



LA CREACIÓN DEL TODO

CRISTÓBAL MORALES REVECO

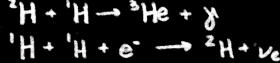
$$r_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} + \mu\vec{r} = 0$$



$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \ddot{\vec{a}} = -\frac{4\pi G}{3} \left( \rho + \frac{3P}{c^2} \right) + \frac{\Lambda c^2}{3}$$



$$\frac{dP}{dr} = -\frac{Gmp}{r^2}$$

$$v = H_0 d$$

$$F_g = \frac{GmM}{r^2}$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$ds^2 = -(1 - \frac{r_s}{r})dt^2 + \frac{dr^2}{1 + r_s/r} + r^2 d\Omega^2$$

$$d\Omega^2 = d\theta^2 + \sin^2(\theta)d\psi^2$$

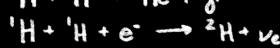
$$r_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} + \mu\vec{r} = 0$$



$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \ddot{\vec{a}} = -\frac{4\pi G}{3} \left( \rho + \frac{3P}{c^2} \right) + \frac{\Lambda c^2}{3}$$



$$\frac{dP}{dr} = -\frac{Gmp}{r^2}$$

$$v = H_0 d$$

$$F_g = \frac{GmM}{r^2}$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$ds^2 = -(1 - \frac{r_s}{r})dt^2 + \frac{dr^2}{1 + r_s/r} + r^2 d\Omega^2$$

$$d\Omega^2 = d\theta^2 + \sin^2(\theta)d\psi^2$$

Cristóbal Morales Reveco ©

Arte: Florencia Muñoz Reveco

Edición: Antonella Reveco Spalloni

ISBN: 978-956-402-367-0

Prohibida su reproducción parcial o total

2020

$T_{\mu\nu}$ 

$$\vec{s} = \frac{2GM}{c^2}$$

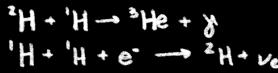
$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} + \mu\vec{r} = 0$$



$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\ddot{\vec{a}} = -\frac{4\pi G}{3}\left(p + \frac{3P}{c^2}\right) + \frac{\Lambda c^2}{3}$$



$$\frac{dP}{dr} = -\frac{Gmp}{r^2}$$

$$v = H_0 d$$

$$T_0 = \frac{GmM}{r^2}$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$ds^2 = -(1 - \frac{r_s}{r})dt^2 + \frac{dr^2}{1 + r_s/r} + r^2d\Omega^2$$

 $T_{\mu\nu}$ 

$$\vec{s} = \frac{2GM}{c^2}$$

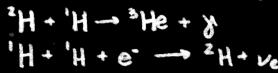
$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} + \mu\vec{r} = 0$$



$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\ddot{\vec{a}} = -\frac{4\pi G}{3}\left(p + \frac{3P}{c^2}\right) + \frac{\Lambda c^2}{3}$$



$$\frac{dP}{dr} = -\frac{Gmp}{r^2}$$

$$v = H_0 d$$

$$T_0 = \frac{GmM}{r^2}$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$ds^2 = -(1 - \frac{r_s}{r})dt^2 + \frac{dr^2}{1 + r_s/r} + r^2d\Omega^2$$

$$d\Omega = d\theta^2 + \sin^2(\theta)d\varphi^2$$

$$\vec{s} = \frac{2GM}{c^2}$$

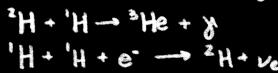
$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} + \mu\vec{r} = 0$$



$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\ddot{\vec{a}} = -\frac{4\pi G}{3}\left(p + \frac{3P}{c^2}\right) + \frac{\Lambda c^2}{3}$$



$$\frac{dP}{dr} = -\frac{Gmp}{r^2}$$

$$v = H_0 d$$

$$T_0 = \frac{GmM}{r^2}$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$ds^2 = -(1 - \frac{r_s}{r})dt^2 + \frac{dr^2}{1 + r_s/r} + r^2d\Omega^2$$

$$d\Omega = d\theta^2 + \sin^2(\theta)d\varphi^2$$

# LA CREACIÓN DEL TODO

Cuando vemos el cielo de noche podemos notar que existen varios objetos. La gran mayoría de estos son estrellas, galaxias, y planetas. La astronomía es la ciencia que se preocupa de estudiar todos estos y otros objetos que existan en nuestro universo.

Las estrellas, planetas, galaxias, e incluso el mismo universo tiene que haber sido creado de alguna manera. Al igual que nosotros, los humanos, tienen que nacer, desarrollarse y llegar a un fin. Aquí veremos como se formó el Universo, la vida de una estrella, desde el nacimiento hasta su muerte, la formación de los planetas, y por último lo que es un agujero negro.

