



POR QUÉ ES IMPORTANTE LA MATERIA DE LAS ESTRELLAS

PROYECTO BIG HISTORY

0:01–0:56

ESTRELLAS

Hola, soy Emily Graslie, bienvenidos al Curso Intensivo de Big History. Hoy vamos a hablar de por qué algo tan distante como la cosmología y la química estelar está profundamente entrelazado con la humanidad: nuestro pasado, presente y futuro.

Cuando empezamos la gran narrativa de trece mil ochocientos millones de años, nuestra mente queda alucinada por los misterios incomprensibles del Big Bang y el enorme tamaño de nuestro universo. Luego, pasamos algo de tiempo mirando el nacimiento de los elementos químicos en las estrellas. Algunas veces, es muy tentador examinar esta química estelar y pensar: “bien, bien, ¿cuándo llegamos a los dinosaurios?” O, “¿cuándo abandonamos todo este asunto de la ciencia y llegamos a la humanidad?”

Pero antes de llegar allí, para ilustrar lo importante que es la química para la gran narrativa voy a elegir solo uno de los elementos de la tabla periódica para demostrar lo crucial que es el “material de las estrellas”. Prepárate para una “pequeña” Big History. Este es el relato de nuestro intrépido héroe, el carbono.

0:56–1:39 EMPIEZA CON UNA EXPLOSIÓN	El universo había empezado con una explosión. Unos 3 minutos después, los primeros protones y neutrones formados dentro de los núcleos de hidrógeno y helio, nuestros dos elementos más livianos, efectivamente son la madre y el padre del carbono. Luego, el universo se enfrió muy rápido para que se formasen nuevos elementos, aparte de leves trazas. Dicho eso, el universo era todavía un mar turbio y opresivo de radiación desde el cual ni siquiera la luz podía escapar. Los núcleos de hidrógeno y helio ni siquiera podían convertirse en átomos plenamente desarrollados. Vayamos hacia delante unos trescientos ochenta mil años y pasemos a la Burbuja de Pensamiento. El universo se enfrió lo suficiente para que los jóvenes núcleos de hidrógeno y helio pudieran capturar electrones y se convirtieran en átomos plenamente desarrollados. El hidrógeno y el helio se convirtieron en las formas dominantes de materia en el universo. Pero, por ahora, eran gases etéreos, cabezas huecas sin mucha estructura o complejidad.
1:39–2:00 GRAVEDAD	Vayamos hacia delante de nuevo, unos 100 millones de años. Ligeras desigualdades en la distribución de hidrógeno y helio les permitieron aglutinarse. La gravedad absorbió más. Y más y más, hasta que había tanta presión que nacieron las primeras estrellas. El hidrógeno y el helio dentro de ellas fueron triturados con tanta fuerza que se fusionaron para crear litio, luego berilio, boro y, finalmente, nació el carbono.
2:00–2:41 CREACIÓN DE LOS ELEMENTOS	Más estrellas crearon carbono, junto con hermanos y hermanas más pesados hasta llegar al hierro. A medida que las primeras estrellas empezaron a quedarse sin combustible, explotaron. El carbono y sus hermanos fueron diseminados dentro del vacío. Se crearon todos los elementos más pesados, como el oro y el uranio. Unos seiscientos millones de años después del Big Bang, el carbono y sus hermanos, junto con millones de estrellas se habían agrupado en una muy joven Vía Láctea. En los siguientes 3 mil millones de años, más estrellas se unieron a la fiesta en una serie de fusiones galácticas, creando la isla cósmica arremolinada que llamamos hogar. Luego, hace unos 5 mil millones de años, a un año luz de distancia aproximadamente, una estrella gigante colapsó en otra supernova, salpicando nuestro vecindario con más carbono y

	otros elementos y desencadenando la formación de nuestro sol.
2:41–3:12 TIERRA	Aproximadamente 99% del carbono declaró una retirada temprana y formó su hogar en el cálido abrazo del sol, pero una esquirla de carbono terminó en la ruta orbital donde está nuestra Tierra. Se enrolló en los siguientes millones de años, con todos los demás elementos, en lo que eventualmente se convertiría en nuestro planeta. Gracias, Burbuja de Pensamiento. El eón hádico fue un verdadero desastre. La Tierra fue bombardeada por asteroides, estaba llena de volcanes y el cielo estaba rojo. Con el tiempo, los elementos pesados como el hierro y el níquel se hundieron en el núcleo de la Tierra, mientras que los elementos más ligeros como el carbono flotaban hacia arriba y fueron eructados como gases desde volcanes que eran como rascacielos.
3:12–3:49 CARBONO	Parte del carbono se combinó con el oxígeno formando dióxido de carbono, y había tanta cantidad en la atmósfera que enrojecieron los cielos por encima del paisaje volcánico. Formas más sólidas de carbono se pueden encontrar en la delgada corteza terrestre. Solo una pequeña cantidad de la atmósfera y la corteza de la Tierra, una fracción de un punto de porcentaje, está hecha de carbono, que palidece en comparación con las enormes masas de oxígeno y silicio. Pero el carbono es estable y esto lo convierte en uno de los más flexibles de todos los elementos cuando se trata de formar combinaciones moleculares de otros elementos. En cierto modo, el carbono forma la piedra angular de la mayor parte de la complejidad molecular. Se estima que, sin carbono,

