

En 1799, una extraña piel de animal cayó en las manos del biólogo George Shaw. Al estudiar sus características, Shaw notó “la perfecta semejanza del pico de un pato injertado en la cabeza de un cuadrúpedo. Tan precisa es la similitud que, a primera vista, naturalmente despierta la idea de alguna preparación engañosa por medios artificiales.”

Lo que quiso decir fue, “En verdad, en verdad, esta cosa parece como si le hubieran cosido el pico de un pato a un abrigo de piel”.

Ese animal, el ornitorrinco, existe en la vida real. Y es aún más extraño de lo que Shaw pensaba: los ornitorrincos ponen huevos, sudan leche a través de la piel y son venenosos. También son mamíferos como nosotros. Pero un tipo de mamífero distinto, uno que se separó de los demás cuando los dinosaurios aún existían. Actualmente, son uno de los únicos dos miembros vivos de ese extraño pero maravilloso linaje.

Llamamos filogenia al estudio de las historias que están escritas en las ramas del árbol de la evolución. Comprenderla nos ayuda a pintar una imagen más clara de nuestro amigo el ornitorrinco, cómo eran sus ancestros y por qué luce tan “cool” hoy en día. Y es a través de la filogenia que entendemos otros linajes extraños y maravillosos, y damos sentido a la gran familia de la vida.

Hola, soy Mini Contreras y esto es Crash Course Biología.

[Música Tema]

La gran familia de la vida está repleta de primos segundos y terceros que nunca has conocido. Nadie lleva etiquetas con su nombre. Y no hay tía con memoria enciclopédica que nos diga cuál es nuestro parentesco. Pero nosotros, los humanos, nombramos y categorizamos las cosas, para darle sentido al mundo y compartir conocimiento, así sean géneros de música, estilos de arte o tipos de hamburguesas.

Le ponemos etiquetas a la diversidad de la vida a través de la taxonomía, un sistema para etiquetar y categorizar a los organismos. Por más de 250 años, los biólogos han utilizado el sistema de clasificación de Linneo. Clasifica los seres vivos en grupos, llamados taxones, originalmente basados en los rasgos observables que comparten.

Las clasificaciones son básicamente un montón de cajas anidadas: la especie está dentro del género, el género dentro de la familia, la familia dentro del orden, etc.

Pero esas cajas taxonómicas son un poco subjetivas. Cajas como el género, por ejemplo, pueden ser muy amplias o muy específicas, dependiendo de en qué momento de la historia fueron definidas.

Y debido a que la taxonomía clásica se basa en rasgos físicos para clasificar los organismos, puede pasar por alto otros marcadores, menos visibles, de relación entre especies.

Aquí entra la sistemática filogenética — la ciencia de categorizar los organismos según su filogenia, esa palabra elegante para decir historia evolutiva. A diferencia del sistema de clasificación de Linneo, que se basa en cómo los humanos nombramos las cosas históricamente, la sistemática trabaja para revelar datos más objetivos sobre cómo se relacionan las especies.

Las personas que se dedican a la biología construyen filogenias comparando la anatomía y el ADN de diferentes organismos. Por ejemplo, a veces los organismos tienen rasgos parecidos debido a que comparten un ancestro común, llamados rasgos homólogos.

“Homólogo” viene del griego y significa “consistente”; en los rasgos homólogos puedes ver que hay consistencia entre los rasgos en los planos de la evolución.

Como si tú, un caballo y un murciélago entraran en una máquina de rayos X - más allá de que sería una situación bastante rara - encontrarías la misma estructura básica en los huesos de tus brazos, las patas delanteras del caballo y las alas del murciélago. Un arreglo diferente, la misma herencia de un ancestro común.

Pero si pusieras un ave y una libélula en la máquina, verías que sus alas no están hechas de las mismas cosas. Sus orígenes evolutivos son completamente diferentes, entonces las alas no son estructuras homólogas entre esos organismos.

Pero no siempre es tan simple determinar cómo se relacionan los organismos. Los huesos de los pandas gigantes también comparten esa estructura básica, incluyendo un apéndice tipo pulgar. Así que podrías mirar la pata de un panda y pensar, “Ah no, pero si somos casi casi iguales, somos parientes cercanos”. Y aunque nuestros pulgares sí realizan trabajos similares, como agarrar con firmeza un taki, nuestros dedos pulgares son articulados y constan de varios huesos.

El “pulgar” del panda en realidad es un único hueso de la muñeca que se convirtió en un gancho alargado. Entonces estos son rasgos análogos: se ven similares, pero evolucionaron de forma independiente. También es por eso que los pandas no pueden jugar Nintendo.

Entonces, además de comparar similitudes físicas, los biólogos usan similitudes genéticas para construir filogenias. Esto se basa en la hipótesis de que la vida funciona siguiendo un reloj molecular más o menos regular: es decir, las secuencias de ADN y proteínas han evolucionado a un ritmo relativamente constante a lo largo del tiempo.

Entonces, teóricamente, cuanto más genéticamente diferentes son dos especies, más tiempo ha pasado desde su ancestro común más reciente.