# LA TEORÍA DEL BIG BANG

Las personas desde la antiguedad se han preguntado el cómo se creó todo lo que vemos y si nos formamos de algo o siempre existimos. La astronomía siempre se ha cuestionado el origen del universo y lo que existe en este. La teoría más aceptada hasta el momento es la del Big Bang. En el inicio del todo existía nada más que un punto. Hay que pensar que todo lo que está ahora en el universo se concentró en ese punto como energía. Y este explotó y liberó toda la energía concentrada.

# LA EXPANSIÓN DEL UNIVERSO

Cuando explota el punto se crea el universo. En el principio era algo tan chico como un átomo, pero, por la energía de la explosión, este se expandió inmediatamente. En menos de una millonésima de segundo, creció en algo más grande que el tamaño de una pelota de golf. En esos instantes el universo se agrandó más rápido que a la velocidad de la luz (300.000 km/s).



Con el tiempo el universo fue creciendo cada vez más a una velocidad menor y se fue enfriando. Gracias a esto se fueron formando los elementos más básicos, como hidrógeno y helio. Así, se formaron nubes de estos elementos, luego las estrellas y galaxias, para llegar a lo que conocemos el día de hoy.

El universo sigue expandiéndose, pero mucho más lento. Esto se sabe debido a que observamos que las galaxias y estrellas se van alejando con el tiempo, todas a un mismo ritmo. Por ejemplo, si marcas dos puntos diferentes en un elástico y lo estiras, verás como los puntos se separan más. En este caso el elástico es el universo que al expandirlo vemos como los puntos, la Tierra y una estrella, se van distanciando.

# RADIACIÓN DEL FONDO CÓSMICO

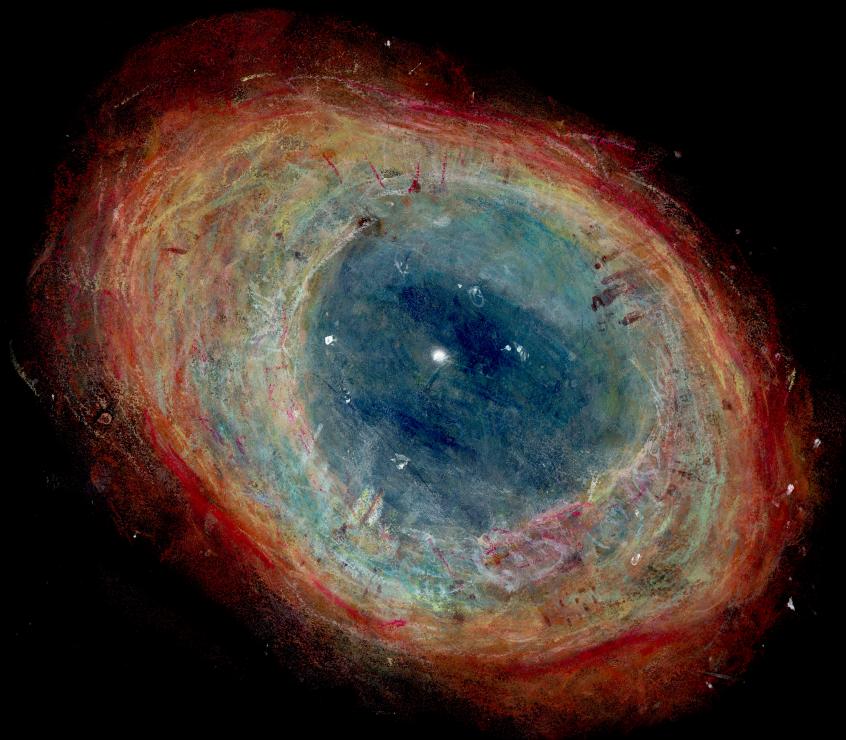
El Big Bang es de las teorías, sobre el origen del universo, más aceptadas hasta la fecha. Logra explicar varias incógnitas sobre el universo que se han observado. Unas de estas es la razón de porqué todo se está alejando, como se mencionó antes.

También logra que comprendamos la radiación del fondo cósmico. Esta es una forma de luz que está impresa en todo el universo. No se puede ver con nuestros ojos pero si con los telescopios especializados. Se piensa que se debe haber formado en el inicio del todo, por lo que es una huella del Big Bang y nos permite estudiar este fenómeno.

# MATERIA OSCURA

Una de las preguntas más abiertas de la física es la materia oscura. Esta es materia que existe en el universo y no interactúa con la luz, por lo que no se puede ver. Sin embargo, sabemos de su existencia gracias a que el movimiento de las galaxias nos indica que debe haber mucha más masa de la que podemos medir. Por lo tanto, la existencia de la materia oscura permite que las teorías existentes sean correctas. Se tiene poca información sobre este tipo de materia, de qué es exactamente o cómo se formó. Lo que sí conocemos es que ocupa un 85% de la materia de todo el universo.

# FORMACIÓN ESTELAR



## NEBULOSAS

Las estrellas se forman en una acumulación de gas llamada nebulosa. Estas se pueden comparar con las nubes que vemos en el cielo, que son gotas diminutas de agua que están flotando. Igualmente, las nebulosas son nubes de elementos químicos como hidrógeno, helio o carbono que están suspendidas en el espacio.

