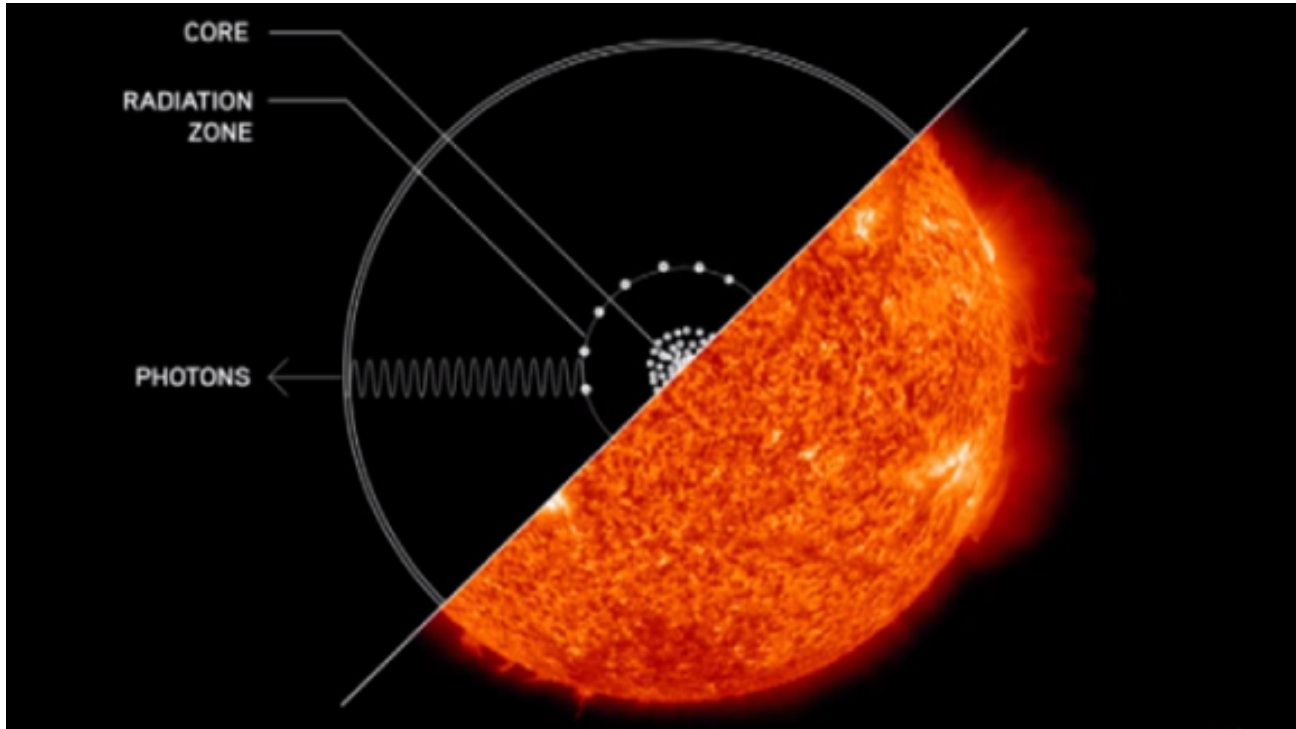


## ¿CÓMO SE FORMARON LAS ESTRELLAS?



## ¿CÓMO SE FORMARON LAS ESTRELLAS?

### PROYECTO BIG HISTORY

David Christian explica cómo se formaron **las estrellas**. Esta charla en dos partes empieza centrándose en cómo era el universo en sus primeros 200 millones de años de existencia, un período en el cual no había estrellas. Luego, asume el proceso de formación de estrellas. **La gravedad** es el actor clave en esta parte del relato, y la gravedad también será crucial para la formación de estructuras más grandes y más complejas en el universo tales como **galaxias, cúmulos y súper cúmulos**. La **radiación cósmica de fondo**, que proporcionó evidencia importante para el relato del Big Bang, también es importante aquí, ofreciendo evidencia sobre las condiciones que condujeron a la formación de las estrellas. Después de leer el siguiente texto y ver el video, deberías poder explicar el proceso de formación de las estrellas y por qué la formación de las estrellas cuenta como el segundo umbral importante en nuestro relato de Big History.

