
La corteza prefrontal, órgano de la civilización

Francisco J. Rubia

El ser humano siempre ha intentado dejar bien claras las diferencias que lo separan de los animales, sin tener en cuenta que él mismo es un animal como los demás. Sólo en el idioma anglosajón se habla de primates no humanos cuando la referencia es a los simios hominoideos, lo que implica que los humanos también son primates, como la biología nos enseña. Esta voluntad de separación tajante de los animales que nos precedieron en la evolución tiene una muy larga historia, desde Aristóteles, que les negó a los animales el alma racional, hasta nuestros días, en los que aún seguimos buscando características que puedan diferenciarnos de ellos: el lenguaje, el libre albedrío, la inteligencia, la autoconciencia y muchas otras. Supongo que esto se debe a que la teoría de la evolución de Darwin y Wallace no haya calado aún en nuestras mentes; teoría debatida, como todas, pero de cuya veracidad nadie duda pese a que se discuta constantemente la validez de sus detalles.

En esta búsqueda de rasgos diferenciadores, la atención se ha centrado a veces en la macroanatomía del cerebro, comparándose una y otra vez el cerebro del ser humano con el de los animales que nos han precedido en la evolución y que están más cerca de nosotros en ese frondoso árbol evolutivo. El chimpancé es el animal que más próximo se encuentra de nosotros y ha sido para los humanos un duro golpe saber que sólo un 1,6 por 100 nos diferencia de él en lo que respecta al genoma. Pero cuando se observa el cerebro del chimpancé en comparación con el cerebro humano, llama la atención que en éste se produjo un desarrollo considerable del lóbulo frontal, o, para ser más exactos, de la corteza prefrontal. De ahí que se haya considerado a esta región el lugar de la inteligencia, del libre albedrío; en suma, el área cognitiva por excelencia.

Una prueba de su tardía aparición en la filogenia es lo que la corteza prefrontal tarda en madurar en los seres humanos; se piensa que esta región de la corteza es plenamente funcional a comienzos de la edad adulta, es decir, al final de la adolescencia.

Se ha postulado que las funciones de esta región cerebral y aquellas que constituyen la base anatómica del lenguaje son las que mejor caracterizan al ser humano. Ahora bien, el lenguaje está ya terminado funcionalmente en el desarrollo ontogenético del hombre mucho antes que la corteza prefrontal, por lo que podríamos suponer, si es cierto que la ontogenia remeda la filogenia, que la corteza prefrontal es filogenéticamente más moderna.

Corteza prefrontal y personalidad

Pero antes de seguir especulando habría que decir que lo que hoy sabemos de las funciones de esta corteza prefrontal es el resultado de estudios en primates no humanos y del análisis de los síntomas que resultan de lesiones en esta región ocurridas en humanos.

Uno de los métodos más antiguos para estudiar las funciones de una parte del cerebro era la ablación, la extirpación experimental –naturalmente en animales– de la región que se quería estudiar, para observar luego lo que ocurría. Este método no es practicable en seres humanos por razones éticas, por lo que no nos sirve para nuestro fin. Otra vía de estudio comparable con este método nos lo proporcionan las lesiones traumáticas debidas a accidente, o las producidas por tumores cerebrales que equivalen a las lesiones experimentales, aunque éstas estén mucho mejor delimitadas. En 1935 un cirujano portugués, Egas Moniz, comenzó a practicar la lobotomía en humanos para curar la neurosis obsesiva, método cruento que consistía en la separación de la corteza prefrontal del resto del cerebro. El cambio de personalidad que esta operación traía consigo ha desaconsejado seguir practicándola.

En la literatura científica ha llamado mucho la atención el caso de Phineas Gage, un capataz de trabajadores de ferrocarril en Vermont, Estados Unidos. En 1848, cuando preparaba un barreno, éste explotó y le atravesó el cráneo, entrando por la mejilla izquierda y saliendo por el centro de la calota craneana. Con ello quedaron cortadas las conexiones de la región prefrontal con el resto del cerebro. Tras el accidente Gage sufrió, al igual que luego los enfermos lobotomizados, un cambio drástico de personalidad. Como refiere el médico que lo trató, el doctor Harlow, «se había destruido el equilibrio entre sus facultades intelectuales y sus tendencias animales».