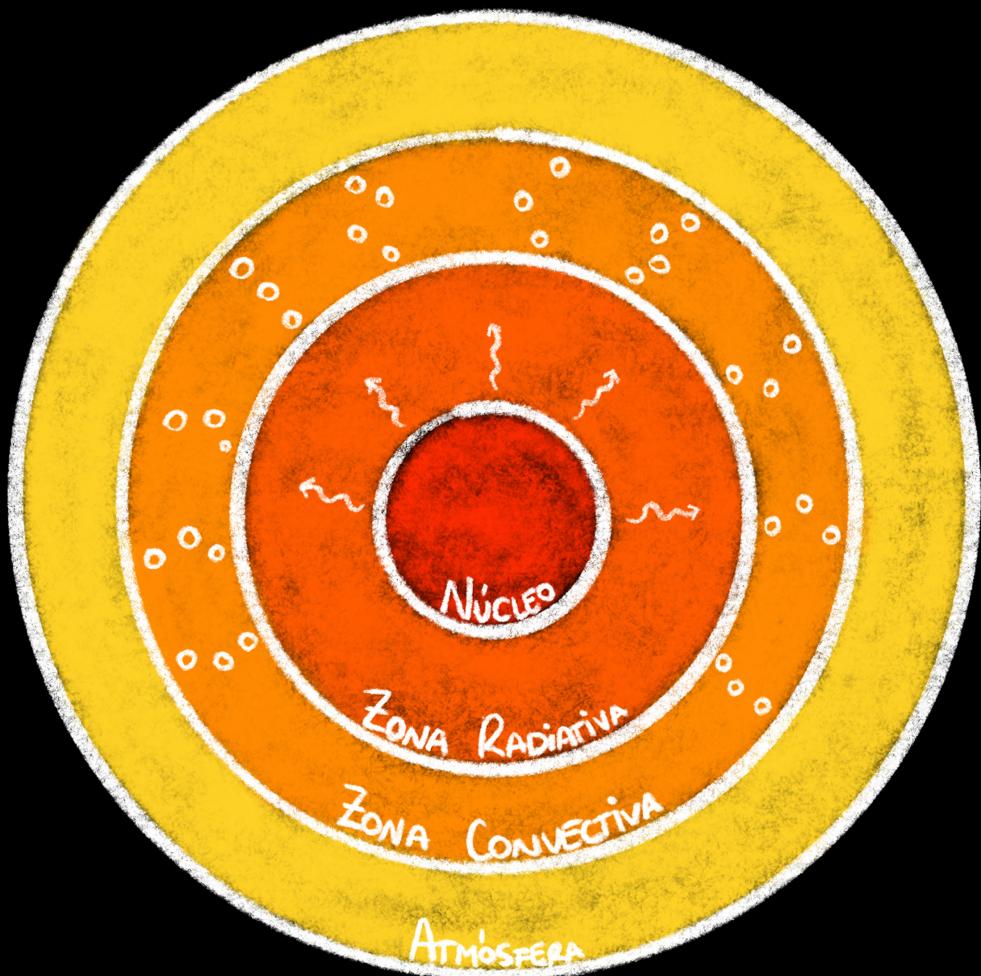
En la nebulosa puede existir un lugar donde tenga mayor concentración de material. Con el tiempo va acumulándose cada vez más hasta que se forma una estrella pequeña. Estas son “pequeñas”, pero poseen mucha masa. Por esto, atraen cada vez más gas de la nube hasta que no haya más a su alrededor, formándose así la estrella. En una nebulosa se pueden formar múltiples estrellas, dependiendo de cuán grande sea y cuánto material posea.

# ESTRUCTURA ESTELAR

Las estrellas están formadas por varias capas.

Un núcleo, una zona radiativa, otra convectiva, y por último la atmósfera.

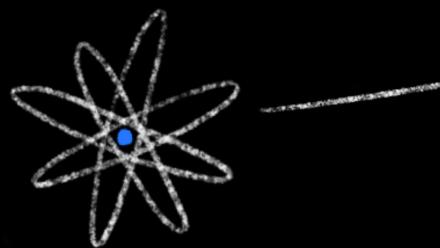
La atmósfera es la capa más externa y es de donde viene la mayoría de la luz que vemos de las estrellas.



