
La relación entre el tamaño del cerebro y las funciones cognitivas en el *homo sapiens*

Pedro J. Solís*

Resumen:

El tema de esta investigación es la relación que podría existir entre el tamaño del cerebro y las funciones cognitivas en el *homo sapiens*. Lo anterior supone tomar en consideración otras especies dentro de la clase de los mamíferos, en especial los primates, cuyo tamaño del cerebro podría explicar en parte por qué tienen funciones cognitivas similares a las del *homo sapiens*. Se analiza críticamente las teorías que pretenden dar cuenta de esta relación, en orden a privilegiar la teoría ecológica y la del cerebro social.

Palabras clave: INVESTIGACIÓN SOBRE EL CEREBRO - HOMBRE PREHISTÓRICO - FUNCIONES COGNITIVAS - PRIMATES - MAMÍFEROS - EVOLUCIÓN

* Licenciado en Docencia en Filosofía. Profesor de la Universidad Autónoma de Centro América. pedrojossue@yahoo.com

Abstract:

The topic of this research is the relationship that might exist between the brain size and the cognitive functions of the *Homo sapiens*. This calls for taking into consideration others species into the class of the mammals, in particular the primates, whose brain size might partially explain why they have cognitive functions similar to those of the *Homo sapiens*. The theories that aim to develop an account of this relationship are critically assessed, in order to privilege the ecological theory and the social brain theory.

Key words: BRAIN RESEARCH - COGNITIVE FUNCTIONS - PREHISTORIC MAN - PRIMATES - MAMMALS - EVOLUTION

Recibido: 4 de marzo de 2016

Aceptado: 8 abril de 2016

Introducción

En este trabajo se realiza una revisión bibliográfica sobre artículos científicos y de divulgación que abordan el tema de la relación que podría existir entre el tamaño del cerebro y las funciones cognitivas. A pesar que en este trabajo se hace énfasis en los primates, la revisión bibliográfica viene delimitada por el interés de entender la evolución del tamaño del cerebro del *homo sapiens* en comparación con otras especies y si ello puede arrojar alguna luz sobre sus funciones cognitivas particulares. Lo anterior supone tomar en consideración también otras especies dentro de la clase de los mamíferos cuyo tamaño del cerebro podría explicar en parte por qué tienen funciones cognitivas similares a las del *homo sapiens*.

Las funciones cognitivas abarcan todos aquellos procesos mentales que le permiten a un organismo realizar las tareas requeridas para adaptarse a su entorno natural y social. Existen funciones cognitivas inferiores y funciones cognitivas superiores. Se entiende que las primeras están determinadas genéticamente mientras que las segundas, si bien tienen una base biológica, se desarrollan mediadas por la cultura y, en general, se localizan en las regiones de la corteza cerebral que no están dedicadas a las funciones somáticas. Las funciones cognitivas que en esta investigación se correlacionan con el tamaño del cerebro son principalmente: el aprendizaje, la memoria, el lenguaje y la teoría de la mente.

Diferentes teorías se han elaborado intentando explicar la evolución del tamaño del cerebro mostrado por el *homo sapiens* en comparación con otras especies, principalmente aquellas que también pertenecen al orden de los primates. El presente trabajo abarca cuatro teorías fundamentales mencionadas por (Dunbar, 1998) que son: la teoría epifenomenal, la desarrollista, la ecológica y la del cerebro social. Se debe anticipar que se dará preferencia a las últimas dos ya que se encontró más bibliografía referente a esas teorías y a que parecen ser las más interesantes en virtud de que son particularmente sensibles al contexto específico en que el cerebro de cada especie evolucionó.

