

# El homínido que aprendió a cocinar

Posted on 8 de marzo de 2017 by Alberto Ferrús

Los mitos tardan en morir. Nos habían dicho que los humanos tenemos un cerebro desproporcionadamente grande para el peso de nuestro cuerpo y eso nos hacía especiales. También nos dijeron que tenemos cien mil millones de neuronas, células especializadas en la transmisión rápida de señales, y diez veces más de otras células que cumplen funciones de apoyo bajo el nombre genérico de células de glía. Nos explicaron, incluso, que la evolución del cerebro siguió un curso ascendente de complejidad por el procedimiento de sumar nuevas estructuras sobre las más ancestrales hasta alcanzar la cúspide: *Homo sapiens*, nosotros. La única especie que, llegados al día de hoy, algunos creen que ha dejado de evolucionar. Estas afirmaciones aparecen no en textos populares poco rigurosos, sino en libros con los que se ha enseñado a generaciones de universitarios en todo el mundo. Se trata del «estado de opinión». Sobre estas verdades oficiales del momento han crecido leyendas populares tan extravagantes como las que señalan un «cerebro reptiliano» en las zonas más profundas de nuestro cerebro o, plenamente en el terreno de lo ridículo, que, puesto que tenemos diez veces más glía que neuronas y son estas últimas las que ejecutan la actividad cerebral, cabría afirmar que «sólo utilizamos la décima parte de nuestro cerebro para pensar».

Afortunadamente, en este, como en muchos otros temas trascendentes, alguien se preguntó:

¿dónde están los datos? Esta es una pregunta incómoda y, por tanto, revolucionaria sobre la que se sustenta la grandeza de la ciencia. Desde el movimiento del sol hasta el origen de la vida, esa pregunta ha generado cambios profundos en nuestra visión del mundo y, en el caso que nos ocupa aquí, en la visión de nosotros mismos. Esta vez, el mérito corresponde a la doctora Suzana Herculano-Houzel y sus hallazgos los relata en un libro de reciente aparición: *The Human Advantage*. Tras recibir una amplia formación en Neurobiología en Estados Unidos y Alemania, la investigadora escogió retornar a su Brasil natal para desarrollar un proyecto aparentemente aburrido y, ciertamente, sin visos de aplicación comercial alguna: contar las células del cerebro. ¿Por qué ese proyecto? Las razones profundas de esa elección sólo las conoce la investigadora, pero hay dos hechos evidentes: en primer lugar, el tema estaba lejos de estar resuelto. Los números publicados hasta entonces eran el resultado de redondear cifras estimadas a partir de secciones microscópicas de tejido procedente de alguna región del cerebro y generalizados al volumen total del cerebro, un procedimiento que presupone una densidad homogénea de células a lo largo de todo el cerebro. En segundo lugar, el proyecto sería realizable con las infraestructuras disponibles en su centro de trabajo. Algo que los investigadores jóvenes que han trabajado en centros de primera fila internacional no suelen considerar cuando regresan a sus países de origen, donde los recursos escasean.

Como todos los neurobiólogos del mundo, ella fue educada en el «estado de opinión», pero, ante la poca fiabilidad de los datos existentes, exploró nuevas formas de responder mejor a la gran pregunta. La solución que encontró tiene la belleza de lo simple: aprovechando que cada célula contiene sólo un núcleo, basta con triturar el cerebro hasta obtener una sopa en la que contar núcleos. Un procedimiento tan fiable y sencillo como el que se utiliza para calcular el número de células en la sangre. Para visualizar los núcleos, nada más fácil que usar un producto que se une al ADN y es fluorescente cuando se ilumina con luz de la longitud de onda adecuada. Para distinguir neuronas de glía, el procedimiento elegido es equivalente, utilizando un anticuerpo contra una proteína, NeuN, presente en el núcleo de todas las neuronas ?pero no en la glía? de cualquier animal. De esa forma, los núcleos de las neuronas se manifiestan en el color resultante de sumar dos señales fluorescentes, mientras que los núcleos de las células no neuronales (mayoritariamente glía y una pequeña fracción, el 8%, de células endoteliales provenientes de los vasos que irrigan el cerebro) se detectan por el color fluorescente del marcador de ADN en solitario.

