



F. ALEJANDRO SÁNCHEZ FLORES

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

Posiblemente, uno de los propósitos más comunes de año nuevo y que la gente trata de realizar, es hacer ejercicio. Las razones varían, pero en algunos casos, esta relacionado a la ingesta excesiva de alimento y bebidas alcohólicas durante LAS fiestas decembrinas, lo que conlleva ganancia de peso y acumulación de grasa corporal. En pocas palabras, la gente engorda y hacer ejercicio parece ser la solución. Si bien la actividad física mejora la función de muchos sistemas de órganos en el cuerpo, no siempre resulta en la pérdida de peso o disminución de grasa en el cuerpo. Generalmente, los efectos del ejercicio están relacionados con un mejor rendimiento físico. Por ejemplo, cuando camina o corre, los músculos demandan más oxígeno y con el tiempo, el sistema cardiovascular responde aumentando el tamaño del corazón y construyendo nuevos vasos sanguíneos. Los cambios cardiovasculares son principalmente una respuesta a los desafíos físicos del ejercicio, que pueden mejorar la resistencia y eventualmente disminuir los riesgos de problemas cardíacos. Pero ¿cuáles serían los efectos que provoca el ejercicio en el cerebro? Para poder entender más acerca de los beneficios del ejercicio en el cerebro, podemos empezar hablando un poco de la evolución de este importante órgano en el ser humano.

Tomada de: <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2015/06/26/asi-funciona-el-cerebro-en-piloto-automatico>

El cerebro humano y su evolución

El cerebro es el órgano principal del sistema nervioso central, que se encuentra dentro del cráneo. Su estructura general se conserva en todos los mamíferos, pero en el caso de los humanos se observan diferencias particulares. El cerebro humano (Figura 1) adulto tiene un volumen y peso promedio de ~1,200 cm³ y ~1.4 kg, respectivamente. Se estima que contiene unos 80 mil millones de neuronas. Lo más relevante para el funcionamiento del cerebro no es el número de neuronas sino la complejidad dada por las conexiones que se establecen entre estas células en las distintas partes del cerebro. El cerebro humano se encarga tanto de regular y mantener cada función vital del cuerpo, como de ser el órgano donde reside la mente y la conciencia del individuo. Los procesos mentales que nos permiten llevar a cabo cualquier tarea, son conocidos como *funciones o tareas cognitivas*.

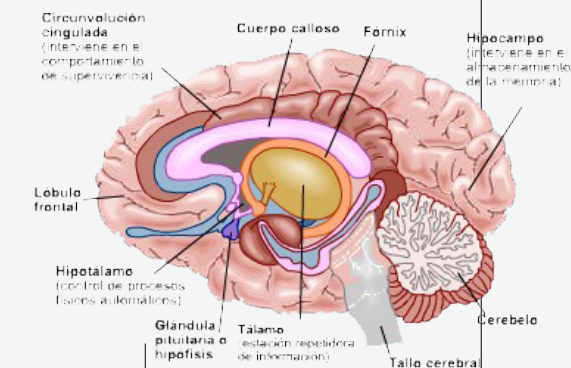
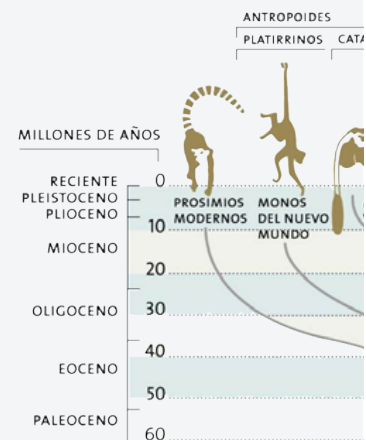


FIGURA 1. ▲ ESQUEMA de la estructura y partes de un cerebro humano. Tomada de <https://laplanilla.wordpress.com/2009/12/01/sesion-n%C2%BA-8-septiembre-22-del-2009/>