La relación entre el tamaño del cerebro y las funciones cognitivas

Como ya se ha hecho notar, en este trabajo subyace el interés por lograr obtener una explicación, aunque sea parcial, del gran tamaño del cerebro del *homo sapiens* en comparación con otros primates, principalmente los simios superiores, como el chimpancé. De acuerdo con Hayward (2006), el linaje de simios africanos que optó por vivir en las planicies hace unos 6 millones de años, se adaptó a dichas condiciones mediante el desarrollo del bipedalismo y el uso de herramientas. Pero lo más interesante de ello, fue que hace unos 2.5 millones de años el cerebro de sus descendientes homínidos experimentó una tasa de crecimiento vertiginoso. Un ejemplo es el *homo sapiens* cuyo cerebro no es simplemente, en términos usados por Hayward, una versión a

mayor escala de la de otros simios, sino que su cerebro se diferencia de los de éstos por la complejidad de algunas áreas funcionales en la corteza prefrontal, la cual se asocia con las funciones cognitivas superiores.

Siguiendo a este autor, se ha detectado a su vez, regiones genómicas de acelerada evolución en los *homo sapiens* mediante estudios comparativos, principalmente con chimpancés. Una de esas regiones, denominada Región acelerada humana 1 (HAR1), es la que ha mostrado el mayor cambio en relación con otras especies. Sin embargo, su función y expresión continúan siendo oscuras. Además, genes como “Caja de cabeza de tenedor” P2 (FOXP2), que parece estar vinculado con el desarrollo del lenguaje, Microcefalia asociada de tipo huso anormal (ASPM) y Microcefalina (MCPH1), estos dos últimos asociados tentativamente con el tamaño del cerebro, han mostrado también una evolución acelerada.

¿Qué se puede inferir de estas afirmaciones? 1) Que la aceleración en la evolución de determinadas regiones genómicas podría deberse a las presiones ambientales impuestas al individuo para adaptarse a su entorno particular. 2) Que algunos genes estarían vinculados con el aumento del tamaño del cerebro. 3) Que las relaciones establecidas en 1 y 2, por el momento, no están del todo bien definidas.

Por su parte Bradbury (2006), confirma que los genes ASPM y MCPH1 estuvieron bajo presión selectiva durante la evolución de los primates, pero que es poco probable que tengan gran efecto en la determinación del tamaño del cerebro. Se ha confirmado también que Polimorfismos de nucleótido único (SNPs), identificados en ambos genes, han estado bajo presión selectiva más recientemente, sin embargo la evidencia recolectada no permite establecer que los SNPs seleccionados en cada gen tengan que ver con el tamaño del cerebro.

En una investigación llevada a cabo por Bates *et al.* (2008), se intentó demostrar si alelos derivados (por ejemplo, nuevas mutaciones) de los genes ASPM y MCPH1 principalmente, están bajo presiones selectivas. La predicción que estaba en el centro de

la atención correspondía a si los cambios en estos genes estaban relacionados con cambios cognitivos que coincidían con la introducción de la agricultura y la civilización, y se yuxtaponían con la aparición de estos nuevos alelos unos 37 000 y 5 800 años atrás aproximadamente. Las implicaciones de estos cambios podrían observarse en la varianza heredable del lenguaje hablado y escrito o en la manipulación de información simbólica (memoria de trabajo).

Para verificar lo anterior se realizó un diagnóstico de SNPs que permite distinguir entre alelos derivados adaptativos y ancestrales de estos genes en una muestra de más de 700 familias australianas. También se recolectó datos del tamaño de la cabeza como una medida aproximada del tamaño del cerebro que, para los investigadores, está correlacionada con la inteligencia, y datos sobre la memoria de trabajo.

Los resultados que arrojaron los análisis indican que ninguno de los alelos derivados de ASPM y de MCPH1 está asociado significativamente con el tamaño de la cabeza, el coeficiente intelectual, la lectura, la pronunciación, el almacenamiento fonológico o la memoria de trabajo.

Según los autores del estudio, los resultados más bien apoyan la noción de que las adaptaciones expresadas en la variación normal de la inteligencia y el tamaño del cerebro probablemente se diseminaron hasta fijarse alrededor de 200 000 a 400 000 años atrás, con una selección estabilizada desde ese tiempo, lo que implica que no habría varianza en la cognición en los *homo sapiens* modernos relacionada con cambios en estos genes.

Como puede observarse, este estudio es incompatible con lo sugerido por Hayward (2006), donde se afirmaba que ASPM y MCPH1 podrían estar relacionados con el tamaño del cerebro y, eventualmente, con la cognición. Sin embargo, sí es compatible con Bradbury (2006), en que la evidencia que se tiene de los SNPs no permite relacionar a los genes en cuestión con el tamaño del cerebro y, tampoco, con la cognición.