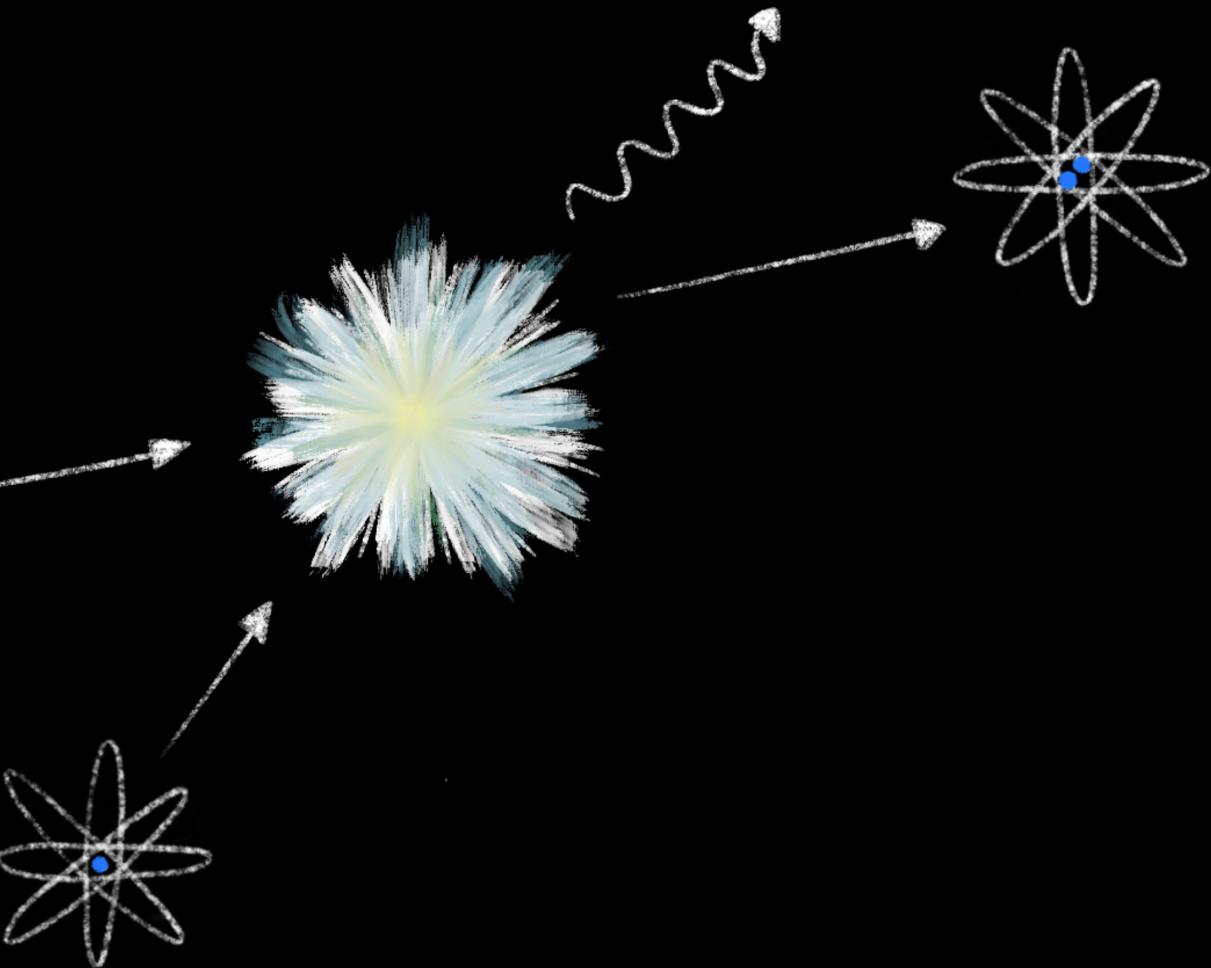
# ESTRUCTURA ESTELAR

Las zonas convectivas y radiativas son zonas donde la energía producida por el núcleo se mueve hacia el exterior. En la zona radiativa el movimiento de la energía es mediante la luz, es decir, radiación.

Y en la zona convectiva el movimiento de energía es por un proceso llamado convección, el cual podemos observar cuando el agua hierve, donde las burbujas de material caliente suben a la superficie (exterior).



ENERGIA

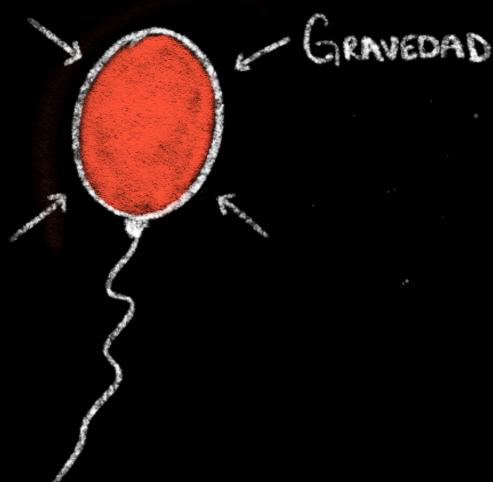


# EQUILIBRIO ESTELAR

Se puede comparar a la estrella como un globo.

El peso de la estrella hace que esta se presione hacia adentro, es decir, el globo se iría achicando.