Si examinamos la relación evolutiva entre el cerebro y el cuerpo, podremos encontrar diferencias muy interesantes. Los homínidos, que es el grupo al que pertenecen los humanos modernos, se separaron de sus parientes más cercanos, que son los chimpancés y los bonobos, hace aproximadamente unos seis o siete millones de años (Figura 2). En ese tiempo, los homínidos desarrollaron una serie de adaptaciones anatómicas y conductuales que los distinguen de otros primates. La evolución del cerebro, a través de los primates hasta los homínidos, se caracteriza por un aumento constante en la encefalización, que es la relación del cerebro con el tamaño corporal. Se cree que algunos de estos cambios evolutivos su pueden vincular con el ejercicio. Por un lado, nuestros antepasados pasaron de caminar en cuatro patas a caminar erguidos solo con las patas traseras. Para lograr esta tarea, nuestros cerebros deben coordinar una gran cantidad de información y hacer ajustes en la actividad muscular en todo el cuerpo para mantener el equilibrio. Al coordinar estas acciones, también debemos estar atentos a cualquier obstáculo en el camino. En otras palabras, el hecho de caminar en dos patas, es un mayor desafío cognitivo para nuestros cerebros, que el que tenían nuestros antepasados cuadrúpedos.

LOS EFECTOS DE



Por otro lado, la forma de vida de los homínidos cambió para incorporar niveles más altos de actividad aeróbica. La evidencia fósil indica que, en las primeras etapas de la evolución humana, nuestros antepasados fueron probablemente simios bípedos relativamente sedentarios que comían principalmente plantas. Sin embargo, hace unos dos millones de años, a medida que el ambiente donde habitaban se convertía en un medio más seco y de clima más frío, al menos un grupo de humanos ancestrales cambió sus hábitos alimenticios y la manera en que conseguía su alimento fue cazar animales y recolectar vegetales. La caza y la recolección fueron las principales estrategias de subsistencia humana durante casi dos millones de años hasta el advenimiento de la agricultura y el pastoreo hace unos 10,000 años. Los expertos han demostrado que, debido a las largas distancias recorridas en busca de comida, la caza y la recolección implican mucha más actividad aeróbica que la que se observa en otros simios. Los cambios asociados a una rutina más activa físicamente, también aumentaron las demandas en el cerebro. Cuando los cazadores/recolectores buscan comida lejos, deben inspeccionar sus alrededores para asegurarse de saber dónde están. Este tipo de navegación espacial se procesa en el hipocampo. Además, tienen que examinar el paisaje en busca de signos de comida, utilizando información sensorial de sus sistemas visuales y auditivos. Deben recordar dónde han estado antes y cuándo estaban disponibles ciertos tipos de alimentos. El cerebro utiliza esta información de la memoria a corto y largo plazo, lo que permite a las personas tomar decisiones y planificar sus rutas, tareas cognitivas que son compatibles con el hipocampo y la corteza prefrontal, entre otras regiones. Es obvio pensar que los cazadores/recolectores a menudo

Lecturas recomendadas

<https://www.scientificamerican.com/article/why-your->
https://es.wikipedia.org/wiki/Cerebro_humano



EL EJERCICIO EN NUESTRO CEREBRO

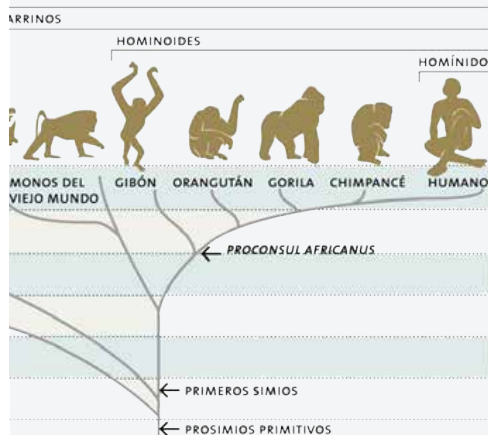


FIGURA 2. ÁRBOL filogenético de los primates. Tomada de http://paginaspersonales.deusto.es/airibar/Musica/L&M/L&M_06.html

también se alimentan en grupos, en cuyo caso debían tener conversaciones verbales, por lo tanto, además de que sus cerebros mantenían el equilibrio y los mantiene ubicados espacialmente en su entorno, debía coordinar muchas otras tareas y pensamientos. Toda esta multitarea está controlada, en parte, por la corteza prefrontal. Actualmente se ha visto que tanto el hipocampo como la corteza prefrontal, son estructuras que tienden a atrofiarse a medida que envejecemos. En nuestra sociedad moderna, no necesitamos participar en actividades físicas aeróbicas para encontrar comida para sobrevivir. La atrofia cerebral y las disminuciones cognitivas relacionadas, ocurren comúnmente durante el envejecimiento y pueden estar en parte relacionadas con nuestros hábitos sedentarios.