Algunos modelos asumen que la tasa de cambio varía a lo largo del tiempo y entre organismos, pero en promedio tiene un ritmo bastante constante. Otros modelos asumen que la tasa de cambio ha evolucionado a la par con otros rasgos, como la velocidad a la que un organismo metaboliza su alimento.

Ahora, algunas diferencias genéticas surgen de la selección natural porque son rasgos que le dan una ventaja o desventaja a los organismos, a medida que evolucionan. Pero, otras surgen por pura casualidad. Hagamos una visita al Teatro de la Vida.

Desde que era pequeño, el biólogo y genetista japonés Dr. Motoo Kimura no tenía miedo de pensar diferente. Era conversador y hacía muchas preguntas - lo que molestaba a sus maestros de vez en cuando.

Así que no fue muy sorprendente que Kimura se hiciera una gran pregunta en 1968. ¿Qué tal si la evolución no se trata de la supervivencia del más apto - sino de la supervivencia del más suertudo?

Basándose en cálculos y matemática compleja, Kimura llegó a sospechar que la mayoría de los cambios genéticos ocurren al azar y son neutros - no tienen un impacto sobre si a un organismo le va mejor o peor en su ambiente.

Él llamó esta idea la "teoría neutral" y argumentó que la casualidad tenía un efecto más importante en la evolución que la selección natural.

Esto era biendiferente de lo que Darwin había propuesto - y de la idea que tenía la mayoría de los biólogos de cómo funcionaba la evolución. Así que no cayó bien al principio. Pero Kimura defendió su idea con una determinación feroz.

Y al desafiar una de las ideas básicas de Darwin, Kimura refinó nuestra comprensión de la evolución - nos demostró que la casualidad sí tiene un papel - un papel tan grande que ahora se asume que es la razón de los cambios genéticos, a menos que tengamos pruebas sólidas que nos indiquen que se trata de selección.

Kimura hasta ganó la Medalla Darwin por sus esfuerzos - fue el primer biólogo asiático en recibir el prestigioso premio. Y uno de sus críticos más acérrimos le presentó su premio con una sonrisa. Porque aun cuando los biólogos no estamos de acuerdo en todo, nos encanta la discusión y aportar conocimiento sobre la vida.

Los biólogos aún debaten las ideas de Kimura y las aplican a sus hipótesis sobre la filogenia de diferentes especies. Y podemos visualizarlos usando árboles filogenéticos.

Estos diagramas ingeniosos representan hipótesis sobre los ancestros de los organismos, incluyendo cómo los grupos se han separado unos de otros, y quién está más relacionado con quién.

Porque, tal vez no esperarías que un canario y un cocodrilo tengan mucho en común. Pero hay muchos rasgos que los conectan. Para empezar, tanto las aves como los cocodrilos tienen un corazón de cuatro cámaras. Ambos construyen nidos, mantienen a sus huevos calientitos, y cantan. Okay.. el canto del cocodrilo es más como un grito pero pues... Igual que los canarios, usan su voz para enamorar a sus pretendientes y dejarles saber a su competencia que "ese bombón ya decidió".

Y nada de esto es coincidencia. Es porque las aves y los cocodrilos son parientes cercanos. Y puedes ver esta relación ilustrada en un árbol filogenético.

En términos evolutivos, los cocodrilos están más cerca de las aves de lo que están de otros reptiles, como las lagartijas y las serpientes.

Y es probable que cualquier rasgo que compartan las aves y los cocodrilos, también lo compartan con su ancestro común más reciente, y con los otros descendientes de ese ancestro común. Incluyendo a los dinosaurios.

Ahora, probablemente no vamos a encontrar fósiles de corazones de dinosaurios o grabaciones de sus voces - que lo confirmen. Pero sí tenemos fósiles de dinosaurios que construían nidos y protegían a sus huevos, y eso nos da una hipótesis bastante sólida.

Así que vamos a aprender a leer una de estas cosas. Tomemos la filogenia de las ocho especies de osos. Cada línea, o rama, representa un linaje diferente de seres vivos.

Los osos polares se encuentran en la punta de esta rama, y los osos pardos en la punta de esta.

Sus ramas se conectan en esta pequeña articulación, o nodo, que representa a su ancestro común más reciente. Piensa en ese nodo como una antigua población de osos que no eran ni osos polares ni osos pardos, sino el ancestro más reciente de ambas especies.

No necesariamente sabemos exactamente quiénes eran o qué aspecto tenían, por lo que no están dibujados aquí; simplemente están representados por este pequeño nodo.

Los osos pardos y los osos polares son lo que se considera taxones hermanos, es decir - dos descendientes de un ancestro común.

Y si imaginamos que cortamos esa rama del árbol, podemos pensar en ese pedazo como un clado: un grupo que incluye a un ancestro y a todos sus descendientes.

Alejate de la imagen, y podemos agrupar organismos en clados más amplios. Por ejemplo, cortar en este nodo agrupa a los osos pardos y los osos polares con otros cuatro osos y a su ancestro común más lejano.