Gage perdió la consideración de sus compañeros, pues se había vuelto, al revés de lo que era antes, caprichoso, irreverente, impaciente cuando se contrariaban sus deseos, no dejaba de trazar planes de acción que nunca llevaba a cabo, ofendía con sus palabras y se burlaba cruelmente de los demás; en suma: parecía que hubiese vuelto a la niñez más desinhibida.

Este caso recuerda precisamente la célebre novela de Robert Louis Stevenson *El doctor Jekyll y Mister Hyde*, en la que Jekyll des-

cribe así los efectos de la droga que lo transforma en Hyde: «Sentí un aflojamiento de todas las ligaduras del deber»..., «me sentía más perverso, un esclavo vendido a mi demonio innato». Para Stevenson «la droga carecía en su acción de discernimiento; no era divina ni diabólica; no hacía más que quebrantar las puertas de la prisión, y como los cautivos de Philippi, lo que estaba dentro se escapaba», «Bebía con avidez bestial el deleite que manaba de la tortura infligida al prójimo, era inexorable, como un hombre de piedra».

Para Stevenson es como si, gracias a la droga, un demonio que llevásemos dentro se independizara de pronto y comenzase a actuar hacia los demás de forma perversa y cruel; la droga ha producido una pérdida de las trabas sociales y morales que nuestra civilización nos ha impuesto y que, gracias a la capacidad inhibitoria de la corteza prefrontal sobre nuestros instintos más primarios, somos capaces de respetar. No nos debe extrañar, pues, que el neuropsicólogo ruso Alejandro Luria llamase al lóbulo frontal el «órgano de la civilización».

Los antecedentes de la novela de Stevenson fueron, sobre todo, *Los elixires del diablo* de E. T. A. Hoffmann, escrito en 1816, y el relato de Teófilo Gautier *El caballero doble*, escrito en 1840. Pero también *El doble* de Dostoievski, de 1846.

La región de las facultades morales

Por todo lo expuesto, Antonio Damasio, neuropsicólogo portugués afincado en Estados Unidos, en su libro *El error de Descartes* localiza nuestras facultades morales en esta región del cerebro. Lo que después del accidente le faltó a Gage son precisamente aquellas facultades con sede en el lóbulo frontal, a saber, la capacidad para anticipar y planificar el futuro, la organización temporal de la conducta, el sentido de la responsabilidad hacia sí mismo y hacia

los demás, la posibilidad de adaptarse a un entorno social complejo a costa de reprimir las propias tendencias instintivas, lo que podría resumirse por juicio ético y conducta social.

Una característica importante en estos enfermos es la superficialidad de sus emociones y afectos, como si sufriesen un aplanamiento o frialdad emocional, de forma que no son capaces de experimentar placer o dolor de forma normal y son más indiferentes a sus propias emociones. También pierden originalidad y creatividad, así como interés sexual y exploratorio.

Antonio Damasio refiere el caso de un enfermo, al que llama Elliott, que había sido operado de un tumor frontal. Tras la operación, Damasio lo describe así: «siempre estaba sereno, siempre describía cualquier escena como un espectador desapasionado, sin sentirse implicado». Esta pérdida de la capacidad de emocionarse, de implicarse emotivamente, tenía consecuencias nefastas, no porque hubiese disminuido su cociente intelectual, su memoria o su capacidad de cálculo, sino porque era incapaz de tomar una decisión o de llevar a cabo un plan o una tarea hasta el final. No podía elegir, se había creado un abismo entre el conocimiento y el sentimiento. Las conexiones entre la corteza frontal y el sistema límbico de emociones y afectos ya no existían. Pero este sistema límbico es esencial para la supervivencia y decide cuando dudamos qué camino tomar; sin él somos incapaces de decidir nada, nos quedamos en la duda permanente. Tenemos aquí otro ejemplo de la importancia que los sentimientos, afectos y emociones tienen no sólo para nuestra vida diaria, sino también para nuestra vida cognoscitiva. Digo otro ejemplo porque en la memoria parece bastante evidente que las emociones juegan un enorme papel no sólo para el almacenamiento, sino para el recuerdo.