¿El tamaño del cerebro correlaciona con el número de neuronas? Los datos indican que la respuesta es sí, pero con matices

Provistos de este procedimiento tan simple, Herculano-Houzel y su equipo abordaron la tarea, mucho más complicada, de obtener primero financiación y, después, cerebros de

animales tan diversos como jirafas, antílopes, elefantes, monos y humanos, entre otras muchas especies. Ninguna de esas tareas resultó fácil, pero la más determinante de todas ?la financiación? llegó de agencias que parecen valorar el avance del conocimiento antes que la colocación de un producto en el mercado.

El propósito final de la rutinaria tarea de contar células en cerebros es detectar patrones de crecimiento durante la evolución y, con ello, identificar qué hace tan especial al cerebro de *Homo sapiens*. Para facilitar las comparaciones, los datos se obtuvieron de tres grandes regiones cerebrales: la corteza, el cerebelo y el resto del cerebro. Se trata de regiones fácilmente separables y cuyos tamaños muestran, en volumen, intrigantes diferencias entre especies. Como es evidente, un cerebro grande tiene más células que uno pequeño, pero es también evidente que un mayor número de células no implica necesariamente más habilidades cognitivas. Si fuera así, nuestro cerebro de 1,4 kilos palidecería ante los 5 kilos del de un elefante o los 9 kilos del de la ballena azul.

Abordemos la primera cuestión: ¿el tamaño del cerebro correlaciona con el número de neuronas? Los datos del grupo de Herculano-Houzel indican que la respuesta es sí, pero con matices. Por ejemplo, los roedores actuales (el tipo de animales más cercano a los primitivos mamíferos), representados por la rata, el agutí y la capibara, cuyos cerebros son progresivamente más grandes, aumentan el número de neuronas de forma lineal. Lo mismo sucede en la comparación entre primates actuales, representados por el tití, el mono búho y el macaco. Ahora bien, las correlaciones en estos dos grupos de animales no tienen el mismo índice o pendiente. La evolución de los cerebros de roedores y primates se produjo con estrategias diferentes. Los primates consiguieron incrementar el número de neuronas más rápidamente que el peso del cerebro. Esta conclusión es también válida si se considera sólo la corteza o sólo el cerebelo. Por el contrario, si se considera el resto del cerebro separadamente, el resultado es diferente. Roedores y primates aumentaron el número de neuronas con el mismo índice de correlación en las regiones que no son cerebelo ni corteza. Aunque cerebros grandes tienen mayor número de neuronas que cerebros pequeños, las proporciones relativas entre distintas regiones son diferentes entre especies.

Dentro de los primates, ¿es el cerebro humano excepcional? Los datos son contundentes: nuestro cerebro de 1,4 kilos y sus 86.000 millones de neuronas se incluyen limpiamente dentro de lo esperado según la norma establecida para los demás primates, tanto si nos referimos a la corteza (16.300 millones), al cerebelo (69.000 millones) o al resto del cerebro (700 millones). Quizá pueda parecer relativamente benévolo redondear 86 a 100 para justificar el anterior estado de opinión sobre el número total de neuronas en el cerebro humano. Ante esa tentación, conviene recordar el número de ceros que sigue a esos números o, en otras palabras, recordar que con los números del redondeo podría haberse

