EL ORIGEN DE LA VIDA.

PROYECTO BIG HISTORY

0:00–0:27 EL ORIGEN DE LA VIDA	Hola, soy John Green, bienvenidos al Curso Intensivo Big History donde hoy vamos a conseguir una vida. O al menos, la Tierra va a conseguir una vida. Pero primero, hoy vamos a empezar con un descargo de responsabilidad. El origen de la vida es, en muchas maneras, un punto en blanco en las páginas de la historia. Como el misterio que rodea al Big Bang o la materia oscura, el origen de la vida todavía es bastante enigmático para nosotros. Gracias a la investigación científica, tenemos una idea general de lo que tuvo que ocurrir para producir vida, pero los detalles son bastante imprecisos.

0:28–1:14 RECOLECTAR PRUEBAS PARA REFINAR TEORÍAS	¡Sr. Green, Sr. Green! Quiero decir, si no sabemos, entonces ¿por qué lo estamos estudiando como historia? Tal vez, simplemente deberíamos dejar que los científicos descifren todas esas cosas y luego ellos nos informarán, a lo mejor después de que termine esta clase. Bueno, yo desde el pasado, estoy seguro de que los miles de científicos que trabajan en ese asunto aprecian tu paciencia, pero incluso cuando tenemos páginas en blanco en el análisis de la historia, sigue siendo historia. Todavía hay ideas y teorías que compiten acerca de la presidencia de Franklin Delano Roosevelt, pero el hecho de que haya preguntas abiertas no significa que no sucedió. Algunas veces, no tenemos una narrativa clara de los eventos y depende de nosotros recolectar más evidencia y refinar esas teorías, pero primero, tenemos que saber acerca de la evidencia y las teorías actuales. Quiero decir, en última instancia, de eso se trata la historia.
1:15–1:37 LA VIDA SURGE	Soy Hank Green. Y este todavía es el Curso Intensivo Big History. La última vez, retomamos con una Tierra recién nacida que estaba ardiendo de calor y era asediada por asteroides. Luego, millones de años de lluvias torrenciales enfriaron la superficie y crearon los primeros océanos. Sabemos que la vida surgió en los océanos entre 3.500 y 4.000 millones de años atrás. Tenemos pruebas fósiles contundentes de vida hace 3.500 millones de años y muchos científicos tienen bastante certeza de que había vida hace 3.800 millones de años.
1:38–2:04 ¿QUÉ ES LA VIDA?	Está bastante claro que la vida es una cosa diferente del resto del universo, pero ¿qué marca la diferencia? Estoy algo sorprendido de que esta resulte ser una pregunta súper enigmática a la que todavía tenemos que proponer una respuesta 100% satisfactoria. Pero algunas de las características principales de casi todas las formas de vida son que se adaptan al ambiente, tienen un metabolismo que procesa energía para seguir adelante, como los humanos con la pizza, y se reproducen, ya sea por división celular en dos, o dos animales apareándose en la naturaleza.

2:05–3:09 EXCEPCIONES A LA REGLA	Sin embargo, incluso estos criterios simples tienen sus problemas. Algunos animales, como las mulas, nacen sin la posibilidad de poder tener crías. Algunos microorganismos pueden apagar sus metabolismos durante largos períodos de tiempo, pero ninguno está exactamente muerto o sin vida. Dada la increíble variedad de especies, las definiciones para la vida son, por necesidad, muy amplias, pero una definición del gran historiador Fred Spier es, y cito: "Un régimen que contiene un programa hereditario para definir y dirigir mecanismos moleculares que activamente extraen materia y energía del ambiente con cuya ayuda la materia y la energía son convertidas en componentes fundamentales para su propio mantenimiento y, de ser posible, reproducción". En otras palabras, lo que nos hace diferentes de las estrellas es que, mientras una estrella consume su combustible hasta que muere y no flota activamente alrededor del cosmos buscando más combustible, un organismo vivo busca activamente pizza para mantenerse, preferiblemente el tiempo suficiente como para, tú sabes, tener algunos bebés. Pero, ¿cómo sabemos lo que sabemos? ¿Cómo sabemos que la vida es solo una clase diferente de mecanismo molecular y no algo más profundo? Bueno, podemos poner a prueba estas afirmaciones, y lo hacemos, utilizando la ciencia.
3:10–3:35 VIDA Y NO VIDA	Puesto que la vida parece tan radicalmente diferente del universo inanimado, las personas una vez pensaron que la vida estaba hecha de algo completamente diferente. Luego, en 1828, un químico alemán, Friedrich Wohler, utilizó químicos inorgánicos para sintetizar un químico orgánico. Esto fue algo significativo, al igual que la teoría de la gravedad de Newton mostró que los cielos y la Tierra seguían las mismas leyes físicas, el experimento de Wohler demostró que la vida y la no vida siguen las mismas leyes químicas, lo que implicaba que la vida podía surgir de la no vida.
3:36–4:09 GENERACIÓN ESPONTÁNEA	Incluso esta idea no era completamente nueva. Durante siglos, la idea aristotélica de que la vida surgió espontáneamente de la no vida era aceptada ampliamente. Por ejemplo, si colocamos carne podrida afuera en el sol, eventualmente la carne se transforma en gusanos. Posiblemente, podrías trabajar las debilidades de esta teoría. Los científicos del siglo XVII tomaron carne y varios otros objetos que pensaban que generaban vida espontáneamente, los hervían para matar cualquier huevo previamente dejado por insectos, los sellaban en frascos y nada ocurría. Oh, Aristóteles, primero nos dijiste que los