Aquí habría que hacer notar que si bien es cierto no se ha encontrado relación entre los genes citados y ciertas funciones cognitivas, no debería desecharse del todo la idea de una relación en la medida en que más adelante podría encontrarse nuevas formas de relacionar genes con otras formas de cognición además de las ya estudiadas. Otro aspecto que se debe mencionar, y que parece ser un desliz metodológico del estudio de Bates *et al.* (2008), es que no hay una medida confiable del tamaño del cerebro pues sólo se aportaron medidas de la cabeza de los sujetos. Esto es importante de destacar, porque el estudio intenta hacer correlaciones del tamaño del cerebro con ciertas funciones cognitivas que serían más confiables si fueran en áreas localizadas del cerebro, y no sólo tomando en cuenta el tamaño de estas áreas sino también su densidad neuronal.

En este sentido, la investigación llevada a cabo por Kremen *et al.* (2010), pareciera cumplir con algunos de estos requisitos. En concreto, Kremen y colaboradores buscaron influencias genéticas y ambientales en el tamaño de regiones específicas del cerebro en *homo sapiens* de mediana edad. La investigación se realizó con la técnica de Resonancia magnética (MRI), en una muestra de 474 gemelos, monocigóticos y dicigóticos, lo que permitía aislar la varianza de variables como la genética, el ambiente compartido y el ambiente individual respecto del tamaño de 96 regiones de interés (ROIs) corticales y subcorticales en el cerebro humano.

Para los análisis estadísticos, los datos sobre el volumen de las ROIs se ajustaron para que se correspondieran con la edad y la localización cerebral, y se analizaron con y sin el ajuste del Volumen intracraneal total (TIV). El modelo de interpretación empleado para los gemelos estima la proporción de varianza fenotípica debida a efectos genéticos aditivos, efectos compartidos del ambiente común y efectos del ambiente individual. Se cree que éste último aspecto haría a los gemelos diferentes.

En cuanto a los resultados, se obtuvo que hay una mayor correlación de los gemelos monocigóticos respecto del tamaño de casi todas las ROIs, en comparación con los gemelos dicigóticos. Los efectos de compartir un ambiente común estuvieron muy cerca de cero en la mayoría de los casos. En promedio, las influencias

ambientales individuales representaron un 29% de la varianza en el tamaño de ROIs subcorticales específicas y un 51% de la varianza en el tamaño de ROIs corticales específicas. En cuanto al volumen de la masa cerebral, se halló que la heredabilidad del promedio (total) de los volúmenes de las ROIs corticales no ajustadas fue de 0.44 comparada con un 0.46 del promedio (total) de los volúmenes de todas las ROIs tomadas en consideración. Cuando se hizo el ajuste del TIV, no se vio afectada la heredabilidad del volumen cortical.

En un principio, los autores de dicho estudio asumieron que dado que el cerebro está diseñado para la adaptación y el aprendizaje, podría ser de valor adaptativo que las regiones del cerebro, que se consideran importantes para las funciones cognitivas superiores, muestren una mayor maleabilidad en respuesta a influencias ambientales. Sin embargo, los datos arrojados por la investigación abrieron otra perspectiva, ya que el volumen de algunas regiones prefrontales que subyacen a dichas funciones estuvo entre las de mayor heredabilidad. Según los investigadores, se podría esperar que, desde una perspectiva evolutiva, la varianza genética y, por tanto, la heredabilidad, sea baja para viejas estructuras porque los procesos de selección natural podrían estar cercanos a completarse en esas estructuras. Sin embargo, ROIs subcorticales mostraron alta heredabilidad en relación con ROIs corticales tanto en niños como en adultos de mediana edad.