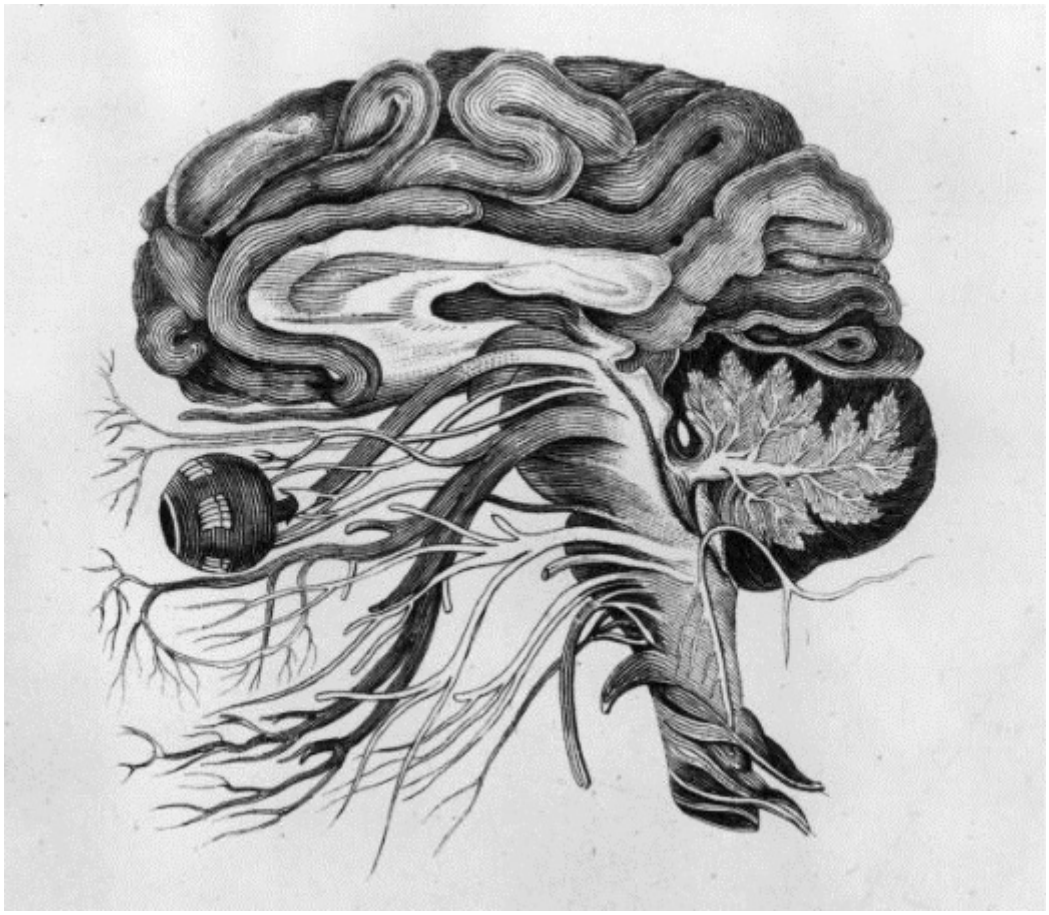
construido el cerebro completo de un babuino, por ejemplo. Somos primates con cerebro de primate. Nuestro número de neuronas es grande, pero no tan grande como la leyenda nos asignaba y, por cierto, con neuronas y glía en números equivalentes. Varios mitos desmantelados al tiempo que recibimos un baño de humildad.

¿Y el elefante? ¿No debería tener números de células y habilidades cognitivas proporcionales a sus 5 kilos de peso? No fue fácil conseguir cerebro de elefante africano y transportarlo en buenas condiciones hasta Brasil, pero, al parecer, los problemas de Herculano-Houzel con la aduana brasileña fueron menores que los que hoy empiezan a sufrir los investigadores españoles que intentan enviar ratones a Canarias o moscas a Estados Unidos. Pero esa es otra historia. Numerosos estudios previos de otros investigadores han documentado fehacientemente que la corteza es una región cerebral muy importante en la ejecución de las habilidades cognitivas. El caso es que, sorprendentemente, la corteza del elefante tiene sólo 5.600 millones de neuronas, una cifra que se ajusta plenamente a la norma de los roedores, y el mismo fenómeno parece suceder en la ballena. ¿Cómo se justifica entonces el gran peso y el número total de células, 257.000 millones, del cerebro de elefante? En buena medida por un desproporcionado cerebelo que ocupa más del 80% del volumen total de su cerebro. En esta región, la escala del elefante se aproxima más a la escala de los primates. ¿Para qué necesita el elefante un cerebelo tan grande? Nadie sabe la respuesta correcta pero la tentación es irresistible: para mover la trompa. Quizás.

¿Y los grandes simios? ¿No teníamos los humanos un cerebro desproporcionadamente grande para nuestro peso corporal? Sí, esa era la opinión establecida bajo el concepto de «índice de cefalización», según el cual tendríamos un cerebro siete veces más grande de lo que correspondería a un mamífero de nuestro peso corporal. Pero la conclusión estaba basada en la comparación que incluía gorilas y orangutanes. ¿Qué pasaría si fueran los grandes simios excepcionalmente grandes de peso corporal para el tamaño de su cerebro? Para salir de dudas, nada mejor que contar neuronas. Conseguir material cerebral de simios representó un problema serio, comprensiblemente serio. El equipo de la doctora brasileña solo ha tenido acceso hasta ahora a cerebelos, pero las correlaciones establecidas con otros primates han permitido determinar con fiabilidad que el cerebro de estos simios sigue fielmente la norma establecida para los cerebros de los demás primates. Por tanto, su elevado peso corporal los convierte a ellos, no a *Homo sapiens*, en la excepción. Gorilas y orangutanes tienen un cuerpo demasiado grande para su cerebro y este último resulta tener el número de células según la norma primate. La hipertrofia corporal en los simios la analizaremos más abajo. El cerebro del primate ha conseguido mantener una economía de volumen, aumentando, por tanto, la densidad de neuronas. Una circunstancia que quizás haya facilitado el procesamiento e integración de señales. Con todo, la principal ventaja de la

estrategia seguida por los primates es que permitió obtener cerebros con abundantes células empaquetadas en un volumen razonable de cráneo que fuera compatible con procesos tan limitantes como el parto.