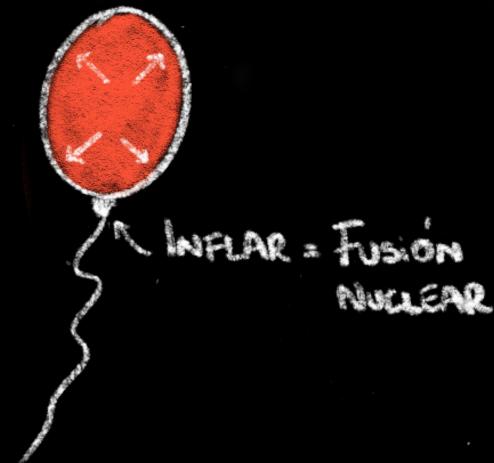
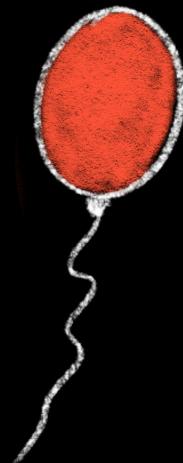
Esto último es lo que se llama gravedad, es lo mismo que hace que los planetas giren al rededor del Sol.



Por otro lado, la fusión nuclear genera mucha energía, contrarestando así a la presión.

Sería el equivalente a inflar el globo.

Equilibrio



Estas dos fuerzas opuestas se anularían, por lo que la estrella se mantiene en equilibrio, siempre y cuando exista la energía suficiente.

# DESTINO FINAL DE LAS ESTRELLAS

Gracias a la energía que se genera en el núcleo y al movimiento que tiene dentro de la estrella, es que esta se mantiene con vida por miles de millones de años, sin colapsar por su propia gravedad. Pero el combustible no es infinito, por lo que llega un momento en que la energía generada no es suficiente para que esté estable y se dice que la estrella “muere”.

Cuando la estrella “muere” no desaparece, sino se transforma en otro cuerpo astronómico. Lo que se genere va a depender de la masa y los materiales que estaba compuesta la estrella. Por ejemplo, una explosión de supernova, o gigante roja.



