Cuando el planeta Tierra se formó, hace alrededor de 4600 millones de años, no era el hogar super acogedor, lleno de oxígeno y agua que conocemos y amamos hoy día.

En otras palabras, ni lo reconocerías. La Tierra en ese momento era un reguero: un cataclismo de polvo, roca y hielo. Y esa atmósfera, olvídase, estaba tan llena de vapor de agua y ceniza de erupciones volcánicas, que probablemente no podrías ver un chaleco fluorescente ni aunque estuviera a medio metro de tu cara.

Ahora, después de unos cientos de millones de años, los volcanes se tranquilizaron, la temperatura bajó, y el vapor de agua se asentó para formar los océanos del planeta Tierra. Pero todo esto resulta minúsculo en comparación a lo que vino después: la vida.

Y para que podamos entender la ciencia de la vida – en todas sus formas preciosas y variadas – necesitamos saber cómo empezó todo.

¡Hola! Soy Mini Contreras y esto es Crash Course Biología.

[MÚSICA TEMA]

Esta cosa tan rara que llamamos vida ha existido por más o menos 3800 millones de años. Así que ha sido testigo de mucha de la historia de la Tierra. A medida que la Tierra ha cambiado su ritmo, la vida también lo ha hecho, y viceversa. De cierta manera, son pareja en un tango increíblemente largo.

Y los pasos de este baile se pueden ver en la macroevolución, los patrones grandes de cómo los seres vivos evolucionan más allá del nivel de las especies. Así que en vez de hablar de la aparición de, digamos, leones, estamos hablando de la aparición de criaturas con cuatro extremidades en general.

De esta manera, la macroevolución nos ayuda a trazar la historia evolutiva de la vida. Por ejemplo, cómo llegamos de esta criatura de cuatro patas a esta.

Los científicos son capaces de entender esta historia al estudiar cosas como la geología, el clima y, sobre todo, los fósiles.

Ahora, para que la vida surja en primer lugar, necesita muchísima energía. Esa energía puede crear el ambiente perfecto para que se formen grandes moléculas orgánicas, dando como resultado los compuestos de carbono que dan lugar a la vida.

Hay unas cuantas ideas diferentes de cómo es que pudo haber ocurrido esto.

Una es que la vida surgió del poder de los rayos, los volcanes y la radiación del espacio, convirtiendo los océanos en una sopa rica en nutrientes, repleta de moléculas orgánicas.

Otra posibilidad es que aquellas primeras moléculas orgánicas se hayan formado en profundas ventilas hidrotermales, con la temperatura y el balance químico perfectos.

Otros piensan que aquellos primeros compuestos pudieron ser traídos por un meteorito.

El punto es: hay más de una manera de hacer la sopa de la vida. Mmm. Que rico.

Pero la vida requiere de mucho más que este extraño caldo de moléculas orgánicas. También necesita maneras de copiar el material genético, o sea, la información biológica que se transmite a la descendencia.

Quienes se dedican a la biología piensan que probablemente comenzó con hebras de ARN (las que hoy día transfieren información genética en las células); que originalmente se pudieron haber formado en pozas inundables.

Las moléculas en el fondo de estas pozas pueden haber pasado por ciclos de calentamiento, deshidratación y unión durante la marea baja, para luego enfriarse y disolverse parcialmente con la marea alta.

Las moléculas que lograron soportar estos ciclos repetitivos de calentamiento y enfriamiento se podrían haber acumulado para convertirse en ARN, como cuando los ositos de goma se pegotean dentro de la bolsa si los dejas en el carro en verano. Excepto que en vez de producir una masa de ositos gomosos, esto eventualmente dio paso a las hebras del ADN.

El ADN es la molécula que contiene la información genética de los organismos en la Tierra y puede ser copiada muchas veces con una precisión bastante asombrosa - aunque no perfecta.

Estas ligeras diferencias crean las condiciones para que surjan formas de vida más diversas.

Pero las condiciones cambiantes del planeta Tierra han dado forma a la vida a lo largo de miles de millones de años. Y no sé ustedes, pero para mi es difícil entender esa magnitud. Así que llevemos todos esos eones a algo más fácil de entender, un reloj de 24 horas.

A la medianoche, todavía no hay vida, pero la Tierra no está en calma. Hay un constante bombardeo de asteroides y volcanes en erupción. Luego, alrededor de las 4 am, las cosas se enfrían y emergen los primeros residentes de la Tierra: organismos unicelulares llamados procariotas. Estas primeras formas de vida flotan a través de los océanos de la Tierra.

Los procariotas están generando copias de ellos mismos a través de la replicación de su información genética. Uno hace dos, dos hacen cuatro, hasta que hay miles de millones.