En términos absolutos referidos a la región cerebral determinante del repertorio cognitivo, los humanos tenemos una corteza cerebral con el número de neuronas más elevado de entre las que se han contado con fiabilidad, 16.000 millones, muy alejado de los 6.000 millones del chimpancé y de los 5.600 millones del elefante. ¿Cómo hemos llegado hasta aquí? Disponer de los índices de correlación entre número de neuronas y tamaño del cerebro permite hacer estimaciones sobre especies extintas. Los cráneos de homínidos permiten calcular el volumen de sus cerebros y, aplicando los índices y reglas establecidas para primates, puede establecerse la correlación entre el posible número de neuronas y el peso de sus cuerpos, este último deducido a partir de la estructura del esqueleto. Con los datos de fósiles disponibles hasta hoy, parece claro que hace aproximadamente unos dieciséis millones de años emergieron dos líneas evolutivas a partir de un ancestro común mediante la adopción de dos estrategias de crecimiento cerebral diferentes. Una nos llevó a través de las diferentes formasUtilizo el término «forma» en lugar del habitual «especie» porque este último es objeto de gran polémica sobre su definición científica, especialmente cuando hay evidencias de hibridación entre varias formas de *Homo*. de *Homo* hasta nosotros, mientras que la otra condujo hasta los actuales chimpancés, orangutanes y gorilas. La línea de los homínidos incrementó el número de neuronas más rápidamente que la de los grandes simios. Por el contrario, la línea de los simios aumentó su peso corporal más rápidamente que la de los homínidos. Considerando conjuntamente todos los datos, el escenario que se nos presenta es el de una forma, *Homo sapiens*, con un cerebro de tamaño apropiado a su condición de primate, cuya única peculiaridad destacable parece ser una alta densidad de neuronas en la corteza, de tal forma que es el primate con mayor número total de neuronas en esta región. Claramente, las habilidades cognitivas parecen depender del número de neuronas en la corteza, aunque un cerebro completo es, obviamente, necesario para ejecutar todas esas habilidades.



Llegados a este punto, podemos centrar nuestra atención en la línea de los homínidos para preguntarnos: ¿cómo evolucionó el cerebro de nuestros antepasados directos y cuál de ellos alcanzó un repertorio cognitivo similar al nuestro? Aquí confluyen los índices de correlación para los primates descritos por Herculano-Houzel y su grupo con los datos obtenidos por numerosos paleoantropólogos sobre el volumen craneal de nuestros predecesoresYves Coppens y Pascal Picq (dirs.), *Los orígenes de la humanidad*, trad. de Fabián Chueca, Madrid, Espasa Calpe, 2004.. Un ancestro común a humanos y chimpancés que vivió hace unos siete millones de años podría tener unos siete mil millones de neuronas en su corteza. Más cercano en el tiempo, la famosa Lucy, quien claramente caminaba erguida sobre dos piernas, dispondría de unos nueve mil millones de neuronas en su corteza cerebral, un valor muy similar al de los grandes simios actuales. La cifra de once mil a catorce mil millones de neuronas corticales debió alcanzarse hace unos dos millones de años en diversas formas de *Homo* para que poco después, hace unos 1,5 millones de años, *Homo erectus* diera un salto significativo hasta alcanzar una corteza estimada en diecisiete mil millones de neuronas. Aún más reciente, *Homo neanderthalensis* habría alcanzado una corteza con más de veinte mil millones de neuronas. Resulta difícil discriminar cuál de esos números es crítico para

proporcionar un repertorio cognitivo equivalente al nuestro. Obviamente, la progresión entre número de neuronas corticales y habilidades cognitivas tuvo que ser gradual, pero, a juzgar por el tipo de herramientas utilizadas, hasta los once mil a catorce mil millones de neuronas de *Homo habilis*, unos dos millones de años atrás, las capacidades tecnológicas y, con ellas, las presuntas habilidades cognitivas, debieron de ser sólo un poco más avanzadas que las que muestran hoy chimpancés y bonobos. Estos dos tipos de primates utilizan herramientas tales como varillas para sacar insectos de sus nidos o piedras para romper nueces, al tiempo que desarrollan una organización social jerarquizada con estrategias de grupo en cacerías y migraciones.