En síntesis, se puede colegir que tanto la genética (aunque Kremen y colaboradores no digan cuáles genes específicamente están involucrados en dicho fenómeno) como el ambiente propio en que se desarrollan los individuos tienen influencias importantes en la determinación del tamaño de regiones de interés en el cerebro. Un aspecto digno de destacar, es que los autores de este estudio no asumieron automáticamente que el volumen total del cerebro es un indicador de la inteligencia sino que asociaron regiones del cerebro con diversas funciones cognitivas y analizaron dichas asociaciones tomando en consideración la edad y la localización de las regiones en el cerebro ya que, como debe sospecharse, el cerebro no es idéntico en todos los sujetos.

Si resulta complicado encontrar una medida apropiada del cerebro para generalizar correlaciones entre el tamaño del cerebro y la cognición, lo mismo debe esperarse de los índices de inteligencia empleados para evaluar las funciones cognitivas de los miembros de la especie *homo sapiens* en particular. En un artículo de Wicherts, Borsboom y Dolan (2010), los autores critican que diversos investigadores apliquen coeficientes de inteligencia (IQs) a naciones en estudios de evolución, ya que tales índices asumen que el nivel de inteligencia general de los individuos es constante a lo largo del tiempo, lo que los autores afirman es falso. De lo contrario, ello llevaría a afirmar (el ejemplo es tomado del artículo mencionado) que los habitantes de una nación desarrollada como Holanda son más inteligentes que los habitantes de una nación en vías de desarrollo como Egipto, y que ello puede generalizarse a los habitantes de esas naciones incluso miles de años atrás. Según los autores, lo anterior es falaz debido a que no hay evidencia y es poco probable que los habitantes de Holanda 3 000 años antes de Cristo eran más inteligentes que quienes construyeron las Pirámides de Keops.

Los autores también critican la tesis de J.P. Rushton, quien habiendo descubierto una diferencia del tamaño promedio del cerebro entre blancos y negros de 80 cm³, afirmó que esto explicaría la diferencia de IQs existente entre ambos grupos. La razón de que esa diferencia sea insignificante se debe a que la extensión típica del tamaño del cerebro en cada población tiene una desviación estándar alrededor de 130 cm³. Dado que la correlación entre capacidad craneal medida externamente y la inteligencia es de .20 aproximadamente, la diferencia del tamaño del cerebro entre blancos y negros no tiene mucho poder explicativo sobre la brecha de IQs. Tampoco, afirman los autores, hay razón para no creer que la diferencia entre grupos raciales tenga orígenes ambientales. El asunto se complica cuando se reconoce que las diferencias del tamaño del cerebro entre sexos son mayores que las existentes entre grupos raciales. Y aún así, estudios comparativos que incluían muestras representativas, suficientes tests cognitivos y métodos estadísticos confiables fallaron en mostrar una clara diferencia de IQs entre sexos.

Los autores concluyen su investigación admitiendo que existe la posibilidad de que el nivel de inteligencia general juegue un papel en las diferencias de desarrollo globales. No obstante, hay poco apoyo para la noción de que IQs nacionales reflejen adecuadamente los niveles de inteligencia general a lo largo del globo. Por su parte, es sabido que el desarrollo social tiene un alto impacto en los niveles de IQ en las poblaciones. Variables tales como educación, salud, nutrición y urbanización parecen haber jugado un papel en los niveles de IQ y, además, tienen efectos globales. La cuestión que surge sería la de saber cuál es el orden temporal de los eventos. La reserva que toman los autores ante tal interrogante es que no se debería tomar en cuenta IQs nacionales como características fijas de las poblaciones sin considerar propuestas alternativas que incluyan las condiciones de calidad de vida de tales poblaciones.

A partir de la investigación reseñada, puede declararse que no solamente es difícil explicar evolutivamente las diferencias de tamaño del cerebro entre especies sino que dentro de una misma especie, como la *homo sapiens*, es complicado encontrar explicaciones adecuadas de las diferencias de tamaño del cerebro individuales y más si estas explicaciones dejan de lado elementos del entorno social.

Como ha sido usual tomar el tamaño del cerebro como indicador de la inteligencia, se hace necesario pasar revista a una especie que presenta no sólo el mayor tamaño cerebral sino también el mayor volumen cortical dentro de todos los mamíferos terrestres, como lo es el elefante. El gran tamaño del cerebro no es la única característica que comparte el elefante con simios superiores y los *homo sapiens* sino que, también, viven por largos periodos de tiempo y tienen crías que requieren largos periodos de dependencia.

