

Las lombrices de tierra revelan un mecanismo evolutivo que desafía a Darwin

Los gusanos de mar rompieron su genoma en mil pedazos para reconstruirlo de forma radicalmente distinta cuando pisaron tierra firme hace 200 millones de años. Este hallazgo implica que las especies podrían sufrir un cambio abrupto en su evolución y no seguir al pie de la letra la teoría de Darwin.

SINC

18/6/2025 11:00 CEST



El descubrimiento se basa en datos genómicos de invertebrados de altísima calidad, comparables a los empleados para secuenciar el genoma humano. / Pixabay

La Teoría de Darwin de 1859 propone que las especies evolucionan en un proceso lento y gradual donde se acumulan pequeños cambios genéticos a lo largo del tiempo. Sin embargo, no existen registros fósiles que demuestren las formas intermedias.

Ante esas 'páginas arrancadas', Stephen Jay Gould y Niles Eldredge

propusieron en 1972 la idea del **equilibrio puntuado**. Según esta teoría, las especies no cambian lentamente, sino que permanecen estables durante millones de años y luego, de repente, dan saltos evolutivos breves y radicales.

Según la teoría del equilibrio puntuado los
grandes cambios ocurrirían de forma abrupta
y en poblaciones pequeñas y aisladas, lejos
del radar paleontológico

Este modelo explicaría por qué el registro fósil parece tan 'silencioso' entre especies: los grandes cambios ocurrirían de forma abrupta y en poblaciones pequeñas y aisladas, lejos del radar paleontológico. Aunque algunos fósiles respaldan este patrón, la comunidad científica sigue dividida.

Ahora un equipo de investigación liderado por el Instituto de Biología Evolutiva (IBE), un centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad Pompeu Fabra (UPF), apunta por primera vez a un mecanismo de reorganización genómica rápida y masiva que pudo intervenir en la transición de los animales de los océanos a la tierra, hace 200 m.a.

El mecanismo genético identificado
podría transformar nuestra
concepción de la evolución de los
animales y sacudir las leyes de la
evolución de los genomas

El equipo ha demostrado que los anélidos marinos (los gusanos) reorganizaron su genoma de arriba debajo de forma irreconocible, al abandonar los océanos y pisar tierra firme. Las **observaciones son**

consistentes con un modelo de equilibrio puntuado, y apuntarían a que cambios no solamente graduales en el genoma pudieron intervenir en la adaptación de los animales estudiados a ambientes terrestres. El mecanismo genético identificado podría transformar nuestra concepción de la evolución de los animales y sacudir las leyes de la evolución de los genomas que se conocen hasta ahora.

Una librería de genomas

El equipo ha secuenciado, por primera vez, el genoma de alta calidad de varias lombrices de tierra, y los ha comparado con los de otras especies de anélidos cercanas (sanguijuelas y anélidos marinos, o poliquetos). Aunque se partía sin referencia alguna para las especies estudiadas, la precisión ha sido la misma con la que se secuencian los genomas humanos.

Anteriormente, la ausencia de genomas completos había impedido el estudio de patrones y características a nivel cromosómico para muchas especies, lo que reducía la investigación a fenómenos a menor escala. Por ejemplo, estudios poblacionales en un número reducido de genes, frente a cambios macroevolutivos a nivel de genoma completo.

Ahora, el equipo ha conseguido armar cada uno de los rompecabezas genómicos y viajar en el tiempo con gran precisión hasta hace más de 200 m.a, cuando vivieron los ancestros de las especies secuenciadas.

“Se trata de un episodio evolutivo esencial para la vida en el planeta, puesto que muchas especies, como los gusanos o los vertebrados, que vivían en el océano, pisaron entonces por primera vez tierra firme”, comenta **Rosa Fernández**, investigadora principal del grupo de Filogenómica y Evolución de Genomas Animales en el IBE.

“ *Se trata de un episodio evolutivo esencial para la vida en el planeta, puesto que muchas especies, como los gusanos o los vertebrados, que vivían en el océano, pisaron entonces por primera vez tierra firme* ”

Rosa Fernández, investigadora en el IBE

El análisis de estos genomas ha revelado que las transformaciones

genómicas de los anélidos no sucedieron de forma gradual, como predice la teoría neodarwinista, sino en **explosiones puntuales de profunda remodelación genética**.

“La enorme reorganización de los genomas observada en los gusanos al pasar del océano a tierra firme no puede ser explicada con el mecanismo parsimonioso que propone Darwin. Nuestras observaciones resuenan mucho más con la teoría de Gould y Eldredge de la evolución puntuada”, añade Fernández.