Aun cuando todos estos números y conclusiones deben ser tomados con cierta cautela, al tratarse de estimaciones derivadas y no de mediciones, el «estado de opinión» parece unánime en admitir que el aumento del número de neuronas en el cerebro, especialmente en la corteza, fue un proceso extraordinariamente rápido. De hecho, el intervalo entre 2 y 1,5 millones de años atrás parece que fue un período corto, pero crítico, en el que se aceleró el crecimiento cerebral, corteza incluida. El cerebro prácticamente dobla su tamaño en las formas de *Homo erectus* y *Homo neanderthalensis* en comparación con las inmediatamente anteriores. Como último representante de esta saga, la gran corteza cerebral del *Homo sapiens* moderno parece ser su (nuestra) dotación más valiosa.

¿Por qué es tan valiosa nuestra corteza? Se han propuesto diversas hipótesis apoyadas en datos poco sólidos o que parecían ser exclusivos de, al menos, los grandes simios. Una de ellas invoca una relativa hipertrofia de la zona frontal y prefrontal de la corteza, dos subregiones involucradas en la planificación de acciones. Ciertamente, los humanos tenemos unas cortezas frontal y prefrontal más desarrolladas que otros primates, pero este mayor tamaño absoluto no representa un mayor tamaño (o número de neuronas) relativo a otras zonas de nuestra corteza. Los humanos, como los demás primates, alojamos el 8% de nuestras neuronas corticales en la región prefrontal. Es decir, disponemos de una corteza frontal del tamaño esperable para un primate cuyo cerebro tiene 86.000 millones de neuronas. De nuevo, sólo el número total de neuronas en la corteza parece marcar la diferencia. Otra hipótesis que tuvo sus días de notoriedad fue la existencia de un tipo especial de neuronas, las neuronas de von Economo, localizadas en la corteza prefrontal, y más abundantes en humanos que en otros primatesConstantin von Economo, *The cytoarchitectonics of the human cerebral cortex*, trad. ing. de Sam Parker, Londres, Oxford University Press, 1929.. A principios del siglo XX llegó a proponerse que este tipo de células sostenían actividades cognitivas que relacionan emociones con planes de acción, pero, aunque se encuentran en especies con notable nivel de inteligencia, como orangutanes, ballenas, delfines y elefantes, su presencia también en macacos y mapaches las priva de la

esperada singularidadJohn M. Allman, Atiya Hakeem, Joseph M. Erwin, Esther Nimchinsky y Patrick Hof, «The anterior cingulate cortex. The evolution of an interface between emotion and cognition», *Annals of the New York Academy of Science*, vol. 935, núm. 1 (2001), pp. 107-117; Henry C. Evrard, Thomas Forro y Nikos K. Logothetis, «Von Economo neurons in the anterior insula of the macaque monkey», *Neuron*, vol. 74, núm. 3 (2012), pp. 482-489.. Otra hipótesis sobre la peculiaridad funcional de la corteza se ha construido sobre el descubrimiento de las neuronas espejo. Se trata de neuronas de la corteza primaria motora que se activan cuando el sujeto ve a otro realizar una acción. El observador activa neuronas que el ejecutor está activando durante su acción. Descubiertas en el macaco por el doctor Giacomo Rizzolati y su grupo en la Universidad de Parma, crearon amplias expectativas como posible sustrato de actividades tan humanas como la empatíaGiacomo Rizzolatti y Laila Craighero, «The Mirror-Neuron System».. Es evidente que las neuronas espejo, como las de von Economo, llevan a cabo funciones muy relevantes en la actividad cognitiva de cerebros con tamaño notable, pero nada aún que haga singular a «nuestro» cerebro.

¿Cómo fue posible ese crecimiento tan rápido del cerebro de nuestros ancestros hasta alcanzar las dimensiones y número de neuronas que definen al *Homo sapiens*? En ciencia, cuando un problema no parece tener solución, cambiar de enfoque suele ser una buena estrategia. En lugar de intentar buscar una singularidad minúscula en el cerebro humano, volvamos a contemplar el problema global: ¿cuánto cuesta mantener un cerebro?

