

MIGUEL G. CORRAL MADRID

Hace más de una década, un grupo de investigadores de las universidades de Yale y Rockefeller de Nueva York se lanzó a recrear una proteína de dinosaurio a partir de las copias genéticas que producen esa proteína en las especies actuales. La idea era utilizar una suerte de máquina del tiempo molecular capaz de dar marcha atrás al avance de la evolución hasta hace más de 100 millones de años.

Los investigadores, a las órdenes de Thomas Sakmar, de la Rockefeller University, usaron los genes de un pigmento visual de 30 especies de vertebrados actuales, desde anguilas hasta lagartos y mamíferos como el ser humano. En 2002, lograron fabricar el gen artificial del antecesor de las aves y los cocodrilos actuales. Los dinosaurios podían diferenciar los colores. El trabajo permitió reinterpretar su biología reproductiva e incluso las representaciones artísticas que se hacían de estos animales. Los plumajes coloridos pudieron suponer una ventaja adaptativa ya en la era de los dinosaurios.

Aquel trabajo trae a la mente de forma inevitable ideas futuristas como las que motivaron al novela de Crichton y posterior filme de Spielberg *Parque Jurásico*, pero se realizó con un solo gen y en tiempos en los que la industria genómica estaba aún en su infancia. ¿Qué datos biológicos se tendrían si se dispusiera de los genomas completos de todas las especies de animales que descendieron de los dinosaurios?

Exactamente eso es lo que acaba de lograr un consorcio internacional -*Avian Phylogenomics Consortium*- de más de 200 investigadores y con participación de 80 instituciones de todo el mundo dirigido desde el National Genebank BGI de China, el mayor centro de análisis genómico del mundo en la actualidad, por encima de los potentes centros de EEUU y Reino Unido.

El proyecto ha secuenciado, comparado y analizado 48 genomas de aves que representan, con al menos una especie, todos los grupos de aves que existen hoy. Y 45 de ellos se presentan por primera vez en este conjunto de ocho trabajos publicados en la revista

Arriba, un avestruz, el ave más arcaica. Abajo, detalle de sus patas. REUTERS / ERIC BACCEGA



GENÉTICA EL 'BIG BANG' DE LOS PÁJAROS

EL ÁRBOL QUE UNE AL DINOSAURIO CON EL AVE

Descifran el genoma de 48 especies y revelan cómo fue su evolución desde hace más de 100 millones de años



Érase una vez, cuando los paleontólogos interesados en el origen de las aves se dividían en malos y pandilleros... Así podría iniciarse una atractiva historia paleontológica, apoyada en una traducción informal de los acrónimos BAD (correspondiente en inglés a *Birds Are Dinosaurs*, es decir, las aves son dinosaurios) y BAND (*Birds Are Not Dinosaurs*), que enarbolaban los defensores de cada una de esas dos posturas. Sin embargo, el de-

bate quedó obsoleto hace ya bastante tiempo, ante la avalancha de datos que ha aportado el registro fósil para demostrar que las aves son (dinosaurios) terópodos derivados. Por si acaso alguien todavía necesitaba argumentos contundentes para asumir que nuestras neveras están colonizadas por huevos de dinosaurios, puede

LUIS ALCALÁ

La conquista del medio aéreo

Science. Las secuencias completas de ADN de las aves modernas ayudan a contar la historia de cómo consiguieron, junto con algunos reptiles, burlar la extinción masiva que acabó con los dinosaurios hace 66 millones de años. Y también hablan sobre su evolución y rápida diversificación en un *Big Bang* biológico tras la gran extinción.

Existen tres tipos de aves. En primer lugar, las grandes que no vuelan, como las avestruces o los emus de Oceanía. Hace unos 100 millones de años, hubo una separación que dio lugar a otros dos grupos: el de los pollos y patos, por un lado, y el de las neoaves, que representan el 95% de todas las especies. Este dibujo general se conocía desde hace décadas, pero hasta ahora ha habido debates abiertos. Para empezar, el trabajo recién presentado define el árbol evolutivo de las aves de una forma definitiva.