En una investigación realizada por Hart, Harty Pinter-Wollman (2008), se indica que a pesar de que los elefantes comparten estas características con los primates superiores, no muestran un igual desempeño cognitivo en aspectos que también son relevantes,

principalmente en aquellos en que se necesitan respuestas cognitivas altamente coordinadas. Ello se debe probablemente a que hay diferencias en las habilidades requeridas para conseguir alimentos, ya que la búsqueda de recursos hídricos y forraje para los elefantes no requiere tantas habilidades como las que se necesitan para atrapar insectos, conseguir frutas y abrir semillas, actividades propias del tipo de primates antes mencionado.

Aunque se ha constatado el uso de herramientas en elefantes, como modificar ramas para ahuyentar moscas, rascarse con palos y lanzar piedras o palos a roedores para competir por alimentos, el nivel de complejidad en el uso de herramientas no se compara siquiera con el repertorio de alta coordinación en el uso de herramientas mostrado por los chimpancés. Por su parte, se ha corroborado algunos comportamientos que podrían sugerir la presencia de teoría de la mente (que hace referencia a la capacidad de reconocer que otros tienen estados mentales similares a los propios) en los elefantes, al observarse que estos animales pueden reconocerse frente a espejos, reaccionan empáticamente ante conspecíficos que necesitan ayuda y ante los restos de conspecíficos muertos. Con respecto a la memoria espacial, se ha probado que los elefantes conservan el recuerdo de las locaciones donde hay agua y pueden viajar cientos de kilómetros hasta su objetivo, lo que no implica que tengan memoria de las rutas que llevan a esos destinos.

Por lo general, las correlaciones entre tamaño del cerebro y funciones cognitivas superiores se hacen calculando el cociente de encefalización (EQ), que es, en resumidas cuentas, una derivación de la proporción de masa cerebral respecto de la masa corporal. Así se tiene que el EQ de los humanos representa un 7.5 comparado con un 2.5 en los chimpancés y en los elefantes oscila entre 1.3 y 2.3. De acuerdo con Hart y colegas, en orden a comparar aspectos de procesamiento de información entre elefantes y primates superiores, se debe considerar las diferencias de masa corporal que varían con la edad y el sexo; además, sostienen, que más importante que el EQ es la medición de la cantidad de corteza cerebral que no se dedica a funciones somáticas.

Con este modelo se tiene que los chimpancés tienen un estimado de 161 cm³ de corteza de los cuales 156 cm³ no es somática. Los *homo sapiens* tienen un estimado de 682 cm³ de corteza de los cuales 660 cm³ no es somática, mientras que los elefantes tienen un estimado de 1800 cm³ de corteza de los cuales 1600 cm³ no es somática. Sin embargo, esta medición no dice mucho sobre las cualidades de procesamiento de información de cada especie. Por ello, la interconectividad neural se considera un rasgo que ofrece mayor información para comparar las funciones cognitivas entre especies.

Según Hart, Hart y Pinter-Wollman (2008), para mantener un nivel óptimo de interconectividad y un tiempo mínimo de conducción de los impulsos nerviosos, las neuronas corticales de los simios superiores y de los *homo sapiens* evolucionaron hacia una mayor compartimentalización con más circuitos locales y hacia un incremento en múltiples áreas corticales. Esto permitió una mayor eficiencia en la interconectividad que se tradujo en mayor velocidad de procesamiento dentro de sub-poblaciones de neuronas. En comparación, la interacción entre neuronas de los elefantes es menos compartimentalizada y los tiempos de interacción son más lentos (pues se dan a mayores distancias), colocándolos en desventaja en tests que miden las funciones cognitivas superiores de primates superiores. La explicación que se maneja de la diferencia cognitiva entre elefantes y primates superiores es que el tipo de interacciones neuronales en los primeros pudo ser el resultado de una adaptación a otros aspectos dentro de las funciones cognitivas superiores, particularmente en lo referente a la memoria social, a largo plazo y espacio-temporal.