El consumo energético del cerebro ha sido objeto de estudio desde hace muchas décadas, de forma que los datos acumulados permiten calificarlos como sólidos. Unas 500 kilocalorías por día, en el caso de los humanos, independientemente de la actividad cerebral que se ejecute, tanto si vegetamos frente al televisor como si filosofamos sobre el significado de la vida. Ese consumo resulta sorprendente si tenemos en cuenta que el cerebro representa sólo un 2% del peso total de nuestro cuerpo. También representa una fracción elevada, el 25%, de la ingesta diaria, al menos en dietas normales. Por el contrario, en otras especies, la energía requerida para la nutrición de su cerebro representa únicamente un 10% de la ingesta. Para justificar estas diferencias, tradicionalmente se ha recurrido a indagar sobre las células que alimentan a las neuronas, la glíaPierre J Magistretti, «Neuron-glia metabolic coupling and plasticity», *Experimental Phisiology*, vol. 96, núm. 4 (2011), pp. 407-410..

El consumo energético del cerebro es de unas 500 kilocalorías por día, independientemente de la actividad cerebral que se ejecute

Los datos de Herculano-Houzel indican que no hay una tendencia evidente entre el aumento de la ratio glía/neurona y el aumento de tamaño del cerebro. Sin embargo, el número absoluto de glía y el tamaño del cerebro muestran una correlación prácticamente lineal

(índice o pendiente de 1) entre todas las especies y entre todas las regiones cerebrales analizadas. Es decir, hay una regla universal de escalado en el número de células gliales en cualquier cerebro de mamífero y, probablemente, también de pájaros. Este hecho indica que la glía debe cumplir una función tan básica en la biología del cerebro, de forma que el aumento de su número debe obedecer a un mecanismo establecido hace muchos millones de años. Para estudiar ese mecanismo es preciso reconsiderar la ratio glía/neurona, pero referida ahora al tamaño de las neuronas, el cliente al que la glía debe alimentar. Aquí, de nuevo, se desveló otra norma de aplicación universal a cualquier cerebro o región. Cuanto mayor tamaño tienen las neuronas, mayor es la ratio glía/neuronas. La interpretación de este hecho puede parecer obvia: neuronas grandes deben requerir más energía y, por tanto, más glía. Sometamos esa lógica al escrutinio de los datos.

¿Qué relación existe entre el tamaño de una neurona y su demanda energética? Aquí los datos disponibles proceden del físico polaco Jan Karbowski en forma de mediciones de metabolismo global deducido del flujo de sangre y, por tanto, de oxígenoJan Karbowski, «Constancy and trade-offs in the neuroanatomical and metabolic design of the cerebral cortex», *Frontiers in Neural Circuits*, vol. 8, núm. 9 (2014), pp. 1-16.. Herculano-Houzel combinó esos datos con los suyos sobre el número de neuronas y la conclusión resultó ser sorprendente. El consumo de glucosa y oxígeno por neurona en las tres regiones cerebrales habitualmente analizadas resultó ser constante en las seis especies comparadas (tres roedores y tres primates, incluidos humanos). Aunque el número de neuronas varía en un factor de 1200 y el tamaño medio de neurona lo hace en un factor de 3, el consumo medio de glucosa varía sólo en 1,4. Es decir, neuronas grandes no demandan más energía que sus hermanas de menor tamaño. Por tanto, el aumento en el número de glía no puede explicarse por una mayor demanda energética desde neuronas grandes. Quienes tengan conocimientos de neurobiología probablemente se sorprendan de esta conclusión, dado que sabrán que las neuronas grandes establecen más contactos sinápticos (zonas especializadas para conversar con otras células) que las neuronas pequeñas y esa actividad sináptica es muy costosa energéticamente. El conflicto es sólo aparente porque, como saben únicamente los especialistas, las sinapsis tienen diferentes probabilidades de activación y, milagrosamente, las neuronas con muchas sinapsis (las neuronas grandes) tienen sinapsis poco dispuestas a activarse. Como en otros casos de la vida, los grandes suelen ser vagos.

La mayor demanda energética de cerebros grandes se origina, simplemente, por el elevado número total de células. Así, los humanos necesitamos 500 kilocalorías para alimentar a 86.000 millones de neuronas, mientras que los 71 millones del cerebro de ratón pueden mantenerse con solo 0,4 kilocalorías diarias. Entonces, ¿por qué aumenta la ratio glía/neurona cuando aumenta el tamaño neuronal? No hay una explicación muy convincente,

pero tal vez se trate sólo de un fenómeno de ocupación de espacio. Un determinado volumen que se ocupe por neuronas grandes resulta en una ratio elevada, mientras que el mismo volumen ocupado por neuronas pequeñas ?muchas, por tanto? resulta en una ratio baja. Todo ello presupone un tamaño constante para la glía, cosa que, aun cuando se conocen varios tipos de glía de tamaños diferentes, puede aceptarse a escala global comparativa. Además, durante el desarrollo, la glía suele aparecer después de que las neuronas hayan empezado a colonizar el nicho, con lo que su número ?nos propone la autora? debe adaptarse al espacio disponible. En cualquier caso, hoy sabemos que la glía, además de soporte metabólico para las neuronas, cumple funciones esenciales en la formación y actividad de la sinapsis. Su estatus de reconocimiento, sin dudas se ha elevado.

