finales del siglo xx, que el equilibrio entre el cerebro y el resto del cuerpo se ha transformado?

R. Con el desarrollo cultural y la civilización, el hombre ha podido modificar, mediante el aprendizaje, la función de algunas regiones del cerebro. El descubrimiento de la escritura ha cambiado considerablemente las funciones cerebrales en su conjunto.

En el plano experimental podemos interesarnos también por lo que ocurre con las áreas visuales, por ejemplo, en los ciegos. Leen el Braille con sus dedos, por contacto táctil. Pero un descubrimiento reciente ha demostrado que las áreas visuales entran también en actividad cuando la persona invidente lee Braille.

Las áreas visuales han cambiado su vocación y han sido invadidas por terminales sensoriales relacionadas con la percepción táctil. Podemos imaginar que el uso intensivo del ordenador va a contribuir entre los jóvenes a la reorganización de ciertos circuitos cerebrales. De igual forma que el aprendizaje de la escritura ha podido reestructurar, en cierta medida, nuestro sistema nervioso.

P. ¿Estos cambios tardarán generaciones?

R. Sí, y esto va a provocar problemas, como el desfase entre la velocidad de desarrollo de las nuevas tecnologías y la capacidad de adaptación de nuestro cerebro. Tomemos el ejemplo del acento. A partir de la pubertad, una persona que aprende un idioma, por lo general conserva el acento de su lengua materna. Por tanto, hay un rastro a menudo imborrable de aprendizajes primeros que persiste, lo que también quiere decir que se puede reorganizar completamente el cerebro mediante un aprendizaje ulterior.

Estos desfases son la raíz de un problema fundamental para nuestras sociedades, el pluralismo cultural. Todos soñamos con un mundo en el que desaparezcan los conflictos entre grupos culturales. Sin embargo, es evidente que no se puede reprogramar el cerebro de la noche a la mañana.

Hay incluso un agravamiento de las diferencias culturales que, en gran medida, es responsable de esta impregnación del cerebro por el idioma, pero también por las formas de vida, de alimentarse, sociales, religiosas. Es necesario un aprendizaje muy precoz de la tolerancia, un barniz educativo lo antes posible.

P. ¿Debemos temer los intentos por cambiar estos conocimientos?

R. Ya conocemos el gas utilizado en las guerras que ataca el sistema nervioso. Hay agentes químicos que también pueden modificar la conducta y atentar contra el libre albedrío. Igualmente pienso en técnicas, no de tipo farmacológico sino de comportamiento, que podrían modificar las decisiones libres del sujeto. Citemos, por ejemplo, los trabajos sobre los implantes de memoria.

Hoy es posible implantar una memoria nueva en una persona, sin que sea consciente de ello ni sea advertida, y estará convencida de su autenticidad. Podemos imaginar otros muchos ejemplos de control de la conducta. Habrá que guardarse mucho de que se manipulen los conocimientos sobre el cerebro. Será responsabilidad de los científicos, pero también de los políticos.

P. ¿Podría hacerse mediante leyes?

R. Hay instancias encargadas de reflexionar sobre los problemas éticos que plantea el desarrollo del conocimiento científico.

En Francia contamos con un comité asesor nacional de ética que ha reflexionado sobre los problemas planteados por los avances de los conocimientos en las neurociencias, por ejemplo, sobre los tratamientos químicos que pueden influir en la conducta sexual, en el caso, por ejemplo, de los criminales condenados por pederastia o violación. También hemos tratado el tema de la toxicomanía, que tiene una relación muy directa con los conocimientos sobre los neuromediadores.

P. ¿Qué es lo que más le atrae del estudio del cerebro?

R. Se trata de una tierra incognita, una selva virgen cuyo desbroce conducirá a descubrimientos extraordinarios en los próximos años. Ya hemos logrado mucho y continuaremos avanzando.

Jean Pierre Changeux es un científico francés especializado en el estudio de las funciones cerebrales.

(Fuente: *EL PAÍS*).