



LA TIERRA Y EL SISTEMA SOLAR

PROYECTO BIG HISTORY

<p>0:00–0:31 CRECIENTE COMPLEJIDAD</p>	<p>Hola, soy John Green, y este es un curso intensivo Big History. Hoy vamos a hablar sobre la formación del Sistema Solar, hace aproximadamente 4.567 millones de años. Cuatro, cinco, seis, siete. ¿Podría ser esa una coincidencia? Sí.</p> <p>Así que, si no te la pasaste durmiendo durante cada minuto de la escuela primaria, posiblemente estarás familiarizado con la distribución básica del Sistema Solar y los ocho, anteriormente nueve, planetas. Lo que tal vez no sepas es cómo encajan los planetas entre las estrellas y la vida como la pieza clave de creciente complejidad.</p> <p>Sr. Green, Sr. Green, ¿qué pasa con Plutón?</p>
---	---

EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

<p>0:32–1:29 PLUTÓN</p>	<p>Oh, yo desde el pasado, sé que a las personas les gusta apoyar a los desvalidos, particularmente cuando el desvalido comparte un nombre con el perro de Mickey Mouse. No tiene que ver con el tema, pero ¿cómo es que Mickey Mouse tiene un perro que es un perro y también un amigo, Goofy, que también es un perro?</p> <p>Pero solo recuerda que Pluto también comparte un nombre con el dios romano del submundo, que también era poco deseable. Pero, de todas formas, la palabra planeta es una clasificación fabricada por el hombre para un fenómeno natural. La usamos porque hace que sea más fácil hacer ciencia.</p> <p>Plutón no ha quitado las rocas dentro de su órbita vecina como lo hacen los planetas por lo general, y existe incluso un planeta enano en el borde de nuestro Sistema Solar, Eris, que es más grande que Plutón, y hay cientos de otros que son comparables a Plutón. La naturaleza del universo no ha cambiado. Es simplemente que nos dimos cuenta de que Plutón no estaba actuando como un planeta, así que ¿podemos dejar de lado este asunto de Plutón?</p>
<p>1:30–1:44 ACERCÁNDOSE</p>	<p>Entonces, ahora nos estamos moviendo desde la escala de las galaxias, que implica millones de años luz hasta un vecindario que solo tiene unas pocas horas luz desde el sol hasta Neptuno, el planeta más lejano. O como mucho, un año luz o dos hasta la distante Nube de Oort de miles de millones de cometas sostenidos por la gravedad de nuestro sol.</p>
<p>1:45–2:07 LOS PADRES DEL SOL</p>	<p>Así que, en el último episodio hablamos sobre cómo las estrellas son como nuestros tata, tata, tata muchas veces tatarabuelos. Bueno, nuestro sol en realidad también tuvo estrellas como padres. Es muy posiblemente una estrella de segunda generación, lo que significa que el sol se formó del naufragio de anteriores estrellas muertas y que contiene elementos distintos a solo hidrógeno y helio, elementos más pesados que son fraguados en los vientres de las estrellas. Y algunos de estos son arrojados por supernovas.</p>
<p>2:08–3:03 FORMANDO EL SOL</p>	<p>Cuando nuestra estrella se formó, su inmensa atracción gravitatoria succionó 99,99% de toda la materia en el Sistema Solar. Así que, en este caso, somos el 0,01%. Pero, esencialmente, el resto del Sistema Solar está compuesto de los escombros, como las migas, los sedimentos en el fondo de tu taza de café.</p> <p>Nuestro sol se formó sobre el curso de unos 100.000 años en lo que se llama una nebulosa solar, que es como una cuna ardiente de volutas de polvo y gas. Luego, la nebulosa solar empezó a comprimirse en una estrella, posiblemente desencadenado por una supernova cercana que también, de manera útil, salpicó el Sistema Solar con una cantidad aún</p>

EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

	<p>mayor de elementos pesados. Y luego, a medida que el sol engullía casi toda la materia en el Sistema Solar, la presión hizo que el núcleo del sol se calentase y cobrase vida. La fusión habitual de hidrógeno y helio empezó a ocurrir y continúa ocurriendo, lo que es agradable, porque de otro modo la Tierra sería extremadamente fría y también completamente muerta.</p> <p>Entonces, ¿cómo sabemos que todo esto es verdad? Bueno, hablemos con Emily de The Brain Scoop.</p>
<p>3:04–3:37 METEORITOS</p>	<p>Bien, un buen elemento de prueba son los escombros del sitio de construcción de ese tiempo. Los meteoritos forman una suerte de registro fósil. Los meteoritos caen a la Tierra y algunos de ellos son terrones primitivos de polvo nebular. Una investigación minuciosa revela que tienen alrededor de 4.568 años de antigüedad. El punto es que solo puede haber dos ambientes de donde provino el hierro 60: uno es dentro de una estrella roja gigante muy antigua y el otro es dentro de una supernova. Las estrellas rojas gigantes se alejan de las regiones donde se forman las estrellas en la galaxia. Lo más probable es que el sol no se formó cerca de una de esas, así que es mucho más posible que la formación de nuestro sol fuese desencadenada por la explosión de una supernova.</p>
<p>3:38–4:02 GIGANTES GASEOSOS</p>	<p>Así que, en los primeros tiempos el calor del sol hizo volar una gran cantidad de materiales gaseosos desde las regiones internas del Sistema Solar, abarcando Mercurio, Venus, la Tierra y Marte. Más hacia afuera, en las proximidades de donde se encuentra Júpiter ahora, era lo suficientemente frío para que los gases volátiles se mantuvieran, e incluso se volvieran líquidos o sólidos. Por eso los planetas internos como el nuestro son rocosos, y los planetas exteriores como Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, son todos estos gigantes de gas enormes.</p>
<p>4:03–4:45 FUERZAS ELECTROSTÁTICAS</p>	<p>Entonces, ¿qué sucedió al restante 0,01% de nuestro Sistema Solar y qué tiene esto que ver con el aumento de la complejidad? Bueno, el polvo que flotaba alrededor del Sistema Solar bebé no era solo elementos. Como el calentamiento en la nebulosa estelar permitió que este polvo algunas veces formase configuraciones más complejas de elementos. En primer lugar, alrededor de 60 clases diferentes de minerales.</p> <p>Entonces, el polvo empezó a aglutinarse. ¿Por qué tengo globos, por cierto? Bueno, obviamente, te lo diré dentro de poco.</p> <p>Así que, puedes haber observado que, si frotas un globo contra tu cabeza el tiempo suficiente, este se adhiere. Eso se debe a las fuerzas electrostáticas. Precisamente, las mismas fuerzas que permitieron al</p>

EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

	<p>polvo en el Sistema Solar colisionar suavemente y adherirse. Y luego, a medida que esas masas de polvo se hicieron más y más grandes, las colisiones dejaron de ser tan suaves.</p>
<p>4:46–5:25 LOS OBJETOS COLISIONAN</p>	<p>Entonces, en un lapso de 100.000 años había muchos objetos de hasta diez kilómetros de diámetro en el Sistema Solar, y la fuerza y el calor de esas colisiones violentas permitieron la formación de más cuerpos celestiales. Los objetos continuaron colisionando, los objetos más grandes succionando a los más pequeños con sus redes gravitatorias y luego, los más grandes en cada órbita empezaron a abrirse paso a través del material restante. Entonces, después de un millón de años, el Sistema Solar consistía de unas pocas docenas de protoplanetas. Tenían aproximadamente el tamaño de Marte y nuestra luna. Y luego, en los siguientes diez a 100 millones de años, el juego de billar continuó. Cada colisión era algo aterrador de contemplar hasta que terminamos con los ocho planetas grandes que conocemos hoy.</p>
<p>5:26–5:58 OTROS OBJETOS</p>	<p>Pero, por supuesto, hay más que solo planetas en nuestro Sistema Solar, hay un cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter, por ejemplo, que puede haber sido un planeta frustrado echado a perder por la gigantesca atracción gravitatoria de Júpiter. Y luego, en el borde del Sistema Solar está el Cinturón de Kuiper, una región de esquilas planetarias como el pobre y viejo Plutón. Y todavía más afuera en los confines está la Nube de Oort. Es esta enorme zona fronteriza que está repleta de millones de cometas, pero que todavía se encuentra dentro de la atracción gravitatoria del sol. Y la Nube de Oort está a un año luz de distancia. Así de enorme es nuestro sol, y es una estrella de tamaño bastante modesto.</p>
<p>5:59–6:57 DIFERENCIACIÓN</p>	<p>Entonces, este fue un tiempo bastante intenso en términos de transferencia de energía. Todos esos protoplanetas que colisionaron entre ellos convirtieron enormes cantidades de energía cinética en calor. De hecho, había tanto calor que, al combinarse con el calor generado por los materiales radiactivos en el Sistema Solar incipiente,</p>

EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

	<p>la Tierra era una bola de lava derretida. Básicamente, todo el planeta era tan caliente como Houston, Texas. ¿Qué es eso? Aparentemente, era mucho más caliente que Houston, Texas.</p>
<p>6:58–7:37 LA ATMÓSFERA EN SUS INICIOS</p>	<p>De todas maneras, la Tierra pasó por un proceso de diferenciación, por medio del cual los elementos pesados se hundieron en el centro y muchos elementos más livianos flotaron hacia la superficie. Muchos de los elementos metálicos como el hierro y el níquel se hundieron a través del lodo caliente hasta el núcleo, donde se encuentran todavía. Y los silicatos más livianos flotaron hacia arriba, formando el manto de la Tierra, una región de unos 3.000 kilómetros de espesor. Los silicatos aún más livianos flotaron hacia la superficie, donde eventualmente se enfriaron en la corteza terrestre, de unos 35 kilómetros de espesor en algunos lugares y en el fondo de los océanos más profundos tiene apenas siete kilómetros de grosor.</p> <p>Puedes pensar que la corteza es como la capa fina que se forma sobre un cuenco de sopa de almejas caliente y no estarías muy alejado de la verdad. Por cierto, podría usar alguna deliciosa sopa de almejas geológica ahora mismo, como la que solía hacer mi mamá, pero con más níquel.</p> <p>Los materiales más livianos de todos, incluyendo gases, como hidrógeno, helio, metano, vapor de agua, nitrógeno, amoníaco, ácido sulfhídrico, subieron hacia la superficie, y fueron arrojados desde los volcanes para formar la atmósfera incipiente de la Tierra, el vapor de la sopa. Y luego, incluso más vapor de agua fue traído en los cometas que caen en la Tierra. Y apreciamos los cometas, pero aun cuando tenemos escasez de agua, no necesitamos que ustedes regresen.</p>
<p>7:38–8:09 LA ERA HÁDICA</p>	<p>Gran parte del metano y el ácido sulfhídrico en la atmósfera incipiente fueron convertidos en dióxido de carbono, que transformó el cielo en un rojo aterrador, en lugar del agradable azul de hoy. Básicamente, tenemos una Tierra con un cielo rojo, volcanes que tienen miles de pies de altura, una superficie negra, inhóspita y rocosa, el olor desagradable del azufre en todas partes, vapor caliente ardiente, colisiones constantes de fuego y azufre desde arriba rompiendo en ocasiones la corteza y creando océanos enteros de lava. Por eso, llamamos a este período en la historia de la Tierra la era Hádica, por Hades, el dios griego del inframundo.</p>
<p>8:10–8:27 LOS MINERALES SE INCREMENTAN</p>	<p>Dos cosas agradables sobre esta bola de fuego loca y aterradora. Uno: nosotros no estábamos allí, así que no nos está molestando. Dos: todo este calor y presión intensos permitían que las combinaciones minerales aumentasen considerablemente. De hecho, había la enorme cantidad de</p>

EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

	<p>1.500 combinaciones diferentes y eso solo aumentaría a medida que las placas tectónicas y la vida se involucraban.</p>
<p>8:28–9:02 LA LUNA</p>	<p>Durante esta terrible fase infantil de la Tierra, un objeto del tamaño de Marte apodado Thea colisionó con la recién formada Tierra en una vigorosa revisión corporal, o supongo que más bien sería una revisión planetaria. Esto desprendió una enorme cantidad de los materiales de la Tierra, y luego, con el tiempo, esos materiales se acumularon para formar, adivinaste, la Luna.</p> <p>La Luna, por supuesto, es mejor conocida hoy por inspirar las Lunas Sobre Mi Exagerado Sándwich en Denny's, pero también inspiró la carrera espacial y millones de poemas y pinturas y también creó las mareas. Pero aparte de las mareas, que sin duda son una gran cosa, sin la Luna ¿a qué aullarían los lobos en todas esas camisetas?</p>
<p>9:03–9:29 LOS PRIMEROS OCÉANOS</p>	<p>Bien, a medida que la Tierra se enfriaba, el vapor de agua que se había acumulado en la atmósfera cayó en forma de lluvias torrenciales, como aguaceros que duraron millones de años. Era como Seattle, pero en lugar de café y música grunge había solo amoníaco.</p> <p>Estos aguaceros crearon los primeros océanos. A medida que la superficie de la Tierra se enfriaba por debajo de 100 grados Celsius, el vapor de agua podía permanecer en forma líquida y en algún momento, entre 3.800 y cuatro mil millones de años atrás, tuvimos océanos.</p>
<p>9:30–9:58 LA SUPERFICIE DE LA TIERRA</p>	<p>Hablemos de nuevo de la comida. Esta vez, sin embargo, en lugar de sopa de Tierra, imaginemos la Tierra como un huevo. La corteza es tan delgada como la cáscara de un huevo, también es frágil y se fractura en segmentos llamados placas. Esencialmente, estas placas flotan sobre rocas apretujadas y pegajosas que están cerca de su punto de fusión. Como resultado de ello, la superficie de la Tierra tiene una historia propia, incluyendo la creación de montañas, la explosión de volcanes, el desarrollo de poderosos súper continentes tales como Rodinia y Pangea.</p>

EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

<p>9:59–10:34 PLACAS TECTÓNICAS</p>	<p>Las placas tectónicas afectan todo, desde el movimiento de los continentes hasta la distribución y evolución de las especies, y es uno de los principios más vitales de la geología moderna. También es responsable de cosas menos divertidas como los terremotos masivos y erupciones súper volcánicas que han causado la muerte e incluso la total extinción de millones de especies.</p> <p>Finalmente, se debe plantear la cuestión de que entre todos los posibles escenarios que podrían aniquilar la raza humana, siempre que no nos aniquilemos nosotros, una erupción súper volcánica está entre los principales. De hecho, en la escala de millones de años, está casi garantizado que ocurrirá una erupción devastadora.</p> <p>Y a diferencia de un asteroide, uno no puede andar por ahí como Bruce Willis y hacer estallar una súper erupción con una bomba nuclear. Si todavía estamos aquí, será interesante ver cómo haremos frente a esto.</p>
<p>10:35–11:19 CONDICIONES DE RICITOS DE ORO</p>	<p>A lo largo del nacimiento del sol y los orígenes de la Tierra, fortuitamente se produjeron las condiciones de Ricitos de Oro para la vida. Al igual que con la avena cocida y las camas que nuestra rubia sociopática de cuentos de hadas hurtó a un oseño en un robo, las condiciones para la vida en la Tierra eran las adecuadas. Esto incluye la ubicación del planeta en relación con el sol. Los químicos correctos estaban presentes en la Tierra para producir los primeros elementos básicos para la vida. Hablaremos más sobre eso la próxima vez. Incluso las placas tectónicas eran de enorme importancia. Primero, succionan desechos bióticos, es decir, cosas muertas y excrementos, del subsuelo en lugar de permanecer sobre la superficie. Si no fuese por las placas tectónicas, estaríamos más o menos nadando en nuestra propia ya sabes qué. Durante millones de años, este desecho biótico pudo ser transformado en carbón o incluso diamantes.</p> <p>Placas tectónicas; convertimos tu caca en diamantes.</p> <p>Y si no fuese por los océanos y las placas tectónicas, hay una gran posibilidad de que tuviésemos el mismo efecto invernadero desbocado que Venus tiene, donde la superficie es lo suficientemente caliente para derretir el plomo.</p>

EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

<p>11:20–12:14 IMPACTO SOBRE LA HISTORIA HUMANA</p>	<p>Las placas tectónicas también fueron cruciales para la historia humana. La gigantesca masa de tierra de Afro-Eurasia hizo posible las redes comerciales, lo que facilitó el intercambio de conocimiento y tecnologías, y también compartir enfermedades para desarrollar inmunidades poco a poco. Algo que serían noticias graves para los habitantes aislados de América del Norte y del Sur. La distribución de cobre, hierro, plata y oro influyó en el crecimiento y prosperidad de incontables sociedades, incluso la distribución de lechos de carbón en Gales fue un ingrediente principal para el despegue de la Revolución Industrial en Gran Bretaña.</p> <p>Todas estas cosas, formadas con el más pequeño de los márgenes de probabilidad, fueron las condiciones de Ricitos de Oro para el surgimiento de la complejidad en el relato posterior. El sustento de la vida, la distribución de recursos, e incluso el carbón necesario para la Revolución Industrial, que explotó en el enorme incremento de la complejidad en los tiempos modernos. Es una transformación que continúa hasta el día de hoy.</p>
<p>12:15–13:07 EXOPLANETAS Y PLANETAS</p>	<p>Así que, hablando de las condiciones de Ricitos de Oro, saber acerca de la formación de nuestro Sistema Solar y las condiciones en la Tierra que fueron necesarias para la vida es crucial para pensar acerca de la posibilidad de la vida en otros lugares. El primer así llamado exoplaneta fue descubierto por astrónomos suizos en 1995. Y solo en 2002, astrónomos independientes descubrieron 31 exoplanetas nuevos. NASA ha llevado esto algunos pasos más allá. En 2009, lanzaron la sonda Kepler para observar unos 150.000 Sistemas Solares en la galaxia vecina. A partir de ahora, han encontrado cientos y cientos de planetas confirmados con miles de posibles candidatos más. Y se estima que en toda la Vía Láctea podría haber hasta 40 mil millones de planetas del tamaño de la Tierra orbitando sus estrellas en las zonas de Ricitos de Oro para la vida. Y eso es solo en nuestra galaxia. Hay cientos de miles de millones de galaxias en el universo.</p>

EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

13:08–14:00

OTRAS FORMAS DE VIDA

Ahora, no te voy a decir que crear vida es tan fácil como disparar peces en un barril, pero si colocas 100 trillones de balas en ese barril, le vas a dar a los peces. Pero considerando la enorme cantidad de espacio entre los Sistemas Solares y la fracción de tiempo en donde la vida, por no hablar de la diminuta franja de tiempo en la cual la denominada vida inteligente ha existido en nuestro planeta, puede que nunca encontremos otras formas de vida.

Pero encuentro que es enormemente emocionante, así como un poco tranquilizador saber que puede haber otras formas de vida allá afuera, incluso si nunca nos encontramos con ellas, desde microbios, hasta organismos multicelulares, como nosotros.

Tal vez están asombrados por su existencia como nosotros lo estamos por la nuestra. Y pensando acerca de ello, uno empieza a sentirse un poco mejor acerca de nuestro diminuto rol en el juego cósmico. Puede que nunca nos conozcamos, pero somos compañeros en este extraño fenómeno de creciente complejidad en el universo.

Hablaremos más sobre eso la próxima vez. Nos vemos.