Desde el siglo XIX se ha considerado que en los lóbulos frontales está la sede de las operaciones de control del más alto nivel en el cerebro, el cerebro ejecutivo, como se le ha llamado, y las le-

siones en estas regiones acarrear trastornos precisamente de ese control.

En 1922 Bianchi aportó un ejemplo del efecto que tales lesiones tenían en monos. Un mono que solía saltar al alféizar de una ventana para llamar a sus compañeros, después de la operación en los lóbulos frontales seguía saltando, pero ya no llamaba a los otros monos. Bianchi lo explicaba diciendo que la vista de la ventana hacía saltar al mono como si fuera un reflejo, pero ahora faltaba el propósito de esa acción al haber desaparecido del foco de su atención debido a la lesión. Era como si el mono hubiera perdido la capacidad de coordinar los diferentes elementos de una acción compleja. Pues bien, algo similar ocurre en humanos. Autores que trabajaron con soldados de la Primera Guerra Mundial que habían sufrido lesiones frontales informaron de que estos pacientes mostraban trastornos de atención, mayores distracciones, dificultad en comprender un estado complicado de cosas; podían trabajar muy bien en tareas rutinarias, pero eran incapaces de aprender nuevas tareas; estaban como perdidos en situaciones inéditas.

Una de las características más típicas de los pacientes que han sufrido lesiones del lóbulo frontal es la rigidez en la conducta. Esta rigidez puede perfectamente observarse con un test conocido con el nombre de Test Clasificador de Cartas de Wisconsin; en este test al paciente se le presenta un manojo de cartas distintas unas de otras en las que figuran diversos símbolos, como triángulos, estrellas, cruces y círculos; estos símbolos pueden aparecer en diferente número (de 1 a 4) y con diferentes colores: rojo, verde, amarillo y azul. El paciente tiene que elegir las cartas que satisfagan un criterio determinado, por ejemplo todas las que tengan cruces. Esta tarea es realizada por el paciente sin problemas. En un momento dado, el experimentador cambia el criterio de elección y le pide al paciente que a partir de ese momento elija las cartas que, por ejemplo, tengan símbolos amarillos. Pero el paciente sigue eli-

giendo las cartas con símbolos en forma de cruz. Este fenómeno ha sido denominado «perseveración» e interpretado como la incapacidad del paciente de inhibir la conducta anterior para cambiar a otra.

Un síntoma esencial en estos pacientes es la mayor capacidad de distracción, síntoma que se ha observado tanto en humanos como en primates no humanos. Esta mayor capacidad de distracción se acompaña lógicamente de una mayor dificultad en atender los estímulos, o, en otras palabras, por una menor capacidad de concentración, lo que hace que los pacientes con lesiones frontales tengan enormes dificultades en hacer frente a estímulos o tareas novedosas.

Se sabe también que estos pacientes tienen dificultades con la memoria. Experimentos realizados en monos han mostrado que en tareas de respuesta diferidas en el tiempo, es decir, cuando entre el estímulo y la respuesta del animal se introduce una pausa temporal, el mono con lesión frontal tiene un rendimiento significativamente inferior al animal normal. En otras palabras, si para realizar correctamente una tarea de discriminación visual-espacial hay que recordar dónde se encuentra la recompensa, aparece un déficit en el animal lesionado frontalmente. Falta en estos animales la memoria operativa o de trabajo que retiene durante unos minutos los datos necesarios para realizar bien esa tarea.

Entretanto se ha comprobado la existencia de neuronas que permanecen activas durante el período de dilación, por lo que se ha atribuido a estas células la capacidad de retención durante un cierto tiempo de la información. Como este tipo de neuronas han sido observadas en otras regiones cerebrales, se supone la existencia de distintas memorias operativas según la modalidad.

La falta de memoria operativa en esquizofrénicos ha llevado a implicar a esta parte del cerebro en esa enfermedad mental. Y, efectivamente, se han encontrado anomalías en dicha región que

pueden explicar algunos de los síntomas de la enfermedad. Además, estudios en animales y también en humanos con lesiones en la corteza prefrontal han mostrado síntomas que recuerdan la esquizofrenia. Y otros estudios realizados con técnicas de imagen también han mostrado disfunciones en esas regiones.