Se desprende pues, de la investigación de Hart y colegas, que las correlaciones entre volumen del cerebro y funciones cognitivas no son confiables en la medida en que no se adapten a factores como el sexo y la edad, además de que, como queda claro en la investigación, las funciones cognitivas no son derivables a partir del tamaño del cerebro; es lo que hay dentro del cerebro, su organización y estructura, lo que nos puede dar una mejor idea de las funciones cognitivas con que cuentan las distintas especies.

Hipótesis sobre la evolución del cerebro

A continuación se hará un repaso de cuatro hipótesis descritas por Dunbar (1998), que intentan explicar la evolución del cerebro. Tales hipótesis son la epifenomenal, la desarrollista, la ecológica y la del cerebro social. De acuerdo con Dunbar, tanto la hipótesis epifenomenal como la desarrollista comparten el presupuesto de que el cerebro (y sus partes) no son producto de presiones de selección externa sino que son consecuencia de cómo los procesos biológicos están organizados.

La hipótesis epifenomenal argumenta que la evolución del cerebro es un subproducto de la evolución del tamaño del cuerpo, así que es de esperarse que el tamaño de las partes del cerebro sea, a su vez, un subproducto de la evolución total del cerebro.

La hipótesis desarrollista sólo difiere de la anterior en que añade el papel metabólico de la madre sobre el hijo como un factor crucial que influencia el desarrollo del cerebro. Esto implica que la evolución del cerebro está constreñida por la energía que la madre puede canalizar hacia su hijo, lo que explicaría por qué primates frugívoros que cuentan con más energía para canalizar tienen un tamaño cerebral mayor respecto del tamaño del cuerpo en comparación con primates folívoros.

El problema de tales hipótesis, recalca Dunbar, es que ignoran que la evolución es el resultado de un balance entre costos y beneficios. Debido a que el costo de mantener un gran cerebro es tan alto, es poco probable que los grandes cerebros hayan evolucionado simplemente porque podían, aunque los defensores de estas hipótesis tienen razón en identificar constricciones que aplicarían para el desarrollo del cerebro.

La tercera hipótesis es la ecológica, la cual tiene tres versiones aplicables a los primates. Veámoslas: 1) La dietaria, que asevera que necesitarían cerebros más grandes si son frugívoros, porque las frutas son más efímeras y desiguales en su distribución que las hojas, lo que requiere una mayor memoria para encontrarlas. 2) La de los mapas mentales, que afirma que tienen cerebros más grandes a causa de los mayores requerimientos de memoria que

suponen mapas mentales de gran escala. 3) La de la extracción de forraje, que asume que sus dietas implican extraer recursos a partir de una matriz en la cual están anidados, por ejemplo, deben remover la pulpa de las frutas, extraer termitas o cazar insectos que se comportan evasivamente.

Para Dunbar, la neocorteza generalmente es considerada el asiento de aquellos procesos cognitivos que están asociados con el razonamiento y la conciencia y, por lo tanto, se podría esperar que se encuentre bajo una intensa selección para incrementar y mejorar la efectividad de dichos procesos. Sin embargo, su tamaño no se correlaciona con ningún índice de la hipótesis ecológica, pero sí con la del grupo social. Lo que nos lleva a considerar la última hipótesis.

La cuarta hipótesis es la del cerebro social, que alega que las constricciones sobre el tamaño del grupo (que en la especie *homo sapiens* es alrededor de 150) surgen de la capacidad de procesamiento de información del cerebro del primate, y que la neocorteza juega un papel primordial en este fenómeno. Hay al menos cinco interpretaciones de cómo esta relación es mediada. Veámoslas: 1) La constricción sobre el tamaño del grupo podría ser resultado de la habilidad de reconocer e interpretar señales visuales para identificar los individuos y su comportamiento. 2) Limitaciones de la memoria para rostros (los *homo sapiens* pueden recordar nombres de 2 mil rostros aproximadamente). 3) La habilidad de recordar quién tiene una relación con quién. 4) La habilidad de manipular información acerca de un conjunto de relaciones. 5) Y la capacidad de procesar información emocional, particularmente vinculada con reconocer y actuar a partir de las señales de los estados emocionales de los otros.