	mocos eran nuestro cerebro saliendo por nuestra nariz y ahora haces que todas estas personas agradables desperdicien su bistec para cenar.
4:10–4:56 CUESTIONAMIENTO DE AFIRMACIONES	No obstante, esto no descartaba alguna forma de fuerza vital en el aire. Alguna fuerza invisible en la atmósfera de la Tierra que podía entrar en un objeto y literalmente infundir vida en este. Pero las esporas de las plantas también pueden viajar en el aire, tal como lo hacen los microorganismos. Entonces, a mediados del siglo XIX, Louis Pasteur hirvió algo de caldo orgánico propenso a desarrollar la vida y lo colocó en un frasco con un cuello de cisne para atrapar esporas de plantas y partículas más pequeñas. Si una fuerza vital estaba en el aire, podía entrar libremente mientras que las esporas y otras partículas quedarían atrapadas en el cuello en forma de U. Y ¿qué sucedió? Nada. Siglo y medio después esos frascos todavía están desprovistos de vida. La conclusión: Los antiguos estaban equivocados. Después de una dosis de cuestionamiento de afirmaciones, quedó claro que la vida debe surgir del mundo inanimado por procesos químicos que pueden ser descubiertos por la ciencia.
4:57–5:49 ORGANISMOS UNICELULARES	Pero, ¿qué aspecto tenía la vida en sus inicios? Bueno, durante la enorme cantidad de 2.100 millones de los 3.800 millones de años de la épica evolutiva, la historia fue hecha por diminutos organismos unicelulares llamados procariotas. Eso es aproximadamente 55% de toda la historia de la vida. Ahora, algunos de esos procariotas evolucionaron hace unos 1.700 millones de años en organismos unicelulares ligeramente más grandes llamados eucariotas. Y luego, tú sabes, eso continuó ocurriendo y eventualmente aparecimos nosotros. Pero por ahora, hablemos solo de los procariotas. Los procariotas vivían en los mares e ingerían químicos en su ambiente alrededor. Ahora, estos procariotas microscópicos podrían no sonar muy impresionantes, pero conforman la vasta mayoría de tu árbol genealógico. También son parientes distantes de las bacterias modernas que están en todas partes. Arrastrándose por la habitación en la que estás ahora mismo, arrastrándose por encima de todo tu

	cuerpo, arrastrándose dentro de tus intestinos. Es correcto, en algún lugar ahora mismo hay una bacteria que envenenará tu comida en una hamburguesa a medio cocer y es tu prima.
5:50–6:17 COMPLEJIDAD	Pero la cuestión es que, incluso en sus etapas más tempranas, la vida unicelular era enormemente compleja en comparación con el universo inanimado. Quiero decir, sé que son diminutas partículas, pero comparado con todo lo demás que había ocurrido en la Tierra hasta que ellas aparecieron, fueron una inmensa maraña de redes químicas y componentes fundamentales. Pero ¿cómo surgió por primera vez un objeto tan disparatadamente complejo como una procariota? Bueno, antes que nada, es muy difícil pensar en cómo se formaría la vida en una atmósfera rica en oxígeno como la actual Tierra.
6:18–7:08 SE CREA EL OXÍGENO	El oxígeno es una especie de químico desagradable altamente reactivo. De hecho, si los niveles de oxígeno en este cuarto fueran sustancialmente superiores y yo me frotase las manos verdaderamente rápido, podría prenderme en llamas. Y si bien eso daría lugar a un bonito video viral de YouTube, preferiría no arder en llamas a obtener una gran cantidad de visualizaciones. Hace 3.800 millones de años, el contenido de oxígeno libre de la atmósfera estaba en niveles insignificantes, lo que tuvo consecuencias no tan agradables. Durante millones, millones y millones de años, la vida moraba muy en las profundidades del océano, consumiendo químicos y permaneciendo donde el calor de la tierra la mantenía caliente. Eventualmente, algunos procariotas flotaron cerca de la superficie del océano y empezaron a utilizar la luz solar, el agua y el dióxido de carbono que era abundante en la atmósfera de la Tierra para sostener su propia complejidad usando el proceso químico dulce que elaborarían con la llamada fotosíntesis. El producto de desecho de este proceso químico es el oxígeno. Y