Queda aún por explicar esta otra pregunta: ¿por qué la nutrición del cerebro humano consume una fracción tan alta (25%) de nuestra ingesta, en comparación con el 10% en otras especies? La razón, de nuevo, es su pertenencia al linaje primate, cuya estrategia de crecimiento evolutivo fue diferente al de roedores. El promedio de 6 kilocalorías diarias por cada mil millones de neuronas se escala con índices diferentes entre ratones, capibaras, etc., que entre macacos, babuinos y humanos. En estos últimos, el cerebro es proporcionalmente más grande con respecto al cuerpo que entre los roedores y sus parientes. Puesto que la ingesta debe nutrir también al cuerpo, la pregunta ahora debe ser: ¿cuánto cuesta mantener el cuerpo?

Mientras que el consumo energético por neurona es razonablemente constante, según mencionamos más arriba, no es así en el caso de los músculos. Un cerebro funciona con una potencia constante de 24 vatios, pero un músculo puede consumir más de tres veces ese valor. Aquí sí que hay diferencias notables entre vegetar ante un televisor o descargar un camión. Puesto que la cantidad de calorías que pueden ingerirse no es infinita, empieza a ser evidente que existe un conflicto entre tamaño de cuerpo y tamaño del cerebro. Nutrir cuerpo y cerebro requiere dedicar tiempo a buscar alimentos y la correlación entre peso corporal, número de neuronas cerebrales y tiempo dedicado a buscar alimentos ofrece un panorama muy revelador de ese conflicto. El número de neuronas puede aumentar rápidamente si se mantiene un cuerpo relativamente liviano, pero si el cuerpo aumenta de peso, el número de neuronas no puede seguir haciéndolo, ya que se requiere más tiempo para la alimentación. Los grandes simios pueden llegar a invertir hasta diez horas diarias en alimentarse, mientras que los macacos suelen hacerlo en cinco horas. Los cálculos permiten predecir los límites a la relación entre peso corporal y número de neuronas durante el proceso evolutivo. Por ejemplo, dedicando ocho horas diarias a la alimentación, un cuerpo de veinticinco kilos podría albergar 53.000 millones de neuronas, pero uno de cien kilos sólo podría aspirar a tener 12.000 millones. Gorilas y orangutanes son el resultado de una estrategia que primó el

aumento de peso corporal frente al cerebro y eso explica su hipertrofia corporal relativa. Ellos, como todos, viven al límite del equilibrio, pero cada linaje alcanzó un equilibrio diferente. Las estrategias evolutivas seguidas no parece que fueran elecciones caprichosas, sino sólo las que se podían costear.

¿Y nosotros? ¿Cómo fue posible llegar hasta hoy? Los cálculos anteriores sobre el equilibrio entre peso corporal, número de neuronas y tiempo de alimentación lleva a una conclusión inexorable: no deberíamos existir. Las 500 kilocalorías necesarias diariamente para mantener nuestro cerebro pueden conseguirse hoy con unas cucharadas de azúcar, pero nuestros ancestros no tenían acceso tan fácil a esa cantidad de calorías por múltiples razones limitantes, desde el flujo de alimentos admisible en sus sistemas digestivos hasta la capacidad para encontrar alimentos en cantidades suficientes cada día. Como primates de setenta kilos de peso y 86.000 millones de neuronas, deberíamos invertir más de nueve horas al día en consumir comida de primate.

La única salida posible a la paradoja de nuestra existencia es que un ancestro cercano descubriera una forma más eficiente de obtener calorías. Dietas a base de coco, nueces o piñones (todas con más de 600 kilocalorías por 100 gramos) podría haber sido una opción, pero no abundan en el territorio original de los homínidos ni están disponibles diariamente. Una vez modificado el esqueleto para permitir caminar sobre dos extremidades, explorar fue una opción aprovechable. Moverse para recolectar y, más tarde, para carroñar y cazar permitió ingerir una cantidad razonable de calorías, pero con un gran esfuerzo, y obligando a mantener grupos poco numerosos. Todo eso fue posible entre dos y cuatro millones de años atrás, pero es imposible imaginar, dados los requerimientos energéticos, que el cerebro hubiera podido duplicar su tamaño de no haberse encontrado una alternativa: cocinar.