Después, alrededor de las 5:30 am, algunos de esos organismos empiezan a hacer fotosíntesis, aprovechando la energía de un sol tenue y joven.

Alrededor de las 11 de la mañana, el oxígeno -producto de la fotosíntesis- comienza a aparecer en la atmósfera; y para el medio día, ha transformado la atmósfera de la Tierra en una mezcla de gases que permitió que seres más complejos y grandes se desarrollen. Así que a eso de las 2 de la tarde, aparecen los primeros eucariotas: células complejas que eventualmente llevarían a formas de vida aún más complejas.

Recién a las 5 de la tarde, luego de que pasó buena parte del día, aparecen las primeras formas de vida multicelulares. Y a las 9 pm, se pone peluda la cosa. Los organismos multicelulares desarrollan nuevas formas de comer y evitar ser comidos, creando una nueva relación: entre depredador y presa. Esto llevó a que algunos organismos, menos adaptados, se extinguieran.

Hasta ahora, todo el drama de la vida ha ocurrido en el océano, pero alrededor de las 9:30 de la noche, las primeras plantas echan raíces en tierra firme.

A las 10 de la noche, les siguen los insectos y los organismos de cuatro patas. Los dinosaurios aparecen poco después y demuestran ser verdaderos parranderos antes de extinguirse alrededor de las 11:40 pm, aproximadamente una hora después de haber llegado a la fiesta. Los mamíferos llegan alrededor de las 11 pm, pero recién en los últimos veinte minutos antes de la medianoche, realmente comienzan a diversificarse. ¿Y los humanos? casi todo de este día espectacular ocurre sin nosotros. No aparecemos hasta ese último segundo, justo a la medianoche.

Tarde, como siempre.

Mientras más retrocedemos en la historia evolutiva de la vida, más complicado es reconstruir su curso. Pero los científicos han encontrado evidencia directa e indirecta de la historia de la vida. Porque... podrías pensar que las señales más antiguas de vida estarían en los fósiles, ¿verdad? Pero en realidad, estas señales se pueden encontrar en rastros de moléculas de carbono atrapadas dentro de las viejas y queridas rocas.

Hace unos 3500 millones de años, o alrededor de las cuatro de la mañana en nuestro Reloj de Eones, algunos de los primeros residentes procariotas de la Tierra dejaron atrás estromatolitos, o montículos fosilizados, formados a partir de capas finitas de sedimento. Los procariotas fusionaron estas capas ellos mismos, casi como la versión microbiana de una manualidad de papel maché. Excepto mucho más viejo que el tazón que hice en el tercer grado, y seguro que más sólido estructuralmente.

Más tarde, cuando algunos procariotas desarrollaron el fantástico truco de la fotosíntesis, que llevó a una reacción química que produjo capas de óxido de hierro; esas capas se asentaron en el fondo del mar - y hoy en día forman parte de rocas muy antiguas, y muy informativas. Ahora bien, todo el oxígeno liberado por esa fotosíntesis cambió fundamentalmente la atmósfera de la Tierra. Y por mucho que nos guste ese oxígeno hoy en día, no fue exactamente un cambio bienvenido para los procariotas de aquel momento.

Probablemente envenenó a la mayoría, dañando sus células y llevando a que se extingan.

Pero una atmósfera rica en oxígeno también empujó a los sobrevivientes a desarrollar nuevas formas de cosechar energía. Y aquí es donde los fósiles nos resultan útiles.

Los fósiles nos cuentan que el salto de seres unicelulares a seres multicelulares permitió que se desarrollen formas nuevas y tamaños más grandes como parte de la evolución. Al inicio, estos organismos se mantuvieron blandos y pequeños en general, el más grande medía alrededor de un metro de largo. Pero, eventualmente, surgió más y más diversidad.

Como, a medida que surgieron los cazadores con garras, también lo hicieron las presas blindadas con caparazones duros y esqueletos exteriores.

Estos son ejemplos de adaptaciones o rasgos hereditarios que aumentan las posibilidades de supervivencia y reproducción de un organismo.

Por ejemplo, gracias a los fósiles de animales parecidos a los peces, que tienen piernas y pulmones, sabemos que nuestros ancestros vertebrados vinieron del océano, y eventualmente

se mudaron del océano a tierra firme. Pero, averiguar cómo ocurrió implica rastrear piezas de rompecabezas esparcidas por todo el mundo. Mira, ya se levanta el telón del Teatro de la Vida.