### Preguntas clave

- 1 ¿Qué hizo posible la formación de las estrellas?
- 2 ¿Qué evidencia apoya nuestra comprensión acerca de la formación de las estrellas?

**0:12-1:19**

EL UNIVERSO  
ANTES DE LA PRIMERA  
FORMACIÓN DE  
ESTRELLAS

Todos hemos mirado las estrellas de noche y nos hemos hecho preguntas sobre ellas. Pero, ¿podrías imaginar qué se sentiría si mirases las estrellas y no vieres nada? ¿Ninguna estrella en absoluto? Bueno, así se veía unos 200 millones de años después del Big Bang. A medida que el universo se expandió, se enfrió más y más, y se volvió más y más oscuro y, francamente, parecía cada vez menos un lugar que pudiera producir cosas como tú y yo. Los astrónomos llaman a esta

## ¿CÓMO SE FORMARON LAS ESTRELLAS?

	<p>parte de la historia del universo las <b>Edades Oscuras</b>.</p>
<p>LAS EDADES OSCURAS ASTRONÓMICAS</p>	<p>Durante las Edades Oscuras, había muchos átomos viajando a través del espacio. Aproximadamente 75 por ciento de ellos eran <b>hidrógeno</b>, con un protón; aproximadamente 25 por ciento, la mayor parte del resto, era <b>helio</b>, con dos protones, y había una diminuta pizca de <b>berilio</b>, de <b>litio</b> –el litio tenía tres, el berilio tenía cuatro protones– y, finalmente el boro. También había una sustancia que los astrónomos llaman <b>materia oscura</b>, francamente porque ellos no entienden lo que es, pero no parece desempeñar una función tan importante en el relato, así que vamos a ignorarla.</p>
<p><b>1:19-2:03</b>  LA SIMPLICIDAD Y LA UNIFORMIDAD DEL UNIVERSO DURANTE LAS EDADES OSCURAS</p>	<p>En realidad, el universo en su totalidad era muy, muy simple. Sabemos esto debido a estudios de la <b>radiación cósmica de fondo</b>, que fue liberada, como recordarán, unos 380.000 años después del Big Bang. Lo que eso muestra es que la materia se distribuyó de una forma extremadamente uniforme a través del universo. A dondequiera que mirases parecías encontrar la misma temperatura, la misma densidad, los mismos tipos de átomos. En realidad, todo era uniforme. Y este es un problema real. Porque parece como si el universo era demasiado simple, demasiado uniforme, para que algo interesante ocurriese. ¿Cómo se podría producir algo como tú y como yo a partir de ese universo?</p> <p>Bueno, en realidad sabemos cómo sucedió todo esto y los actores clave en todo esto son las estrellas. Entonces, lo que vamos a hacer en esta unidad es centrarnos en cómo aparecieron las primeras estrellas.</p>
<p><b>2:03-2:46</b>  TRES CONDICIONES DE RICITOS DE ORO PARA LA FORMACIÓN DE ESTRELLAS</p>	<p>Veremos a lo largo de este curso que las cosas más complejas aparecen cuando se tienen las <b>Condiciones de Ricitos de Oro</b> adecuadas para que aparezcan. No demasiado caliente. No demasiado frío. No demasiado grande. No demasiado pequeño. No demasiado juntas las cosas. No demasiado separadas. Entiendes lo que quiero decir.</p> <p>Entonces, ¿cuáles eran las condiciones de Ricitos de Oro perfectas para crear solo un poco de complejidad en los inicios del universo? Bueno, resulta que esas condiciones estaban esparcidas a través de todo el universo. Los elementos cruciales que se necesitaban eran: primero, mucha cantidad de materia; segundo, gravedad; y tercero, diminutas diferencias en la distribución de esa materia. Y todas estaban allí.</p>

