

Fugu: de manjar exótico a modelo genético

El fugu es un pequeño pez muy apreciado en el Japón como manjar exquisito, aunque arriesgado. Su piel y su hígado contienen una peligrosa toxina que causa envenenamientos cuando el pez no se prepara adecuadamente. Recientemente se ha propuesto para el fugu una utilidad insospechada: la de servir como modelo para el biólogo molecular. El ambicioso proyecto Genoma, que pretende obtener la secuencia completa del DNA humano, tropieza con el inconveniente de su enorme tamaño, unas 3000 megabases (Mb). Según recientes estudios, el tamaño estimado para el genoma del fugu es de unas 7.5 veces menor (alrededor de 400 Mb) [Brenner et al., *Nature*, 366, 265 (1993)]. ¿A qué se debe este pequeño genoma, dado que el número de genes no debe ser muy diferente? Al parecer, al menor tamaño de los intrones y a la escasez de DNA altamente repetitivo, que además está concentrado en regiones concretas. Todo esto hace que el fugu sea el vertebrado de menor genoma conocido, de tamaño próximo al de los modelos animales clásicos en genético molecular, como el gusano *Caenorhabditis elegans* (100 Mb) o *Drosophila* (165 MB).

doble funcionalidad de estas proteínas, que van a participar tanto en la defensa frente a patógenos como en aspectos todavía indefinidos de la fisiología de la reproducción. No obstante, lo verdaderamente interesante es especular con los aspectos comunes entre el reconocimiento y reacción de la planta ante la intrusión de patógenos y ante la penetración del grano de polen. A.P.

EVOLUCIÓN: VIEJOS ERRORES QUE PERDURAN

Las primeras hipótesis que se elaboraron sobre aspectos generales de la evolución de vertebrados sostuvieron la idea más o menos explícita de que esta consistía en un proceso lineal de complejidad creciente en el que, desde peces hasta mamíferos, cada uno de los grandes grupos de vertebrados representaba un peldaño de esa escala de progresión. Esta forma de resolver el problema de la evolución de los vertebrados implica, además, que los representantes actuales de cada uno de los principales grupos de vertebrados son comparables o pueden ser tomados como modelos de sus correspondientes antecesores. De esta manera, el conjunto de vertebrados actuales ofrecería una imagen completa de cada uno de esos modelos de complejidad que la evolución fue alcanzando paso a paso.

Resulta curioso observar que tal forma de interpretar la evolución de un grupo está, en cierto modo, más en consonancia con una concepción predarwiniana de la naturaleza, de corte tipológico, que con la interpretación que Darwin aportó originalmente a la idea de la evolución biológica, mucho más dinámica y ligada a la variabilidad y la diversificación progresiva de las formas de vida.

En cualquier caso, hoy día la evolución de los vertebrados se contempla según este último punto de vista, de manera que cada grupo actual de vertebrados se considera, no como la ima-

gen de una de las etapas de un proceso de evolución progresiva, sino como el estado actual de una determinada línea evolutiva, de entre las muchas que han ido surgiendo a lo largo de la historia de los vertebrados. Este cambio supuso lógicamente modificaciones en la forma de tratar la información, en los esquemas de razonamiento y en todos los aspectos particulares de la evolución de los vertebrados. La idea de evolución lineal fue, por tanto, desechada en la interpretación de la evolución de grandes grupos. Sin embargo, tras ciertas parcelas concretas del estudio de la evolución de los vertebrados, aún subsisten en algunos casos implicaciones más o menos sutiles de aquella forma clásica de describir la evolución. Tal es el caso del estudio de la historia evolutiva de la corteza cerebral de mamíferos, la estructura nerviosa más significativa de este grupo.

Se acepta que los mamíferos surgieron a partir de los pelycosaurios, un grupo ya extinguido de reptiles. Por ello, el estudio del telencéfalo de los reptiles actuales parece una pieza importante para llegar a conocer cuál pudo ser el origen evolutivo de la corteza cerebral de mamíferos. Ahora bien, desde el comienzo de este esfuerzo, las tortugas en concreto fueron objeto de una atención especial en detrimento de cualquier otro grupo de reptiles. ¿Porqué esta preferencia? Simplemente porque se pensó que las tortugas representan mejor que cualquier otro grupo de reptiles a los reptiles primitivos antecesores de los mamíferos actuales. En pocas palabras, se pensó que el cortex cerebral de las tortugas (considerado por algunos como estructura homóloga de al menos parte de la neocorteza de mamíferos), era probablemente la estructura cerebral más parecida a la estructura ancestral de la neocorteza de mamíferos. Los criterios de razonamiento por los que se llegó a esta conclusión ilustran cómo viejas ideas pueden continuar influyendo aún después de rechazadas.

Aunque con cierta incertidumbre debido a un registro fósil muy pobre, se acepta en general que la tortugas son el grupo de reptiles actuales que se diferenció del tronco primitivo de reptiles inmediatamente después de que aparecieran los pelycosaurios, derivados de ese mismo tronco (aunque separados ambos grupos al menos por varios millones de años).