	aproximadamente 95% de todas las combinaciones moleculares no existirían.
3:49–4:20 COMPLEJIDAD	Sin el carbono, la complejidad posiblemente nunca se habría incrementado mucho más allá de la química más básica. Tendríamos estrellas, tendríamos gases y tendríamos metales, tendríamos unos pocos minerales básicos. Y no mucho más. Nada de vida, ni complejidad química, y menos un “nosotros”. Y puesto que el carbono está listo para enlazarse con otros elementos, se convirtió en el primer candidato para químicos orgánicos que se autorreplican que un día, hace unos 3.800 a 4.000 millones de años, se convertirían en vida. El carbono pueden unirse con facilidad con el oxígeno, el hidrógeno y el nitrógeno, todos abundantes en la Tierra y todos cruciales para la vida.
4:20–4:57 SURGE LA VIDA	El carbono se unió a todos ellos. Puesto que es tan flexible, el carbono puede usarse para unir moléculas extremadamente largas, algo muy útil cuando consideramos cuán complejas son las moléculas que se necesitan para sostener la vida. La vida basada en el carbono empezó como organismos unicelulares en el océano, evolucionando en bacterias que producen fotosíntesis cerca de la superficie del mar. Estas bacterias evolucionarían en plantas multicelulares, primero en el mar empezando hace seiscientos treinta y cinco millones de años, y después con la conquista de la tierra basada en las plantas unos doscientos millones de años después. Las plantas en tu jardín y las que comes para la cena tienen un 45% de carbono. Considerando que comemos tanta cantidad de carbono, podríamos afirmar que sin este, nos moriríamos de hambre y no que habríamos evolucionado en primer lugar.

4:57–5:27 LA VIDA SE DIVERSIFICA	Las plantas también necesitan carbono, tomando el dióxido de carbono y expulsando el oxígeno como desecho de la fotosíntesis. El proceso de la fotosíntesis condujo a un incremento enorme en el oxígeno en la atmósfera hace unos 2.500 millones de años. El subproducto fue que las otras bacterias basadas en el carbono empezaron a aprovechar la energía del oxígeno y evolucionar en formas más y más complejas. Esto incluye peces, ranas, dinosaurios, leones, tigres, bivalvos y tú. Toda la épica evolutiva de la naturaleza, los organismos multicelulares, los depredadores, las presas y todos los sobrevivientes, deben su existencia al carbono.
5:27–6:05 18% DE CARBONO	Tu cuerpo está compuesto de 65% de oxígeno, 10% de hidrógeno, 3% nitrógeno, un poco de calcio, fósforo, potasio, azufre, sodio, cloro y magnesio y todos estos se mantienen unidos por un 18% de carbono. Las plantas ricas en carbono desempeñaron una función clave en la historia humana. Estaba en todo desde las cosechas que comíamos, hasta las casas de madera que proporcionaban refugio, hasta la madera que quemamos para cocinar para la energía, hasta el carbón vegetal todavía más denso en energía que usamos para construir nuestras ciudades y desarrollar nuestra tecnología. Si el carbono no podía ser manipulado de este modo, es posible que los últimos 10.000 años de historia nunca hubiesen ocurrido en absoluto y todavía seríamos unos pocos millones de recolectores con herramientas de piedra vagando alrededor de la Tierra. Sin Internet.

6:05–6:55 ANTROPOCENO	El carbono también es responsable de uno de los saltos más grandes hacia delante en 13.800 millones de años: el surgimiento de la complejidad en la era moderna y el Antropoceno, donde hemos creado sistemas más complejos que aprovechan una densidad más grande de energía que cualquier otra cosa que vemos en el universo. Desde las bacterias microscópicas que producen fotosíntesis hasta los bosques gigantes que existieron en el Carbonífero, todos perecieron inevitablemente y algunos fueron enterrados por el suelo, evitando que se pudrieran y se hundieron durante millones y millones de años a medida que más cantidad de suelo caía encima de estos. A medida que estas plantas se hundían más y más profundo dentro de la corteza, la presión hizo que la temperatura subiese. Esta presión y el calor convirtieron a las plantas en carbón. El carbón fue usado por los humanos como fuente para iniciar fuegos 1000 a.C., pero el humo tóxico que desprendía hizo que la madera fuese preferida durante mucho tiempo. Entonces, el carbón era la segunda elección. Las civilizaciones antiguas de manera definitiva sabían acerca de esto: la palabra latina usada por los Romanos para el carbón era Carbo.
6:55–7:35 CARBÓN	Luego, cuando la Revolución Industrial todavía estaba en su infancia en Gran Bretaña, una escasez de madera debido a la creciente demanda de combustible empujó a Gran Bretaña a hacer uso del carbono. En 1709, Abraham Darby aumentó la producción de acero usando coque derivado del carbón en lugar del carbón vegetal. En 1781, James Watt produjo una máquina de vapor comercialmente viable que se convirtió en los motores de todas las formas de producción y transporte ferroviario. Desde allí, la industrialización se esparció a través del mundo, uniendo a todos los humanos más estrechamente en una red humana, intercambiando y produciendo más ideas, acelerando el cambio y disparando la concentración de energía. Todo gracias al pequeño carbono, en la forma de carbón. Incluso hoy, aproximadamente 43% de toda la producción de energía es el resultado del carbón.