## ¿CÓMO SE FORMARON LAS ESTRELLAS?

<p><b>2:46-3:23</b></p> <p>LA IMPORTANCIA DE LAS DIFERENCIAS DE TEMPERATURA</p>	<p>Estudios recientes de la <b>radiación cósmica de fondo</b>, utilizando satélites especiales tales como el satélite WMAP, han mostrado que, de hecho, había diminutas diferencias en la temperatura de la radiación cósmica de fondo. Algunas regiones, por ejemplo, eran tan solo una milésima de grado más calientes que otras regiones. Ahora, esto fue suficiente para que la gravedad funcionase y lo que la gravedad podía hacer era magnificar esas diferencias y convertirlas en algo mucho más interesante. Y entonces, esto es lo que sucedió: la gravedad empezó a trabajar sobre esas diferencias y eventualmente creó estrellas, algo completamente nuevo.</p>
<p><b>3:23-4:32</b></p> <p>LA IMPORTANCIA DE LA GRAVEDAD</p>	<p>Entonces, veamos cómo funciona esto. <b>La gravedad</b>, recordarás, es una de las cuatro fuerzas fundamentales y es la estrella de esta parte del relato. Tal como Newton mostró, la gravedad es más poderosa donde hay más cosas y cuando las cosas están más juntas. Para dar un ejemplo, la atracción gravitatoria de la Tierra es extremadamente poderosa sobre ti, pero si te alejas en el espacio, repentinamente se hace mucho más débil.</p>
<p>LA GRAVEDAD PUEDE CONVERTIR A LA MATERIA EN COSAS MÁS COMPLEJAS</p>	<p>Entonces, regresemos a los inicios del universo y pensemos cómo podría haber funcionado esta fuerza. Recuerda que hay algunas áreas que son apenas ligeramente más calientes y ligeramente más densas que otras. En esas áreas, la gravedad era solo ligeramente más poderosa. Entonces, lo que hizo fue aglutinar esas áreas. A medida que se aglutinaban, se hacían más densas, de modo que el poder de la gravedad se incrementó y empezaron a aglutinarse más y más. La gravedad se incrementa, de modo que todo se está aglutinando, un poco como un tren desbocado. Y se vuelve más y más y más rápido. Y ahora lo que sucede es que, en el centro de cada una de estas nubes de átomos, estos empiezan a chocar unos con otros de una forma realmente violenta, y empiezan a calentarse, particularmente en el centro, donde están la mayoría de los átomos.</p>
<p><b>4:36-5:41</b></p> <p>CONDICIONES PARA LA FORMACIÓN DE LAS PRIMERAS ESTRELLAS</p>	<p>Hasta ahora, nuestro relato ha sido acerca de un universo que se está enfriando; repentinamente, estamos hablando acerca de un área del universo que está empezando a calentarse por primera vez. Eventualmente, la temperatura llega a unos <b>3.000 grados</b>. Ahora, esa temperatura debería parecer nos familiar. Es la temperatura a la cual los átomos no pueden mantenerse juntos más tiempo, porque los protones no pueden mantenerse unidos a los electrones, de modo que lo que sucede es que se recrea la suerte de plasma que existió antes de la creación de la <b>radiación cósmica de fondo</b>.</p>

## ¿CÓMO SE FORMARON LAS ESTRELLAS?

<p>EL INCREMENTO DE LAS TEMPERATURAS PRODUCE CONFUSIÓN,</p>	<p>Ahora, la temperatura en la nube continúa subiendo hasta que eventualmente llega a <b>10 millones de grados</b>. Y algo espectacular sucede a esa temperatura: los protones empiezan a chocar unos con otros con tanta violencia que superan la repulsión de sus cargas positivas y se fusionan, y ahora están unidos por la “poderosa fuerza nuclear”. Mientras esto sucede, hay una liberación enorme de energía a medida que parte de su materia se convierte en energía pura. Esto es muy similar a lo que sucede en una bomba H.</p>
<p><b>5:41-6:37</b> LA NUBE SE CONVIERTE EN UN HORNO</p>	<p>Así que ahora, en el centro de la nube tenemos una especie de horno que está empujando contra la fuerza de gravedad y eso estabiliza todo. Y ahora, lo que sucede es que se enciende una estrella. Y esa estrella va a brillar durante millones o miles de millones de años.</p>
<p>EL SEGUNDO UMBRAL DE COMPLEJIDAD</p>	<p>Ahora, hemos cruzado nuestro <b>segundo umbral importante de complejidad</b> en este curso. Unos 200 millones de años después del Big Bang, el universo empieza a llenarse de estrellas, miles y miles de millones de ellas.</p> <p>Y el universo es ahora un lugar mucho más interesante. En lugar de la suerte de masa uniforme que vimos antes de la aparición de las primeras estrellas, ahora tenemos un universo lleno de estrellas. No es solo que sea más interesante de observar, las estrellas son mucho más importante que eso; nuestro universo está lleno de esa suerte de baterías brillantes que emanan luz y calor. Es un lugar mucho más interesante.</p>
<p><b>6:37-7:49</b> GUARDERÍAS DE ESTRELLAS</p>	<p>De hecho, todavía hoy los astrónomos pueden ver estrellas formándose; es un proceso que sigue ocurriendo actualmente. Las encuentran en <b>guarderías de estrellas</b>; son uno de los lugares más hermosos que podemos ver en el cielo. Y, de hecho, vale la pena ir al sitio web Hubble o mirar a través de un telescopio para ver algunas de estas guarderías de estrellas porque están entre los espectáculos más hermosos que podemos ver en el firmamento.</p>