4

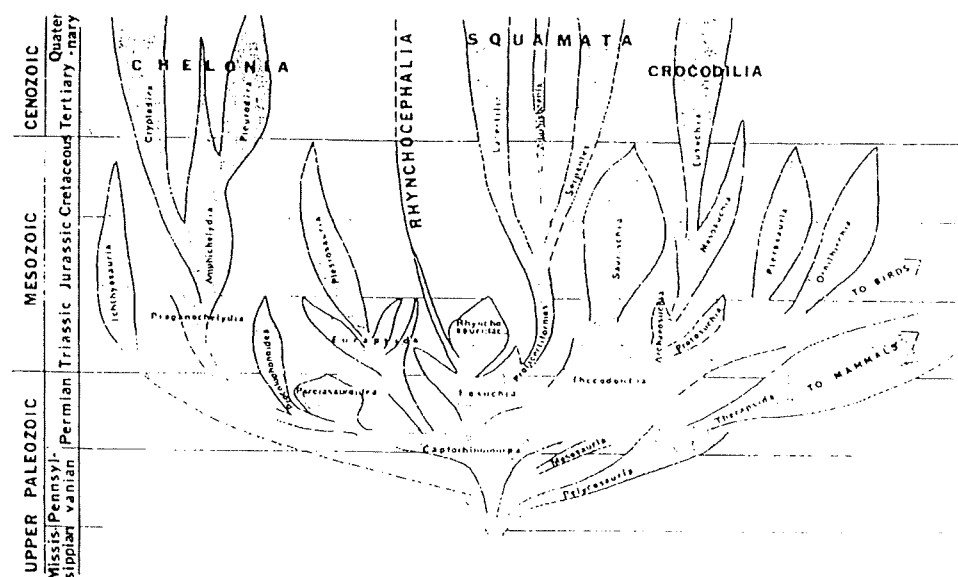
Cerebro en estrés

En el nº 8 de Encuentros en la Biología, comentábamos la incidencia de determinadas hormonas en el desarrollo del estrés. Ahora se ha demostrado que las hormonas de estrés causan una atrofia de las dendritas de las neuronas del hipocampo (región cerebral implicada en el aprendizaje y la memoria). Sin embargo, las hormonas no son las únicas responsables de estos cambios: parece ser que las propias neuronas son capaces de dirigir el fenómeno, alterando su producción de factores tróficos. Científicos del NIMH han demostrado que en ratas adultas un estrés prolongado baja los niveles de producción de una proteína llamada factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF). Paradójicamente también se encontró un aumento de la expresión de otro factor trófico, el NT-3 (ver noticia en pág. 2). Sin que esté demostrado aún, es posible que los cambios en la expresión génica correspondientes a estos factores, o a otros desconocidos, provoquen cambios funcionales en las neuronas. En principio estos cambios no tienen por qué ser todos de la misma naturaleza, unos factores podrían perjudicar a las neuronas, por ejemplo la mencionada atrofia de las dendritas, pero otros podrían fortalecer su plasticidad. Estaríamos de nuevo ante la vieja idea de que existen algunas formas de estrés que refuerzan el intelecto y la creatividad.

Suponer que este origen da a las tortugas una posición privilegiada desde el punto de vista evolutivo en relación a mamíferos implica asumir que el telencéfalo de las tortugas actuales es similar al de sus primeras antecesoras y, por extensión, que cada grupo que aparece durante la evolución conserva durante su historia todos los rasgos que adquirió al diferenciarse. Resulta claro que tras este razonamiento late la idea de una evolución de los vertebrados basada en el cambio lineal: cada grupo actual representa un estado de una progresión lineal debido a que cada grupo se mantiene desde su diferenciación como un modelo más o menos inalterado.

En realidad, existen con respecto a las tortugas pruebas que demuestran lo contrario, es decir, que las tortugas han modificado sus características y se han diversificado desde su origen. Se reconocen en la actualidad dos grupos principales de tortugas (pleurodiras y criptodiras) que presentan diferencias en algunos aspectos de su morfología y ambas a su vez, con respecto a sus formas antecesoras fósiles. Además, la estructura del córtex cerebral de ambos grupos también presenta importantes diferencias de organización. Aunque las tortugas conserven caracteres que podemos denominar primitivos, ¿cómo decidir hasta qué punto la estructura del córtex cerebral de las tortugas actuales se asemeja al de sus antecesoras; y hasta qué punto la de estas se asemeja a la supuesta estructura reptiliana, origen evolutivo de la corteza cerebral de mamíferos?

La solución más coherente en la actualidad es admitir que todas las formas actuales de reptiles son ejemplos igualmente representativos de un proceso de diversificación y cambio evolutivo que comenzó hace unos 300 millones de años. Las estructuras cerebrales de cada una de estas formas han contado con el mismo tiempo para ir modificándose y alejándose por caminos evolutivos distintos de la estructura ancestral de la que pudo originarse la corteza de mamíferos. De esta forma, la hipótesis de una supuesta estructura ancestral de la corteza cerebral de mamíferos no debe surgir de ninguno de estos ejemplos en particular sino de un consenso entre todos ellos. La alternativa coherente con la forma actual de interpretar la evolución es el denominado análisis filético que se basa en una comparación de un mismo carácter en los diferentes grupos de un determinado grupo filético. La filosofía de tal estrategia es por supuesto mucho más restrictiva que el tomar como modelo ancestral una determinada estructura actual, pero es también mucho más coherente. A pesar de ello, el interés evolutivo de algunos estudios recientes en el córtex cerebral de tortugas aún se justifica por la supuesta "posición filogenética privilegiada de las tortugas con respecto a los mamíferos en la filogenia de los amniotas". El mayor conocimiento que hoy tenemos del córtex cerebral de tortugas con respecto al de otros reptiles es la consecuencia actual más evidente de la inercia histórica de una interpretación errónea de la evolución de los vertebrados. M.J.A.



Filogenia de los principales grupos de reptiles [Gans et al. (eds), *Biology of the Reptilia*, Academic Press (1969)]