Sobre las evidencias del efecto del ejercicio en el cerebro

En la década de 1990, los investigadores anunciaron una serie de descubrimientos que alterarían un principio fundamental de la neurociencia. Durante décadas, se entendió que el cerebro maduro era incapaz de desarrollar nuevas neuronas. Una vez que un individuo alcanza la edad adulta, se pensaba que el cerebro comenzaba a perder neuronas en lugar de ganarlas. Pero las evidencias actuales indican que el cerebro adulto puede generar nuevas neuronas. En un experimento particularmente sorprendente con ratones, los científicos descubrieron que simplemente correr sobre una rueda condujo al nacimiento de nuevas neuronas en el hipocampo del cual ya se ha mencionado. Cuando los investigadores del Instituto Salk

de Estudios Biológicos en La Jolla, California, dirigidos por *Fred Gage* y *Henriette Van Praag*, mostraron que correr aumentó el nacimiento de nuevas neuronas del hipocampo en ratones, notaron que este proceso parecía estar vinculado a la producción de una proteína llamada en inglés “*brain-derived neurotrophic factor*” (BDNF). Esta proteína, aunque se produce en todo el cuerpo, en el cerebro promueve tanto el crecimiento como la supervivencia de las nuevas neuronas. Existen más evidencias en roedores de que la neurogénesis inducida por el ejercicio está asociada con un mejor rendimiento en tareas relacionadas con la memoria. Los resultados de estos estudios han sido sorprendentes porque la atrofia del hipocampo está ampliamente relacionada con los problemas de memoria durante el envejecimiento humano y ocurre en mayor medida en personas con enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. Los hallazgos en roedores han proporcionado una visión inicial de cómo el ejercicio podría contrarrestar esta disminución.

Después de este trabajo en animales, los investigadores llevaron a cabo una serie de investigaciones que determinaron que al igual que en los roedores, el ejercicio aeróbico conduce a la producción de BDNF en humanos. También observaron que se aumenta el tamaño y la conectividad de las áreas clave del cerebro, incluido el hipocampo. En un ensayo aleatorizado realizado en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign por *Kirk Erickson* y *Arthur Kramer*, se observó que con 12 meses de ejercicio aeróbico se aumentaron los niveles de BDNF en adultos mayores, así como un aumento en el tamaño del hipocampo y mejoras en la memoria de dichos participantes. Otros investigadores han encontrado asociaciones entre el ejercicio y efectos en el hipocampo. Un estudio publicado en 2019 en la revista científica “*Brain Imaging and Behavior*”, donde participaron más de 7,000 adultos de mediana edad y adultos mayores en el Reino Unido, demostraron que las personas que dedicaron más tiempo a una actividad física de manera moderada a vigorosa, tenían volúmenes de hipocampo más grandes. Aunque todavía no es posible decir si estos efectos en los humanos están relacionados con la neurogénesis u otras formas de plasticidad cerebral, como el aumento de las conexiones entre las neuronas existentes, los resultados en conjunto nos indican claramente que el ejercicio puede

beneficiar el hipocampo y sus funciones cognitivas. También se han documentado vínculos claros entre el ejercicio aeróbico y los beneficios para otras partes del cerebro, incluida la expansión de la corteza prefrontal, que se encuentra justo detrás de la frente. Tal aumento de esta región se ha relacionado con funciones cognitivas ejecutivas más agudas, que involucran aspectos de planificación, toma de decisiones y la capacidad de realizar múltiples tareas a la vez. Estas habilidades tienden a disminuir con el envejecimiento, por lo que hacer ejercicio puede ayudar a reducir esta pérdida e incluso el riesgo de enfermedades como el Alzheimer y otras afecciones neurodegenerativas.