Pero un trabajo de tal magnitud responde otras muchas cuestiones científicas. «Queríamos saber qué hace que un ave sea un ave. Las bases genéticas del vuelo, las plumas, la visión o la selección sexual», aseguró Thomas Gilbert, investigador del Museo de Historia Natural de Copenhague y uno de los autores principales, en una conferencia telefónica con periodistas. «Con estos nuevos datos esperamos poder empezar a responder preguntas más interesantes como si somos capaces de inferir características de los dinosaurios», dijo Gilbert.

Además, los científicos han analizado aspectos clave sobre las características de las aves como el aprendizaje del lenguaje, algo que sólo comparten con el ser humano por convergencia adaptativa. Para ello, estudiaron los genes que activan ciertas regiones cerebrales y vieron que los loros y ciertas aves cantoras los poseen, igual que el ser humano, y otras aves no cuentan con ellas activas. Y después, realizaron estudios sobre cortes cerebrales de diferentes especies para saber si las regiones activas relacionadas con el lenguaje son las mismas. «No hemos encontrado esas áreas en los cerebros de pollos o codornices ni

tampoco en primates no humanos o en gatos. Si tienen áreas compartidas por todas las especies que están relacionadas con el cruzamiento, es decir, con la vocalización, pero no esas regiones del cerebro frontal que poseen pájaros cantores y humanos», explicó Erich Jarvis, otro de los científicos principales del proyecto y profesor de la Universidad de Duke y del Howard Hughes Medical Institute.

El líder del consorcio, Guojie Zhang, del BGI de Pekín, puso énfasis en el enorme trabajo científico que hay detrás de lo que se ha convertido en el mayor esfuerzo científico en genómica de animales hasta la fecha. «Los pájaros son dinosaurios», dijo Ed Braun, de la Universidad de Florida y autor principal de la secuenciación de tres especies de cocodrilos. «Son el único linaje de

«QUERÍAMOS SABER QUÉ HACE QUE LAS AVES SEAN AVES, CONOCER LAS BASES GENÉTICAS DEL VUELO O DE LA PLUMAS»

los dinosaurios que logró esquivar la extinción en masa al final de la llamada edad de los dinosaurios. Sus parientes vivos más cercanos son de hecho los cocodrilos,

unos organismos muy diferentes que hunden sus raíces bastante profundo en el árbol de la vida».

El análisis comparativo entre aves y cocodrilos pone de manifiesto distintos aspectos como las bases genéticas de la capacidad de vuelo. «No se puede hablar de los genes del vuelo, sino de genes que facilitan el vuelo, que aumentan la masa muscular o que aligeran los huesos», según Toni Gabaldón, participante en el proyecto, jefe de grupo del Centro de Regulación Genética (CRG) de Barcelona y profesor de investigación ICREA.

Pero han dado un paso más hacia el conocimiento del genoma de los dinosaurios. «Hemos reconstruido qué genes tenían y su orden genómico, sin entrar en la secuencia», dijo Gabaldón. Ahora se podrá hacer lo que hicieron hace más de 10 años con el pigmento visual, pero con muchas más familias de genes. «Se abre la puerta a estudios sobre la biología de los dinosaurios, como si regulaban su temperatura corporal gracias al sol, como los lagartos, o si termorregulaban como el ser humano», sentencia Gabaldón.

darse un paseo por las páginas del último número de *Science*.

En él se presentan ocho artículos con los primeros resultados del proyecto *Avian Phylogenomics*, que ha generado el análisis genómico comparativo más exhaustivo en vertebrados. Uno de los artículos resume la intrigante historia de la evolución de las aves a partir de los terópodos, a la luz de los hallazgos recientes de dinosaurios con plumas en China.

Especial interés, por su mayor visibilidad popular, puede despertar la transformación de las extremidades anteriores de los teró-

podos en las alas de las aves. Y, por supuesto, también se aborda la morfogénesis de las plumas y sus diversas etapas evolutivas, con un grado de sofisticación creciente

Si el cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, protagonista de otro artículo en el mismo número de la revista, hubiera estado poblado por seres vivos inteligentes, la simple lectura del estudio liderado por el formidable paleontólogo Xing Xu les bastaría para comprender uno de los aspectos más fascinantes de la evolución de los vertebrados: la conquista del medio aéreo.

Luis Alcalá es director de la Fundación Dinópolis.