La corteza prefrontal posee una de las mayores concentraciones en el cerebro de fibras nerviosas que utilizan el neurotransmisor dopamina. Algunos de los fármacos utilizados en la esquizofrenia tienen efectos positivos sobre los síntomas y se sabe que aumentan la liberación de dopamina de las terminales nerviosas. De aquí se ha concluido que la dopamina puede estar implicada en ese tipo de psicosis. El desarrollo tardío de esta región y el hecho de que la esquizofrenia se manifieste precisamente en la adolescencia ha hecho pensar que se trata de una región especialmente sensible a las disfunciones que se dan en la enfermedad.

En resumen: en la parte más anterior de los lóbulos frontales se encuentra el sustrato de numerosas funciones cognitivas que son importantes para la flexibilidad de nuestra conducta, su organización temporal, el mayor grado de libertad respecto a los instintos que poseemos si nos comparamos con otras especies con un cerebro menos complicado, y la planificación y, sobre todo, anticipación del futuro, lo que nos ha hecho sin duda mejor adaptados en el proceso evolutivo. Al parecer, la parte inferior, llamada área orbitofrontal, está más ligada a funciones que tienen que ver con información interior del organismo, es decir, memoria a largo plazo, afectos, sentimientos, recompensas, etc., mientras que la parte dorsolateral de la corteza prefrontal estaría más ligada a la información que proviene del exterior, es decir, con la sensorialidad y la motricidad. La asociación de la información exterior con la interior es importante para la toma de decisiones, inhibiendo todos aquellos estímulos que puedan perturbarla, es decir, los estímulos irrelevantes.

Función inhibitoria de la corteza prefrontal

La corteza prefrontal podría ser un ejemplo de lo que se ha dicho sobre el cerebro, a saber, que su principal función es reductora, o sea inhibitoria, para evitar la confusión que produciría la inmensa cantidad de estímulos que el cerebro puede recibir. En el siglo XIX el neurólogo inglés John Hughlings Jackson decía que muchas lesiones cerebrales, especialmente en la corteza, producían lo que él llamaba «liberación de funciones», que normalmente están inhibidas. Lo hemos visto en el caso de Phineas Gage y de Elliot, y es algo que se produce muy a menudo con lesiones o tumores frontales.

El desarrollo de la corteza, y la corteza prefrontal es un ejemplo paradigmático, al inhibir funciones más primitivas ha conseguido que el organismo adquiera un mayor grado de libertad. Sin esta libertad, la moral humana sería impensable. Quizás donde mejor se puede observar este fenómeno es en la corteza orbitofrontal, con su capacidad de inhibir los instintos, y el sistema límbico en general.

Es muy probable que la capacidad humana de dilatar en el tiempo tanto la satisfacción instintiva como seguramente toda clase de satisfacciones se deba a la función normal de la corteza prefrontal. Sabido es que el ser humano puede incluso ofrecer toda su vida en aras de una recompensa que no tiene la certeza de poder recibir. Esto presupone una capacidad de anticipación considerable, y como hemos visto la anticipación está también ligada a la función de esta parte del cerebro.

Todo ello explica por qué esta región cerebral está mucho más desarrollada en los humanos que en los primates no humanos, con lo que damos seguramente satisfacción a aquellos que están siempre buscando características que nos diferencien del resto del reino animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Damasio, A. R., *Descartes' Error*, Putnam's Sons, Nueva York, 1994.
- Fuster, J. A., *Memory in the Cerebral Cortex*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1995.
- , *The Prefrontal Cortex: Anatomy, Physiology and Neuropsychology of the Frontal Lobe*, Lippincott-Raven, Philadelphia, 1997.
- Goldberg, Elkhonon, *El cerebro ejecutivo: lóbulos frontales y mente civilizada*, Barcelona, Crítica, 2002.
- Pribram, K. H., y Luria, A. R. (eds.), *Psychophysiology of the Frontal Lobes*, Academic Press, New York, 1973.
- Roberts, A. C., Robbins, T. W., y Weiskrantz, L. (eds.), *The Prefrontal Cortex: Executive and Cognitive Functions*.
- Stuss, D. T., y Benson, D. F., *The Frontal Lobes*, Raven Press, New York, 1986.

F. J. R.