## ¿CÓMO SE FORMARON LAS ESTRELLAS?

<p>LAS ESTRUCTURAS DE LAS ESTRELLAS GENERAN FOTONES DE ENERGÍA Y LUZ</p>	<p>Las estrellas aumentan la complejidad del universo de otra manera: le dieron nuevos tipos de estructuras a muchas escalas diferentes, desde el nivel de las propias <b>estrellas</b> hasta las <b>galaxias</b> y hasta los <b>súper cúmulos</b>. Entonces, déjame intentar describir estas estructuras una por una. Empecemos por las estrellas. Las propias <b>estrellas</b> tienen una estructura muy clara. En el centro están los protones que están a una temperatura extremadamente elevada, como hemos visto, y se fusionan para formar núcleos de helio. Justo alrededor del centro, alrededor del núcleo, tenemos una especie de almacén de protones que eventualmente se van a fusionar cuando se hundan en el centro. Ahora, los fotones de energía y luz desde el centro lentamente se mueven a través del plasma, lo que a veces toma miles de años, hasta que eventualmente llegan a la superficie y son expulsados al espacio en un destello.</p>
<p><b>7:49-8:55</b> ESTRELLAS, GALAXIAS, CÚMULOS Y SÚPER CÚMULOS</p>	<p>Así que, las estrellas tienen mucha estructura, pero las estrellas en sí mismas están unidas por la gravedad en estructuras mucho más grandes. A estas estructuras las llamamos <b>galaxias</b>. Nuestra <b>Vía Láctea</b> es nuestra galaxia; contiene tal vez 100 mil millones, algunos dicen 200 mil millones de estrellas. ¡Es absolutamente enorme! Y puede haber unas 100 mil millones de galaxias en todo el universo.</p> <p>Pero existen estructuras a escalas todavía más grandes. La gravedad une a las galaxias en lo que se llaman <b>cúmulos</b>. Nuestro grupo local es un cúmulo así, y contiene unas 30 galaxias, incluyendo <b>Andrómeda</b> y las <b>Nubes de Magallanes</b>, y ambas pueden verse a simple vista.</p>
<p>LA GRAVEDAD NO PUEDE MANTENER VARIOS SÚPER CÚMULOS JUNTOS</p>	<p>La gravedad puede mantener unidos cúmulos para formar lo que se llama <b>súper cúmulos</b>. Estos se esparcen a través del universo en enormes redes y cadenas. Pero más allá de eso, la gravedad es demasiado débil para mantener juntos múltiples súper cúmulos. Y es más allá del nivel de los súper cúmulos que empezamos a ver finalmente lo que Hubble vio: piezas a ver súper cúmulos enteros separándose y allí, a esa escala, podemos ver la expansión del universo.</p>
<p><b>8:55-9:43</b></p>	<p>Ahora, hagamos un resumen. Veremos a lo largo de este curso que la complejidad se desarrolla sobre la complejidad. Ahora, tenemos estrellas y las estrellas van a ser la clave para posteriores formas de complejidad. La mayor parte del universo era entonces, y todavía es, frío, oscuro, vacío y, desde nuestra perspectiva, muy, muy aburrido en realidad. Pero con las estrellas tenemos algo así como fogatas en la Antártida: luces que iluminan un universo frío. Y veremos que, de ahora en adelante, las condiciones de Ricitos de Oro para mayor complejidad deben encontrarse, no a través de todo el universo, sino en las galaxias, y por encima de todo, alrededor de las estrellas, esas fogatas en medio de campamentos fríos. Allí es adonde se dirige nuestro relato ahora.</p>

¿CÓMO SE FORMARON LAS ESTRELLAS?