Un cambio radical

El equipo ha descubierto que los gusanos de mar **rompieron su genoma** en mil pedazos para volver a construirlo de otra forma y continuar su legado evolutivo en la tierra. Este fenómeno es contrario a otros modelos de evolución de genomas. Si observamos casi cualquier especie —desde una esponja hasta un coral o un mamífero—, muchos de ellos conservan su estructura genómica casi a la perfección.

La clave de por qué esta rotura tan drástica no resultó en extinción puede estar en la estructura **3D** del genoma. El equipo de Fernández ha descubierto que los **cromosomas** de estos gusanos modernos son mucho más **flexibles** que los de los vertebrados y otros organismos modelo. Gracias a esta flexibilidad, es posible que genes que están en distintas partes del genoma pudieran cambiar de lugar y funcionar juntos.

La clave de por qué esta rotura tan drástica no resultó en extinción puede estar en la estructura 3D del genoma. Los cromosomas de estos gusanos modernos son mucho más flexibles que los de los vertebrados y otros organismos modelo

Los grandes cambios en el ADN pudieron ayudar a los gusanos a

adaptarse rápidamente a la vida en la tierra, al reorganizar sus genes para responder mejor a nuevos desafíos como la respiración o la exposición a la luz solar. El estudio sugiere que estos reajustes no solo movieron genes, sino que también unieron fragmentos antes separados, creando nuevas '**quimeras genéticas**' que habrían impulsado su evolución. "Podría parecer que ese desorden encerraría la extinción del linaje, pero puede que algunas especies basaran su éxito evolutivo en ese superpoder", comenta Fernández.

Las observaciones del estudio son consistentes con un modelo de equilibrio puntuado, en el que se observa un estallido de cambios genómicos en un corto período después de un largo período de estabilidad. Sin embargo, la ausencia de datos experimentales que confirmen o desmientan —en este caso, fósiles de 200 m.a. de antigüedad— **dificulta la validación** de esta teoría.

Desorden cromosómico: ¿problema o solución?

El estudio apunta a que conservar la estructura genómica a nivel lineal (que los genes estén más o menos en el mismo sitio en especies diferentes) quizá no sea tan esencial como se creía. "De hecho, la estabilidad podría ser la excepción y no la regla en los animales, que podrían beneficiarse de un genoma más fluido", comenta Fernández.

Este fenómeno **de reorganización extrema genética** se había observado anteriormente en la progresión del **cáncer** en humanos. Bajo el término *cromoanagénesis* se agrupan varios mecanismos de rotura y reorganización de cromosomas en células cancerosas, donde se aprecian cambios similares a los observados en las lombrices de tierra.

Este fenómeno de reorganización
extrema genética se había observado
anteriormente en la progresión del
cáncer en humanos bajo el término
cromoanagénesis

La única diferencia es que mientras en los gusanos estas roturas y reorganizaciones genómicas son toleradas, en humanos dan lugar a enfermedades. Los resultados de este estudio abren la puerta a comprender mejor la potencia de este radical mecanismo genómico con implicaciones para la salud humana.

El estudio, además, ha agitado uno de los debates científicos más vívidos de nuestro tiempo. "Ambas visiones, la de Darwin y la de Gould, son **compatibles y complementarias**. Mientras que el neodarwinismo explica a la perfección la evolución de las poblaciones, aún no ha conseguido explicar algunos episodios excepcionales y cruciales de la historia de la vida en la Tierra", apunta la autora.

Algunos ejemplos de este fenómeno son la explosión de la vida animal en los océanos primero, hace más de 500 millones de años, o la transición de la vida de los océanos a la tierra, hace 200 en el caso de las lombrices de tierra "Aquí es donde la teoría del equilibrio puntuado podría aportar respuestas", añade la investigadora.

En el futuro, una mayor investigación de la arquitectura genómica de invertebrados menos estudiados podría arrojar luz sobre los mecanismos genómicos que vertebran la evolución de las especies.

"Hay una gran **diversidad que desconocemos**, escondida en los invertebrados, y su estudio podría aportarnos nuevos descubrimientos inesperados sobre la diversidad y plasticidad de la organización genómica, y llevarnos a romper dogmas sobre cómo creemos que están organizados los genomas", concluye Fernández.

Referencia:

Fernández, R. et al. "A punctuated burst of massive genomic rearrangements by chromosome shattering and the origin of non-marine annelids ". *Nature Ecology and Evolution*(2025).

Derechos: **Creative Commons**.

GUSANO |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)