Un aspecto que resalta Dunbar respecto de esta hipótesis, es que no trata simplemente de recordar información socialmente relevante (actividad que implica los lóbulos temporales) sino, más bien, de la habilidad para manipular esa información (actividad que implica la neocorteza prefrontal, principalmente el área 8 de Broadman, que es el área para las habilidades sociales y, específicamente, la teoría de la mente).

En este sentido, la correcta interpretación y emisión de señales emocionales es de singular importancia en el manejo de las relaciones sociales. Aunque existe poca evidencia de que áreas subcorticales asociadas con las señales emocionales (como la amígdala en el sistema límbico) se correlacionen en algún sentido con el tamaño del grupo. Más bien, según Keverne, Martel y Nevison (citados por Dunbar), ha acontecido una reducción progresiva en los tamaños relativos de los centros emocionales en el cerebro (el hipotálamo y el septum) a favor de los centros ejecutivos (la neocorteza y la corteza estriada) durante la evolución de los primates. Ellos interpretan este fenómeno en términos de un alejamiento del control emocional del comportamiento hacia un control más consciente y deliberado.

Dos obstáculos que Dunbar reconoce para validar la hipótesis del cerebro social es que, primero, la evidencia a favor de esta hipótesis ha sido más que nada anecdótica y, segundo, la dificultad de comprobar que los *homo sapiens* en realidad andan en grupos de 150, puesto que es complicado identificar cuál nivel, dentro de los muchos niveles potenciales de agrupamiento, es funcional y cognitivamente relevante para cumplir con dicho criterio.

En una revisión bibliográfica exhaustiva en publicaciones sobre primates, Reader y Laland (2002) asumieron la hipótesis ecológica empleando medidas de habilidad cognitiva ecológicamente relevantes, la incidencia de comportamiento innovador, el aprendizaje social y el uso de herramientas, para mostrar que el tamaño del cerebro y las capacidades cognitivas están relacionadas. Los resultados de la revisión arrojaron correlaciones positivas significativas entre la frecuencia de comportamientos innovadores y el cerebro ejecutivo (que incluye la neocorteza y la corteza estriada). Resultados similares fueron hallados con las frecuencias de aprendizaje social y el uso de herramientas. Lo que pone en cuestión la hipótesis del cerebro social que considera el entorno social como la clave que explica la relación entre el tamaño del cerebro y las capacidades cognitivas en los primates apoyando la hipótesis ecológica que, por su parte, considera que relación entre las capacidades cognitivas y el tamaño del cerebro es el resultado de las presiones del entorno tanto natural como social.

Para los realizadores de este estudio, en tanto que la innovación es una medida de aprendizaje asocial, la correlación entre las frecuencias de aprendizaje social e innovación sugieren que el aprendizaje social y el asocial evolucionaron juntos. Lo que involucra que podrían estar basados en los mismos procesos, lo cual entra en conflicto con la opinión de que el aprendizaje social requiere habilidades psicológicas distintas a las del aprendizaje asocial. Sin embargo, admiten que no se puede desechar la posibilidad de que el aprendizaje social y el asocial sean capacidades con dominios específicos separados que, sin embargo, han experimentado una evolución correlacionada.

En una investigación más reciente, Hováth *et al.* (2010) intentaron comprobar si la hipótesis del cerebro social es aplicable a diferencias individuales entre los *homo sapiens*. Para lo cual, los investigadores examinaron si las diferencias individuales en el volumen del cerebro humano están conectadas con dimensiones de sociabilidad asociadas con la vida social de los individuos, incluyendo sus habilidades sociales. La hipótesis del estudio consistió en que el nivel de sociabilidad está positivamente relacionado con el volumen de varias áreas corticales, incluyendo los lóbulos frontales y temporales, que parecen estar correlacionados con teoría de la mente en el *homo sapiens*. La investigación se realizó en 23 adultos empleando un cuestionario de personalidad para el aspecto de sociabilidad, y Resonancia magnética (MRI) para medir el volumen de las estructuras del cerebro.