	estos procariotas que hacían fotosíntesis bombearon una gran cantidad de estos a la atmósfera.
7:09–7:46 HOLOCAUSTO DE OXÍGENO	Hace unos 2.500 millones de años, la cantidad de oxígeno libre en la atmósfera era de hasta 3%. El oxígeno puede ser desagradable y así, decenas y decenas de diminutos organismos unicelulares no podían manejarlo y perecieron en una ola enorme algunas veces conocida como el holocausto de oxígeno. Así que, muchas especies de organismos unicelulares, cada una con la posibilidad de evolucionar en una vida más compleja, fueron aniquiladas. Incluso en esta etapa inicial, nuestros ancestros evolutivos fueron triturados a través de un cuello de botella. Y este no será el último desastre que casi aniquiló por completo toda la vida. La próxima vez que tengas un mal día, recuerda que es increíble incluso que estés vivo y seas miembro de una especie autoconsciente en la altura del progreso tecnológico humano.
7:47–8:04 EUCARIOTAS	Hablando de antepasados, entre 1.600 y 2.000 millones de años atrás, los eucariotas evolucionaron. Y porque tú, tu perro y el pollo que te comiste la semana pasada y los champiñones que te comiste la semana antes todos descendían de ellos, realmente colocan el “tú” en los eucariotas. Y los eucariotas contenían organelas tales como órganos celulares que mejoraron sus capacidades.

8:05–8:49 EL SEXO MEJORA LA EVOLUCIÓN	Hace unos 1.500 millones de años, los eucariotas inventaron el sexo. Hasta ese punto, los organismos unicelulares se dividían en dos o se clonaban sin necesidad de encontrar un compañero para el romance e intercambio de ADN. Es posible que los eucariotas que se reproducen sexualmente obtuvieran estas capacidades a través del canibalismo, solo comerse unos a otros, que puede haber conducido a algún intercambio fortuito de ADN. Después de eso, las ventajas evolutivas del sexo posiblemente dieron como resultado que se arraigara. Tener un compañero significa tener dos conjuntos de genes y, de este modo, una gama más amplia de diversidad genética desde la cual la evolución puede elegir y escoger. El sexo es algo de enorme importancia. Mejoró la evolución y, por lo tanto, merece ser clasificado como uno de los avances más revolucionarios en la historia de la vida en la Tierra. Y un enorme salto adelante en el surgimiento de complejidades desde los propios inicios del universo.
8:50–9:25 ¿DE DÓNDE EVOLUCIONÓ LA VIDA?	Entonces, ¿de dónde provienen estos organismos unicelulares complejos en primer lugar? Bueno, la propia hipótesis de Charles Darwin fue que la vida evolucionó en algún "pequeño estanque caliente adecuado para promover la vida." Otros científicos postulan que la vida puede haberse formado a partir de los químicos orgánicos cerca del calor de los volcanes submarinos. Y otros defienden la idea de la panspermia, que afirma que la vida puede haber evolucionado en otro lugar en el Sistema Solar y luego fue transportada aquí por un asteroide, que la sembró en la Tierra. Como dije, este es un punto en blanco donde muchas teorías históricas diferentes están buscando evidencia para aclarar lo que sucedió. En realidad, es posible que este problema pudiera resolverse en el lapso de nuestra vida, lo que es bastante emocionante.