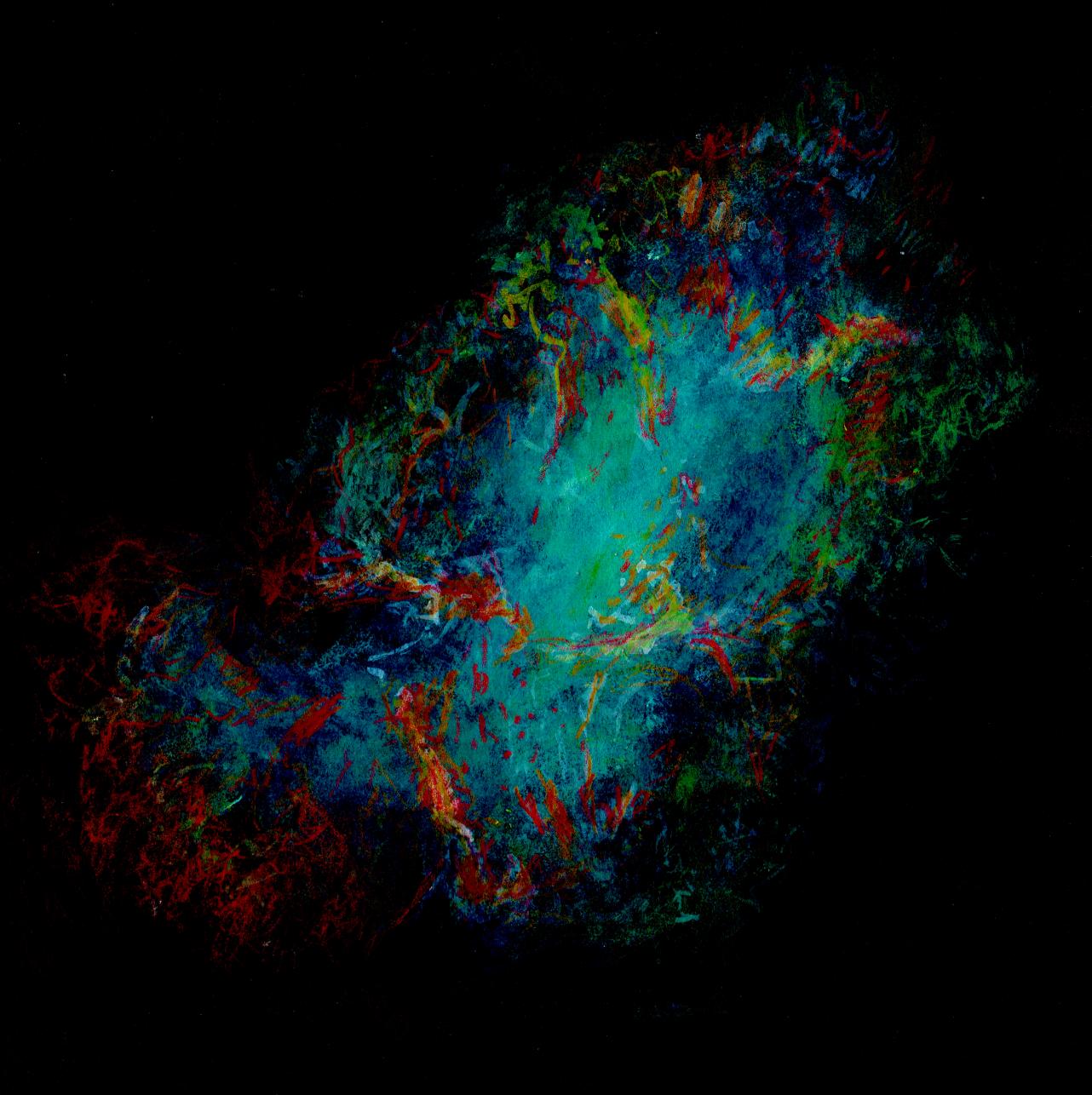
# DESTINO FINAL: SUPERNOVA

Una supernova es una explosión masiva y violenta de una estrella que va a morir. Para que suceda esto la masa de la estrella debe ser de al menos cinco veces la masa del Sol.

Una vez que el núcleo ya no produce tanta energía, la estrella colapsa muy rápido por su propia gravedad, causando una explosión, liberando el material de las capas externas y dejando el núcleo.

El material que deja es muy rico en elementos, por lo que se pueden formar desde planetas hasta estrellas.

Estas se llaman nebulosas.

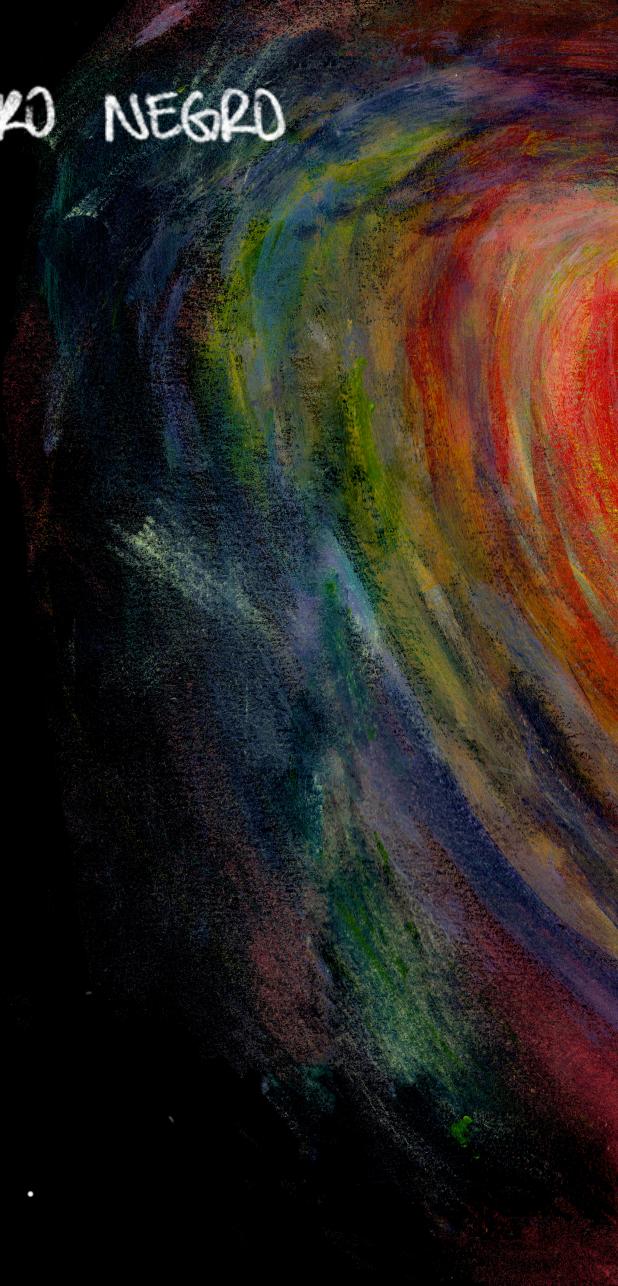


# DESTINO FINAL: AGUJERO NEGRO

Si la estrella tiene al menos treinta veces la masa del Sol, el núcleo que deja después de la supernova puede llegar a convertirse en un agujero negro.

Los agujeros negros absorven todo lo que tienen al rededor, incluyendo la luz.

Por esta razón nos resulta muy difícil verlos.