Los resultados mostraron que las puntuaciones de sociabilidad se correlacionaron positivamente tanto con el volumen total del cerebro como con las regiones particulares en estudio, controlando la altura de los participantes. Estos datos podrían sugerir que el incremento y mayor complejidad de la vida social están asociados con el incremento de los volúmenes cerebrales, lo que daría apoyo a la teoría del cerebro social como adecuada para dar cuenta de las diferencias individuales y no sólo entre especies. La desventaja de este estudio es que empleó una muestra muy pequeña que en realidad no permite extrapolar los resultados a toda la especie.

Conclusión

Como conclusiones de este trabajo se tiene:

Primero, aunque es posible correlacionar genes y ambiente con el tamaño del cerebro, el significado evolutivo y el modo de esa correlación no están plenamente definidos en las investigaciones reseñadas, igual pasa con la correlación entre genes y ambiente con las funciones cognitivas lo cual es insuficiente, por el momento, para proceder a establecer relaciones causales.

Segundo, las investigaciones que relacionan directamente el volumen del cerebro con la inteligencia son poco confiables, ya que el coeficiente intelectual como medida de la inteligencia no abarca todas las formas en que ésta puede ser expresada y, además, se sabe que éste es dependiente de otros factores como el sexo, la edad y la calidad de vida, que no siempre son tomados en consideración en dichas investigaciones.

Tercero, para poder correlacionar tamaño del cerebro y funciones cognitivas, se debería estudiar no solamente el tamaño de regiones de interés asociadas a esas funciones, sino también el modo en que tales regiones están organizadas e interconectadas, dado que el cerebro, a pesar de la apariencia de compartimentalización, tiende a trabajar muchas veces como una unidad integrada.

Cuarto, las teorías epifenomenal y desarrollista no responden a los cambios que pueden ocurrir a consecuencia de presiones de selección externa, de modo que presentan el tamaño del cerebro más como un subproducto de la evolución que como un producto de la misma, residiendo su debilidad precisamente en soslayar el balance entre costos y beneficios generalmente existente en los resultados de los procesos evolutivos.

Quinto, a pesar de que las teorías ecológica y del cerebro social tienen la ventaja de ser sensibles al ambiente externo en que se desarrolla el cerebro, la evidencia se inclina más hacia esta

segunda dado que la primera, al no separar los distintos procesos mentales necesarios para la adaptación al entorno natural y social, se ve impedida para explicar la diferencia entre el tamaño de las zonas del cerebro que están asociadas con el procesamiento de información social y las que no, cosa que la teoría del cerebro social sí es capaz de hacer.

Bibliografía

- Bates, T. *et al.* (2008) Recently-derived variants of brain-size genes ASPM, MCPH1, CDK5RAP and BRCA1 not associated with general cognition, reading or language. *Intelligence*. 36, pp.689-693.
- Bradbury, J. (2006) What determines brain size. *The Lancet Neurology (Newsdesk)*. 5, p.561.
- Dunbar, R. (1998) The Social Brain Hypothesis. *Evolutionary Anthropology*. pp.178-190.
- Hart, B., Hart, L. & Pinter-Wollman, N. (2008) Large brains and cognition: Where do elephants fit in? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 32, pp.86-98.
- Hayward, P. (2006) Size matters: accelerated evolution of human brain size. *The Lancet Neurology (Newsdesk)*. 5 (12), p.1010.
- Hováth, K. *et al* (2010) Is the social brain theory applicable to human individual differences? Relationship between Sociability personality dimension and brain size. *International Journal of Psychophysiology (abstracts)*. 77, p.325.

- Kremen, W. *et al.* (2010) Genetic and environmental influences on the size of specific brain regions in midlife: The VETSA MRI study. *NeuroImage*. 49, pp.1213-1223.
- Reader, S. y Laland, K. (2002) Social intelligence, innovation and enhanced brain size in primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 99 (7) pp. 4436-4441.
- Wicherts, J., Borsboom, D. y Dolan, C. (2010) Evolution, brain size and national IQ of peoples around 3000 years B.C. *Personality and Individual Differences*. 48, pp.104-106.