Como todo en biología evolutiva, cocinar debió de desarrollarse paulatinamente, desde las formas más simples de cortar, triturar, asar, hervir, etc., hasta el arte barroco de la cocina moderna, donde hace mucho tiempo que alimentarse dejó de ser una necesidad para convertirse en un negocio y placer de ociosos. Dentro del repertorio de pasos iniciales se incluye uno con profundas implicaciones para entender el desarrollo de vínculos sociales. Un cráneo hallado en Dmanisi (Cáucaso) muestra una mandíbula inferior desprovista de dientes perteneciente a un ancianoJordi Agustí y David Lordkipanidze, *Del Turkana al Cáucaso. La evolución de los primeros pobladores de Europa*, Barcelona, RBA, 2005.. ¿Cómo pudo alimentarse ese individuo? Parece evidente que otros vecinos debieron masticar los alimentos por él hasta generar una especie de papilla predigerida, una práctica aún vigente entre ciertas poblaciones indígenas en África y Latinoamérica. Lo más relevante de ese

hallazgo, en el contexto del crecimiento evolutivo que tratamos aquí, es la datación de ese cráneo desdentado. Resulta ser de hace unos 1,7 millones de años, justo el punto de inflexión cuando el tamaño del cerebro disparó su velocidad de crecimiento. Este y otros cráneos del yacimiento indican que perteneció a una forma de *Homo habilis* en transición hacia *Homo erectus* y para la que se ha propuesto, aún en controversia, la designación de *Homo georgicus*, el cual estaría dotado con, quizá, unos 14.000 millones de neuronas. La paleococina había comenzado.

La relación propuesta entre evolución reciente de *Homo* y la cocina tiene varios precedentes y la doctora Herculano-Houzel reconoce la iluminación de Richard Wrangham, autor de un libro muy popular en el mundo anglosajónRichard Wrangham, *Catching Fire. How Cooking Made Us Human*, Nueva York, Basic Books, 2009.. No sería justo, sin embargo, ignorar antecedentes de la misma propuesta, como la que Faustino Cordón hizo muchos años antesFaustino Cordón, *Cocinar hizo al hombre*, Barcelona, Tusquets, 1980. . En ciencia, publicar en otro idioma que el dominante apaga la visibilidad.

El registro fósil posterior parece apoyar la tesis culinaria. El análisis dental de *Homo erectus* (17.000 millones de neuronas corticales) y la datación de restos carbonizados en el mismo yacimiento indican que, probablemente, fue el primer homínido en practicar alguna forma de cocinado de alimentos por medio del fuego. No obstante, evitando posibles tentaciones, conviene puntualizar que el arte de cocinar no fue la causa, sino sólo uno de los factores que hicieron posible al *Homo sapiens* moderno. La evolución es, en origen, un cambio que, tan solo una vez ocurrido, se mantiene si la selección lo permite. Antes de alumbrar la idea de que el alimento puede cocinarse usando el fuego hay que disponer de muchos millones de neuronas corticales. En este punto, en el último capítulo de su libro, Herculano-Houzel adopta una posición no exenta de controversia. Según su punto de vista, una gran cantidad de neuronas corticales no fue suficiente para llegar hasta aquí: la tecnología fue un ingrediente esencial. Nadie duda de que el uso de herramientas y la invención de otras nuevas coincidieron con el crecimiento del cerebro. La controversia radica en saber si esos factores fueron causa, o efecto, del cambio evolutivo. ¿Puede la práctica de una tarea modificar el genoma de forma que se produzca un cambio heredable? La confrontación entre Darwin y Lamarck sigue viva.

En definitiva, un libro apasionante en contenido y forma, que debería y podría ser leído por cualquier *Homo sapiens*.

**Alberto Ferrús** es profesor de investigación en el Instituto Cajal de Neurociencias (CSIC) y coautor de *Manual de Neurociencia* (Madrid, Síntesis, 1998).

**Autor:** Suzana Herculano-Houzel

**Edicion:** Cambridge, The MIT Press, 2016

**Paginas:** 272 pp. $16.95

**Titulo:** The Human Advantage. A New Understanding of How Our Brain Became Remarkable