7:35–8:30 LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL.	Con la Revolución Industrial, avivada en gran medida por la chispa del carbono, vinieron mercancías que podían ser producidas más barato, ¡lo que era excelente! Las mercancías de lujo se transformaron en alimentos básicos, la capacidad de carga se elevó poco a poco, y las personas encontraron más oportunidades fuera de las granjas. El inmenso entramado de ideas, avance y comercio de hoy, el siguiente incremento de complejidad, se debe al carbono. En la actualidad, también hacemos un uso enorme de otros combustibles fósiles tales como petróleo y gas natural. La vida marina, basada en el carbono hace cientos de millones de años, pereció, se hundió en el fondo de mares y océanos, y fue enterrada profundamente en el sedimento. Con presiones tan intensas, el carbono fue transformado en un lodo negro que llamamos petróleo o fue calentado a temperaturas tan elevadas que se convirtió en gas natural. Esto moldea no solo la producción global y tiene un impacto directo sobre nuestra calidad de vida, desde el transporte hasta nuestras mercancías cotidianas, hasta los miles de productos plásticos que utilizamos y de los que dependemos, también moldea la política moderna en donde naciones ricas en petróleo y naciones influyen directamente la marea de acontecimientos diarios.
8:30–9:03 LOS COMBUSTIBLES FÓSILES	Irónicamente, el carbono también puede ser nuestra desgracia. Una de las amenazas más grandes a la complejidad humana de hoy es nuestra dependencia de estos combustibles fósiles. El dióxido de carbono que liberan en la atmósfera, que eleva la temperatura promedio de la superficie de la Tierra y producirá una gran cantidad de problemas ambientales y sufrimiento humano. Si como resultado de ello golpea un desastre, el carbono, que fue tan crucial para el surgimiento de la complejidad en Big History, puede detener de forma abrupta la complejidad. Pero algunas formas de carbono son un poco más benignas, en la forma de grafito, un material extremadamente blando que se puede encontrar en tu lápiz. Algunas veces, el grafito se usa para ayudar a conducir la electricidad.

9:03–9:48 LOS DIAMANTES	Y en el otro extremo del espectro, el material más duro conocido es el diamante, que también es un regalo del carbono. Cruciales para toda suerte de maquinaria avanzada tales como aisladores eléctricos y conductores térmicos, los diamantes son tal vez mejor conocidos como una piedra preciosa cuyo valor se disparó en los años 1930. Esto fue gracias a una campaña publicitaria altamente exitosa por una compañía de diamantes que convenció a muchas personas a que gastaran un mes de salario en una piedra brillante con el fin de proponer matrimonio. Esto condujo a una trágica explotación del ambiente y las personas en aras de estas piedras brillantes. Entonces, podemos considerar que el carbono es un regalo y algunas veces una maldición, dependiendo de cómo lo veamos. El carbono es solo 1 de 92 elementos que ocurren de forma natural, una sola pieza del rompecabezas entre muchas otras. Pero, el carbono fue absolutamente vital para todo el relato de complejidad en el universo. Sin este, la modernidad y las alturas de la complejidad humana no existirían.
9:48–11:03 SOMOS MATERIA ESTELAR	La Revolución Industrial no habría ocurrido, junto con las civilizaciones antiguas y medievales, y la evolución de todas las plantas y todos los animales. Quita el carbono de la ecuación y toda esa complejidad no habría existido. Usa el carbono indebidamente y el destino de la complejidad humana en el Antropoceno puede estar condenado de forma similar. Sin el carbono, el cuento de la creciente complejidad sería un relato corto, que involucra estrellas, polvo cósmico y planetas inhóspitos que flotan en el vacío. Y no habría nadie alrededor para contarlos. En algunos casos, ese relato de la creciente complejidad no habría sucedido en absoluto. Para citar al gran Carl Sagan ya desaparecido: el cosmos también está dentro de nosotros. Estamos hechos de la materia estelar. Somos una forma para que el cosmos se conozca a sí mismo. Gracias por ver, nos vemos la próxima vez.