9:26–10:10 LAS CÉLULAS VIVAS SE REPLICAN	De todas maneras, cualesquiera que fueran las fuerzas físicas que estaban en juego, los químicos orgánicos primitivos eventualmente se unieron en bolas con membranas protectoras. Se habrían reproducido y proliferado en gran medida como lo hace la vida hoy, pero las incipientes masas amorfas o químicos orgánicos se habrían reproducido de forma torpe, imprecisa perdiéndose muchas adaptaciones útiles. Esencialmente, estos mecanismos moleculares estaban mal programados. En los años 1950, James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins y Rosalind Franklin descubrieron cómo se replican las células vivientes usando ADN o ácido desoxirribonucleico. El ADN es una molécula de doble hélice que contiene una lista de órdenes de cómo quiere que se construya una célula viviente. Y luego una hélice, el ARN, lee esas órdenes de programación y pone en movimiento la producción de las proteínas necesarias para conseguirlas.
10:11–10:51 TODA LA VIDA TIENE ADN	Toda la vida en la tierra tiene ADN, uno de los motivos que sabemos que todos los seres vivientes en la Tierra, desde agricultores hasta peces, desde lunares hasta microbios, tienen un antepasado común. Es el motivo por el cual tú compartes 98,4% de tu ADN con un chimpancé y por qué compartes casi la mitad de tu ADN con la banana que te gusta comer. No se trata precisamente de canibalismo, pero realmente comemos una gran cantidad de nuestros primos distantes. Pero ¿de dónde provienen el ADN y el ARN? Otro misterio. ¿Cómo pudo evolucionar semejante programación compleja desde formas orgánicas más simples? Un candidato destacado es la hipótesis mundial del ARN, que postula que podría haber existido una versión anterior de solo ARN, que era capaz de codificar y autorreplicarse y a partir de la cual evolucionaron estructuras separadas y más complejas... el ADN.
10:52–11:1 COMPLEJIDAD DE ADN Y ARN	El ADN y el ARN operan en formas extremadamente complejas, que es lo que esperarías con algo con tantas conexiones y diversos elementos fundamentales como la vida. Por cierto, no estamos esperando que, al ver este video, tengas una comprensión completa de cómo funciona el ADN. No obstante, hay un vínculo en la descripción con nuestro video de biología del Curso Intensivo sobre el ADN, si deseas que este concepto asombroso descienda algunos sobresaltos en la escala de sobresaltos.

11:12–11:38 CÓMO Y POR QUÉ FUNCIONAN LAS COSAS	Recuerda también esto: al examinar una narrativa histórica, siempre es útil saber cómo funcionan las cosas. Pero es todavía más útil saber por qué funcionan. Porque pueden influir en la futura secuencia de eventos. No tienes que saber exactamente cómo diseñar, construir, ensamblar y disparar un arco largo del siglo XV para comprender el conflicto francés e inglés en la Guerra de los 100 años. Todo lo que necesitas saber es que los arcos largos hacían que las cosas fuesen bastante desagradables para muchos franceses. Por ejemplo: "Hay un pedazo de madera que sale de mí", es algo desagradable.
11:39–12:17 REPLICACIÓN DEL ADN	La replicación del ADN es un proceso increíble y desconcertante que permite a la vida copiarse y sostener su propia complejidad. Copiar un organismo vivo con asombrosa precisión. Pero incluso este proceso de copiado impecable ocasionalmente puede tener algunas fallas. Hay un error una vez cada mil millones de copias aproximadamente. Estos errores dan como resultado una ligera mutación. Estos pueden no tener ningún efecto, podrían ser muy buenos o podrían ser muy malos. Si es útil, permite a un organismo tener más éxito y más posibilidad de pasarlo a sus genes. Si no es útil, las cosas salen mal y el gen no se transmite. En la escala de millones de años, estos errores de copiado son el motor de la evolución y el origen de nuevas especies.
12:18–12:57 DAR NUEVA FORMA AL MATERIAL ORGÁNICO	Permiten a una diminuta capa de material orgánico frágil situarse encima de estructuras geológicas corpulentas de la Tierra para ser moldeadas y vueltas a moldear como plastilina desde procariotas hasta eucariotas, hasta trilobites, hasta dinosaurios, hasta Abraham Lincoln. Como dijo Charles Darwin al final de *El Origen de las Especies*, "Hay grandeza en esta concepción de la vida, con sus diferentes fuerzas, ha sido insuflada en algunas pocas formas de vida o en una sola. Y que, mientras este planeta ha estado girando según la ley fija de la gravitación, se han desarrollado y se están desarrollando, a partir de un principio tan sencillo, infinidad de formas las más bellas y portentosas". Hablaremos más sobre eso la próxima vez.