Ejercicio y reto mental

Si podemos entender mejor por qué y cómo el ejercicio involucra al cerebro, quizás sea posible aprovechar las vías fisiológicas relevantes para diseñar rutinas de ejercicio novedosas que ayuden a las personas a medida que envejecen, a reducir la pérdida de funciones cognitivas. De hecho, existen trabajos que sugieren que el ejercicio que estimula cognitivamente puede beneficiar al cerebro más que el ejercicio que no genera tales demandas cognitivas. Por ejemplo, *Gerd Kempermann* y sus colegas del Centro de Terapias Regenerativas de Dresde en Alemania, exploraron esta teoría comparando el crecimiento y la supervivencia de nuevas neuronas en el hipocampo de un grupo de ratones después de hacer solo ejercicio y otro grupo después de hacer ejercicio combinado con el acceso a un entorno enriquecido cognitivamente. En el segundo grupo, encontraron un efecto aditivo donde la actividad física combinada con demandas cognitivas en un entorno estimulante fue mejor para el hipocampo, lo que condujo a más neuronas nuevas. El uso del cerebro durante y después del ejercicio pareció desencadenar una mayor supervivencia de las neuronas. Otros investigadores han estado explorando la combinación de ejercicio y desafíos cognitivos en individuos que experimentan un deterioro cognitivo notable. El científico *Cay Anderson-Hanley*, de Union College en Schenectady, Nueva York, ha estado estudiando el efecto simultáneo del ejercicio y las intervenciones cognitivas en personas con deterioro cognitivo leve, una afección asociada con un mayor riesgo de Alzheimer. Ciertamente, se necesita una investigación poblacional más extensa, antes

de que podamos sacar conclusiones firmes, pero los resultados hasta ahora sugieren que las personas que ya están experimentando algún deterioro cognitivo pueden beneficiarse del ejercicio mientras juegan un videojuego que exija de su capacidad mental. En estudios en adultos sanos, *Anderson-Hanley* y sus colegas también han demostrado que hacer ejercicio y jugar al mismo tiempo un videojuego cognitivo desafiante, puede provocar un mayor aumento en la proteína BDNF circulante, en comparación con solo el ejercicio. Estos hallazgos refuerzan aún más la idea de que BDNF es fundamental para lograr beneficios cerebrales inducidos por el ejercicio. Muchos otros grupos de investigación están probando combinaciones de ejercicio y tareas cognitivas. En el futuro cercano, probablemente tengamos una mejor idea de la mejor manera de implementarlas para apoyar y mejorar la cognición tanto en individuos sanos como en aquellos que experimentan un deterioro cognitivo relacionado con la enfermedad.

Ejercicio con mas “consciencia”

Además de los estudios y resultados descritos en este artículo, es posible que otras actividades deportivas que requieren combinaciones de tareas cognitivas y aeróbicas sean una forma de activar beneficios cerebrales. Por ejemplo, se ha observado que los corredores universitarios en el Reino Unido, que entrenan la mayoría del tiempo en senderos al aire libre, han aumentado la conectividad entre las regiones cerebrales asociadas con las funciones cognitivas ejecutivas, en comparación con adultos jóvenes sanos más sedentarios. Se requiere más investigación para comprender si los beneficios son mayores que los observados en los corredores que entrenan en entornos menos complejos, por ejemplo, en máquinas para correr dentro de un gimnasio o en su casa. Aunque todavía es demasiado pronto para hacer rutinas específicas para combinar ejercicio y tareas cognitivas, podemos decir con certeza que el ejercicio es un elemento clave para preservar la función cerebral a medida que envejecemos. Las recomendaciones del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los E.E.U.U. sugieren que las personas deben realizar algún tipo de ejercicio aeróbico de intensidad moderada durante al menos 150 minutos a la semana, o bien de al menos 75 minutos a la semana si es de intensidad vigorosa (o algo intermedio entre las dos opciones). Al final, ejercitar tanto el cuerpo como el cerebro durante el ejercicio puede ayudar a mantener una mente lúcida de por vida.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

Referencias

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4066890/>
<https://link-springer-com.biblioteca.ibt.unam.mx:8080/article/10.1007%2F11682-019-00148-x>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5926798/>