

29 DE DICIEMBRE DE 04

La evolución del cerebro humano fue un evento especial

Genes que controlan el tamaño y la complejidad del cerebro han experimentado una evolución mucho más rápida en seres humanos que en primates no humanos u otros mamíferos, según indica un nuevo estudio realizado por investigadores del Instituto Médico Howard Hughes.

La evolución acelerada de estos genes en el linaje humano fue aparentemente impulsada por una selección fuerte. En los antepasados de los seres humanos, el tener cerebros más grandes y más complejos parece haber tenido una ventaja particularmente grande, mucho más que en otros mamíferos. Estos rasgos permitieron que individuos con “cerebros mejores” dejaran más descendientes. Como resultado, las mutaciones genéticas que produjeron cerebros más grandes y más complejos se diseminaron en la población muy rápidamente. Esto condujo en última instancia a una “aceleración” dramática de la evolución en los genes que controlan el tamaño y la complejidad del cerebro.

“Las personas en muchas áreas de estudio, tales como biología evolutiva, antropología y sociología, han discutido por mucho tiempo si la evolución del cerebro humano era un evento especial”, dijo el autor senior Bruce Lahn del Instituto Médico Howard Hughes en la Universidad de Chicago. “Creo que nuestro estudio resuelve este interrogante al demostrar que lo era”.

"Las personas en muchas áreas de estudio, tales como biología evolutiva, antropología y sociología, han discutido por mucho tiempo si la evolución del cerebro humano era un evento especial. Creo que nuestro estudio resuelve este interrogante al demostrar que lo era."

- Bruce T. Lahn

Lahn y sus colegas publicaron sus datos en un artículo de investigación publicado en el número del 29 de diciembre de 2004, de la revista *Cell*.

Los investigadores centraron su estudio en 214 genes relacionados con el cerebro, es decir, genes involucrados en el control del desarrollo y de la función del cerebro. Examinaron la forma en la que las secuencias de ADN de estos genes cambiaron con el tiempo evolutivo en cuatro especies: seres humanos, monos macacos, ratas y ratones. Los seres humanos y los macacos compartieron un antepasado común hace 20-25 millones de años, mientras que las ratas y los ratones están separados por 16-23 millones de años de evolución. Las cuatro especies compartieron un antepasado común hace cerca de 80 millones de años.

Los seres humanos tienen cerebros extraordinariamente grandes y complejos, incluso cuando se los compara con los de macacos y de otros primates no humanos. El cerebro humano es varias veces más grande que el del macaco -incluso teniendo en cuenta el tamaño del cuerpo- y “es mucho más complicado en términos de estructura”, dijo Lahn.

Para cada gen, Lahn y sus colegas contaron el número de cambios en la secuencia de ADN que alteraba la proteína producida por el gen. Luego, obtuvieron el índice de evolución para ese gen al calcular el número de cambios de ADN respecto a la cantidad de tiempo evolutivo que fue necesaria para que se realizaran esos cambios.

Teniendo en cuenta esta medida, los genes relacionados con el cerebro evolucionaron mucho más rápidamente en seres humanos y macacos que en ratones y ratas. Además, el índice de evolución ha sido mucho mayor en el linaje que llevó a los seres humanos que en el linaje que llevó a los macacos.

Este índice acelerado de evolución es consistente con la presencia de fuerzas selectivas en el linaje humano que favoreció fuertemente a los cerebros más grandes y más complejos. “El linaje humano parece haber sido sometido a regímenes selectivos muy diferentes cuando se los compara con la mayoría de los otros linajes”, dijo Lahn. “La selección para una mayor inteligencia y por lo tanto para cerebros más grandes y más complejos es mucho más intensa durante la evolución humana que durante la evolución de otros mamíferos”.

Para examinar aún más la función de la selección en la evolución de los genes relacionados con el cerebro, Lahn y sus colegas dividieron estos genes en dos grupos. Un grupo contenía genes involucrados en el desarrollo del cerebro durante etapas embrionarias, fetales y de la infancia. El otro grupo consistía en genes involucrados en funciones de “mantenimiento” del cerebro necesarias para que las células nerviosas vivan y funcionen. Si una selección intensificada fue la que en efecto impulsó los cambios dramáticos en el tamaño y en la organización del cerebro, se esperaría que los genes de desarrollo cambien más rápidamente que los genes de mantenimiento durante

la evolución humana. En efecto, el grupo de Lahn descubrió que los genes de desarrollo mostraban índices de cambio mucho más altos que los genes de mantenimiento.