Es difícil decir cuál es el fuerte de la paleontóloga Dra. Meemann Chang: los rompecabezas o la perseverancia. Chang comenzó a estudiar fósiles de peces en 1955. Y mientras más estudiaba peces antiguos, más le apasionaban sus misterios - especialmente cómo ellos dieron origen a seres capaces de caminar en la tierra y respirar aire que eventualmente darían lugar a nosotros.

Desafortunadamente, tuvo que detener sus estudios en 1966 cuando el gobierno censuró la investigación académica, incluyendo la de Chang. Pero no se dió por vencida y eventualmente pudo retomar su investigación.

En aquel momento, la comunidad científica pensaba que la clave para solucionar el rompecabezas era un grupo de peces con aletas lobuladas que vivió hace millones de años y quizás podrían haber tenido fosas nasales internas y externas. Se pensaba que estas adaptaciones podrían haber resultado en la capacidad de respirar aire en especies que surgieron después.

Los humanos también tienen este rasgo - dos orificios nasales por fuera y dos por dentro, lo que permite que el aire pase de nuestra nariz a nuestros pulmones. Pero Chang encontró que los fósiles de estos peces no tenían fosas nasales internas. Solo dos pares externos.

Y luego, encontró otro tipo de pez fosilizado. Este tenía un par de fosas nasales externas...y un par entre sus dientes delanteros. Era como una imagen congelada en el tiempo: fosas nasales a mitad de camino de donde eventualmente terminarían; en criaturas que caminan por la tierra y respiran aire como nosotros.

Se necesitó una cuidadosa observación y mucha perseverancia, pero Chang resolvió uno de los grandes rompecabezas de la vida: cada vez que respiras le debes agradecer a tus ancestros marinos y a un par de fosas nasales viajeras.

El Teatro de la Vida se mueve por una historia como pez en el agua, ¿verdad? Ya sabes...como un pez... En fin...

A medida que se encuentran más fósiles, se continúa desentrañando cómo encajan las piezas de la historia de la vida.

Claro, el registro fósil nunca estará cien por ciento completo, pero los científicos buscan organismos que representan grandes avances en la evolución. Y en el camino, han encontrado evidencia de algunos de los principales impulsores de la macroevolución.

Por ejemplo, están las placas tectónicas - las placas superficiales de la tierra que se deslizan y flotan sobre el manto fundido y caliente del interior del planeta. A medida que estas placas se han ido desplazando y chocando, como parte del proceso macroevolutivo, han llevado a la formación de cadenas montañosas, la separación de continentes, y la evolución de la vida.

Los cambios en la atmósfera también han sido uno de los mayores promotores de la evolución - como cuando esa primera ola de oxígeno resultó en la extinción de algunos organismos y llevó a otros a adaptar nuevas formas de usar el oxígeno como energía.

De manera parecida, cuando la Tierra ha oscilado entre extremos climáticos, los organismos se han adaptado o se han extinguido.

Y las extinciones masivas en sí mismas han promovido la evolución. Es más, han ocurrido cinco eventos de extinción masiva, donde más de tres cuartos de las especies en el mundo han desaparecido.

Pero cada vez que la vida ha recibido un golpe, se ha recuperado y diversificado.

Por ejemplo, cuando disminuyeron las poblaciones de las primeras especies parecidas a los mamíferos, surgieron los reptiles. Cuando muchos de estos reptiles desaparecieron, florecieron los dinosaurios. Y cuando los dinosaurios abandonaron la escena, los mamíferos regresaron, más fuertes que nunca.

Así que mientras algunas especies se han extinguido, otras han adquirido importancia, y han desarrollado nuevas formas de vivir, moverse y obtener energía.

Nos puede parecer que estos ciclos de vida y muerte, extinción y recuperación, son parte de un gran plan; pero la evolución no tiene un objetivo ni un propósito. Simplemente sigue el ritmo del baile de la vida.

La danza entre la vida y el planeta ha estado ocurriendo durante mucho tiempo. Las condiciones cambiantes de la Tierra han provocado saltos enormes a medida que la vida ha evolucionado. La vida, a su vez, le ha dado forma a la Tierra, incluso alterando su atmósfera. La vida y la tierra no serían las mismas sin este chachacha.

Y por más que a los humanos nos guste pensar que somos la última coca del desierto cuando se trata de evolución, hemos estado en el planeta menos de un segundo geológico. Tenemos mucho que aprender de todo lo que había antes de nosotros.

En nuestro próximo episodio, vamos a explorar cómo la evolución nos conecta a todos y cómo los científicos le siguen el rastro a la evolución. ¡Nos vemos 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 parranderas. Si quieres ayudar a que Crash Course sea gratis para todos, por siempre, puedes unirse a nuestra comunidad en Patreon.