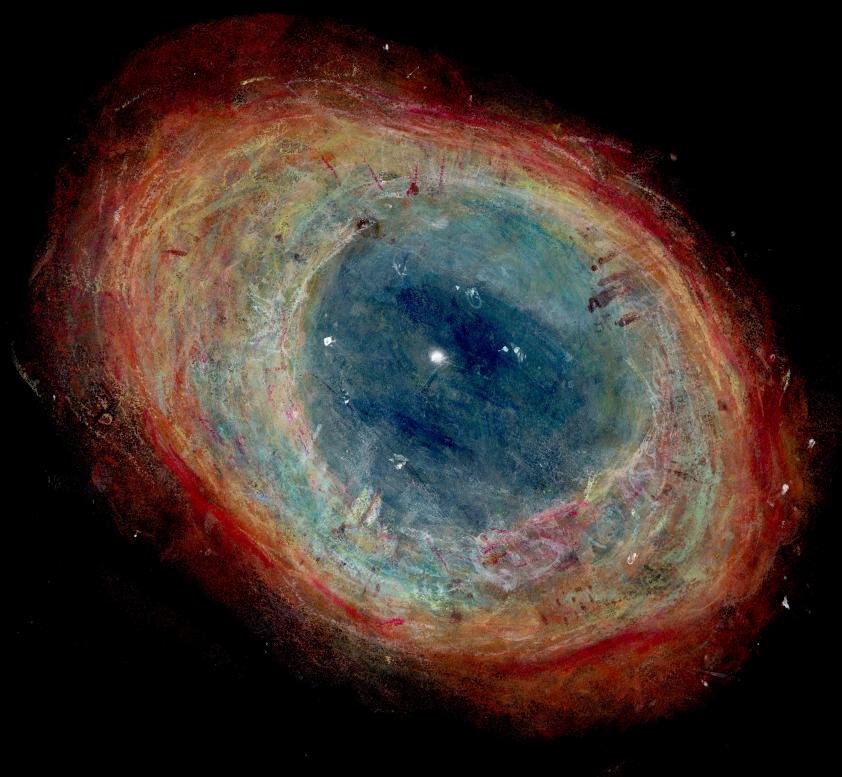
# DESTINO FINAL: GIGANTE ROJA

Otra manera en que muere una estrella es en una gigante roja. Esto sucede generalmente en estrellas tan grandes como el Sol. El principal combustible es un elemento llamado hidrógeno, el cuál es el más liviano y básico. Cuando se acaba este elemento en el núcleo, ya no va a generar suficiente energía, por lo que se contrae y se calienta causando que la capa fuera del núcleo (externa) de la estrella, se expandan más de un millón de kilómetros. Esto hace que adquiera un color rojizo, de ahí su nombre. Puede tomar miles de millones de años para que suceda.



## DESTINO FINAL: ENANA BLANCA

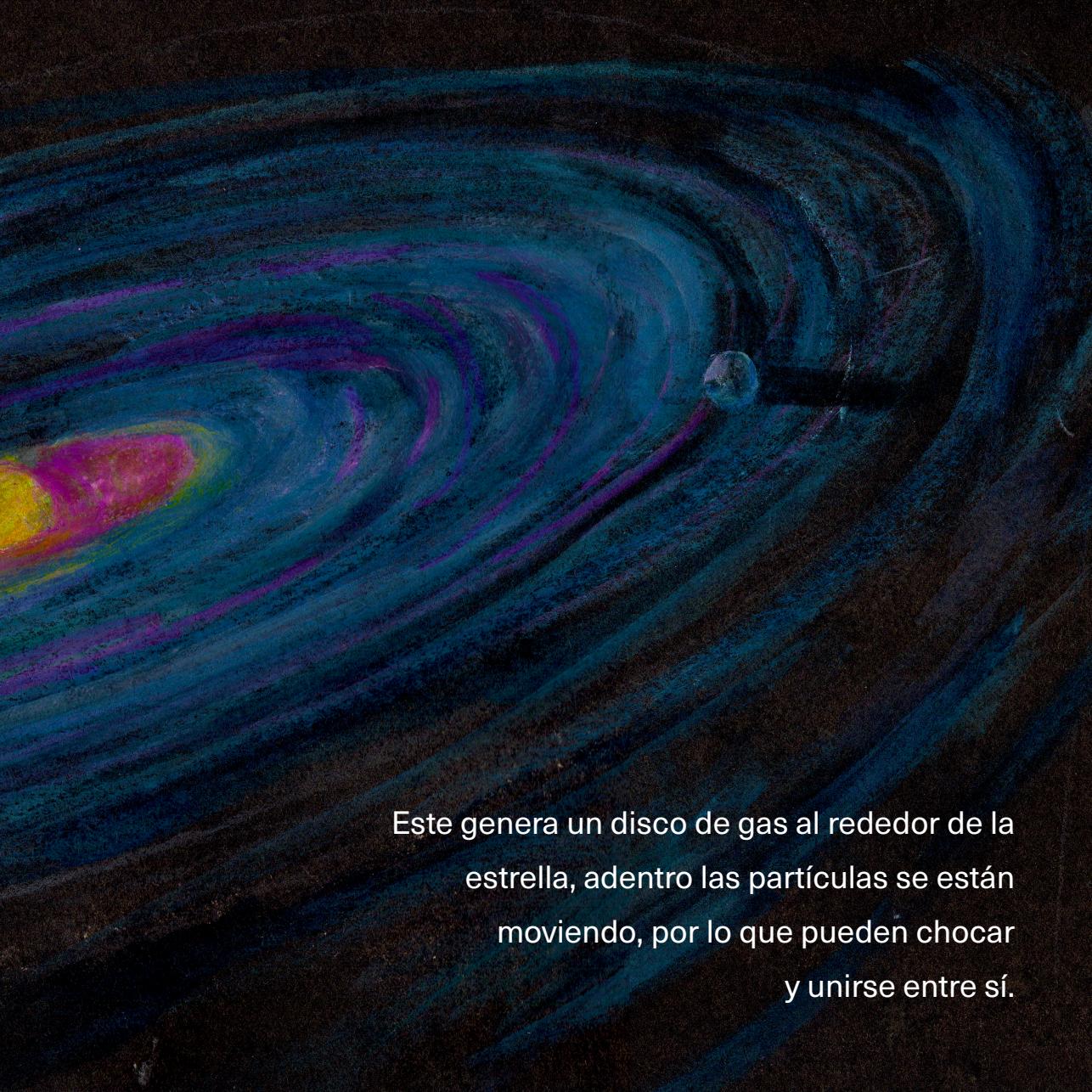
Con el paso del tiempo a la gigante roja se le acaba su segundo combustible (helio) y no va a poder mantener las capas externas, por lo que las expulsa y se forma una nebulosa planetaria. Se le dice planetaria ya que posee una forma parecida al de un planeta y en el pasado los telescopios no eran tan precisos y se confundían con planetas. El núcleo se vuelve visible y pasa a llamarse enana blanca.