Y si retrocedemos aún más en el tiempo, encontramos un ancestro aún más distante, y agregamos al oso andino al conjunto: ¡un nuevo clado!

Y aún más atrás en el pasado, los pandas gigantes se separaron de los otros osos, formando su propia rama, pequeña y extraña. Pero todavía están dentro de ese gran clado de osos con el nombre de Ursidae, porque descienden del mismo ancestro.

Los pandas gigantes y los pandas rojos, como tal vez notaste, tienen nombres comunes bastante similares y se encuentran cerca en nuestro árbol.

La pista está en el nodo más cercano a la rama del panda rojo, compartida con los mapaches. Ese es el ancestro más reciente que los pandas rojos comparten con otra especie.

Los árboles filogenéticos como este se pueden dibujar verticalmente, horizontalmente e incluso en diagonal. Como, este árbol muestra relaciones evolutivas entre peces, ranas, lagartos, ratones y humanos, quienes comparten un ancestro común que existió hace mucho tiempo.

Pero los humanos compartimos un ancestro con los ratones más recientemente que con los peces. Entonces, tienes más de qué hablar con los roedores en la tienda de mascotas que con los peces. Eso hace sentido.

Pero podría sorprenderte saber que las ranas están más cercanamente relacionadas con las personas que con los peces. Esto se debe a que el ancestro común más reciente de las ranas y los peces vivió mucho antes que el ancestro común de las ranas y los humanos. Así que las ranas son parientes más cercanos a nosotros que a cualquier pez.

Y más allá de decirnos cómo están relacionados los organismos, la filogenia también puede ayudarnos a entender preguntas super padres como "¿de donde surgieron las plumas?"

Hemos visto rastros de apéndices similares a plumas en dinosaurios del período Cretácico. Y los científicos creen que las primeras plumas, capaces de sostener el vuelo, se desarrollaron en un ancestro tipo ave-dinosaurio un poco más adelante en el árbol evolutivo.

Pero aquí no existe una jerarquía, no hay una escalera de primitivo a avanzado, ni importa cuánto tiempo viajamos hacia el pasado. Es más como, mientras más nos remontamos hacia atrás en el árbol filogenético de los osos, esos ancestros son menos como el oso.

¿O tal vez es que los osos son menos como las bacterias? De cualquier forma yo no juzgo, porque contrario a lo que aprendimos en el Rey León, no hay una especie que está por encima de las demás. Sólo muchas maneras diferentes de sobrevivir.

Así que los árboles filogenéticos representan hipótesis acerca de cómo esas diferentes maneras de vivir evolucionaron, y se actualizan regularmente cuando los científicos hacen nuevas conexiones.

Mientras tanto, la vida, como siempre, es más complicada de lo que podemos mostrar en cualquier representación gráfica.

Por ejemplo, esas ramas no son tan distintas como parecen. Los organismos de algunas ramas están lo suficientemente emparentados como para aparearse exitosamente.

¿Recuerdas los osos polares y los osos pardos que conocimos un rato atrás? Sabemos que son capaces de reproducirse entre sí en la naturaleza, produciendo híbridos polares-pardos. Tienen a ser buenos cazadores, pero no tan buenos nadadores.

Encontramos evidencia similar de que muchos organismos, incluyendo a los humanos, cambiamos a nivel de población como resultado del movimiento y la reproducción con otras poblaciones - lo que conocemos como flujo génico. Así que, no es suficiente pensar en las ramas de la vida como el momento en que te separas de un ancestro común.

Porque la separación entre ramas es mucho menos clara. Las ramas pueden volver a unirse y los genes pueden fluir entre especies.

Y aunque la mayoría de las veces pensamos en la historia evolutiva de la vida como un árbol... también es algo así como una red de arroyos. Serpentean y dan rodeos a medida que las especies se separan, pero a veces encuentran el camino de regreso.

Construir las filogenias de diferentes especies nos ayuda a entender la gran familia, aun creciente, del planeta Tierra - y todas sus extrañas y maravillosas ramificaciones. Nos ayuda a rastrear las conexiones entre los seres vivos, al comparar qué comparten y en qué se diferencian. Y nos ayuda a comprender cómo evolucionó toda la vida y visualizar cuán profundamente interconectados estamos. Incluyendote a ti, ornitorrinco.

En nuestro próximo episodio, le echaremos un vistazo al árbol de la vida nuevamente, cuando hablemos de diversidad biológica. ¡Te veo entonces!

Esta serie fue producida en colaboración con HHMI BioInteractive. Si eres educador, visita [BioInteractive.org/CrashCourse](https://www.biointeractive.org/CrashCourse) para obtener recursos para el salón de clases y desarrollo profesional relacionado con los temas tratados en este curso.

Gracias por ver este episodio de Crash Course Biología, que se hizo con la ayuda de todas estas personas vivaces. Si quieres ayudar a que Crash Course sea gratis para todos, por siempre, puedes unirse a nuestra comunidad en Patreon.