Además de descubrir la tendencia general de que los genes relacionados con el cerebro -particularmente aquellos involucrados en el desarrollo del cerebro- evolucionaron significativamente más rápido en el linaje humano, el estudio también descubrió dos docenas genes que se escapan del promedio (o *outliers*) y que podrían haber hecho contribuciones importantes a la evolución del cerebro humano. Estos genes *outliers* fueron identificados debido al hecho de que su índice de cambio está acelerado especialmente en el linaje humano, mucho más que los otros genes examinados en el estudio. Fue sorprendente que la mayoría de estos genes *outliers* estén involucrados en el control del tamaño total o del rendimiento comportamental del cerebro -aspectos del cerebro que más han cambiado durante la evolución humana-.

Según el estudiante de doctorado Eric Vallender, coautor del artículo, es muy posible que por casualidad dos o tres de estos genes *outliers* pudieran estar involucrados en el control del tamaño del cerebro o del comportamiento. “Pero vemos mucho más que un par -de un total dos docenas de *outliers* vemos unos 17-”, dijo. Así que, según Lahn, los genes que controlan el tamaño total y el rendimiento del comportamiento del cerebro son quizás los lugares del genoma en donde la naturaleza ha hecho la mayor cantidad de cambios en el proceso de crear el cerebro poderoso que poseen hoy los seres humanos.

No hay “duda” de que el grupo de Lahn ha descubierto evidencias de la selección, dijo Ajit Varki de la Universidad de California, en San Diego. Además, al decidir observar genes específicos, Lahn y sus colegas han demostrado “que la metodología del gen candidato está viva y bien”, dijo Varki. “Han encontrado muchas cosas interesantes”.

Una de las sorpresas principales del estudio es el número relativamente alto de genes que han contribuido a la evolución del cerebro humano. “Durante mucho tiempo, se ha discutido sobre la contribución genética a la evolución del cerebro humano”, dijo Lahn. “¿Se debe a algunas mutaciones en algunos genes, muchas mutaciones en algunos genes o muchas mutaciones en muchos genes?” La respuesta parece ser muchas mutaciones en muchos genes. Hemos hecho un cálculo aproximado de que la evolución del cerebro humano involucra probablemente a cientos, si es que no a miles, de mutaciones en quizás cientos o miles de genes -e incluso esa es una estimación conservadora-”.

No deja de ser espectacular que tantas mutaciones en tantos genes fueran adquiridas durante sólo unos 20-25 millones de años en el linaje evolutivo que llevó a los seres humanos, según dice Lahn. Esto significa que la selección ha trabajado arduamente durante la evolución humana para crear el poderoso cerebro que hoy tienen los seres humanos.

Varki señala que varios eventos importantes en la evolución humana reciente podrían reflejar la acción de fuerzas selectivas intensas, entre las que se encuentran la aparición del género *Homo* hace cerca de 2 millones de años, la expansión importante del cerebro que comenzó hace aproximadamente medio millón de años y la aparición de seres humanos anatómicamente modernos comenzó hace aproximadamente 150.000 años. “Está claro que la evolución humana no ocurrió de golpe”, dijo, “lo que tiene sentido, dado que el cerebro es un órgano muy complejo”.

Lahn especuló más diciendo que la selección fuerte para cerebros mejores todavía podría tener lugar en las poblaciones humanas actuales. Por qué el linaje humano experimentó tal selección intensificada para mejores cerebros pero no otras especies es un interrogante abierto. Lahn cree que las respuestas a este interrogante importante vendrán no sólo de las ciencias biológicas sino también de las ciencias sociales. Quizás las estructuras sociales complejas y los comportamientos culturales únicos en los antepasados humanos fueron los que promovieron la evolución rápida del cerebro.

“Este artículo va a abrir muchas discusiones”, dijo Lahn. “Tenemos que comenzar a pensar sobre la forma en la que las estructuras sociales y los comportamientos culturales en el linaje que llevó a los seres humanos se diferenciaron de los de otros linajes, y sobre la forma en la que tales diferencias han impulsado la evolución humana de una forma única. Para mí, ésta es la parte más emocionante de este artículo”.