# NACIMIENTO DE LOS PLANETAS

Los planetas nacen a partir  
del remanente de la  
formación de una estrella.

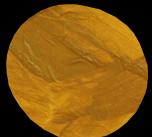


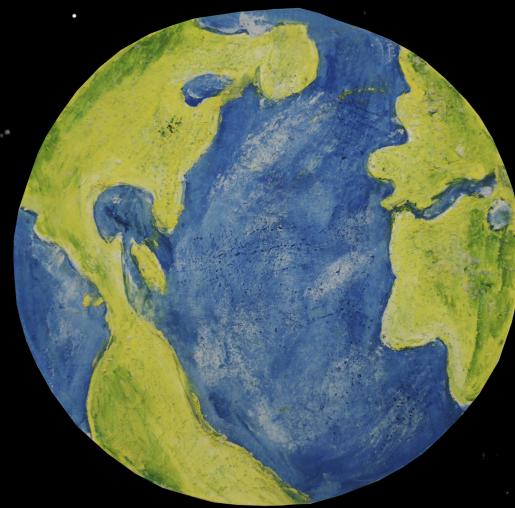
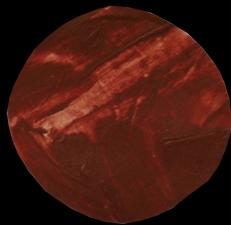
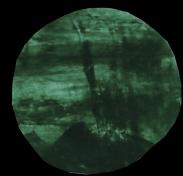
A detailed illustration of a protoplanetary disk. The disk is composed of numerous small, glowing particles of varying colors, primarily shades of blue, purple, and yellow. These particles are arranged in concentric, swirling patterns that radiate outwards from a central, dark, spherical object, likely a young star. The overall texture is grainy and suggests a microscopic or astronomical view.

Este genera un disco de gas al rededor de la estrella, adentro las partículas se están moviendo, por lo que pueden chocar y unirse entre sí.

# NACIMIENTO DE LOS PLANETAS

Con la colisión se van a ir formando objetos pesados que pueden atraer más gas debido a su gravedad. Así van acumulando todo lo que existe a su al rededor, creciendo hasta que se forma el planeta. Este proceso es parecido a la formación de una estrella, donde la diferencia está en el gas, este tiene materiales más pesados que pueden formar metales como hierro y aluminio.





# FORMACIÓN LUNAR

Hay diferentes teorías para la formación de las lunas en los planetas que conocemos.

## TEORÍA 1: CAPTURACIÓN

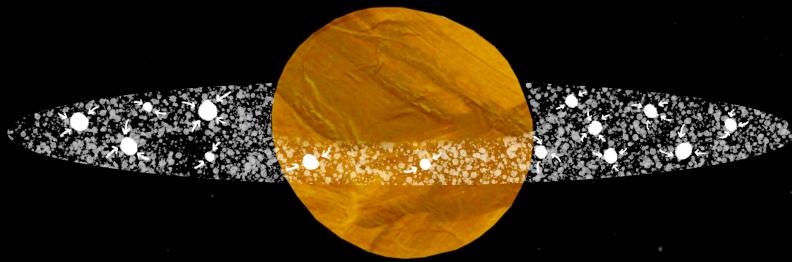
Una de estas es que son objetos capturados, como asteroides o escombros que tenían al rededor.

Por ejemplo, se presume que Saturno y Júpiter deben haber obtenido algunas de sus lunas de esta manera.



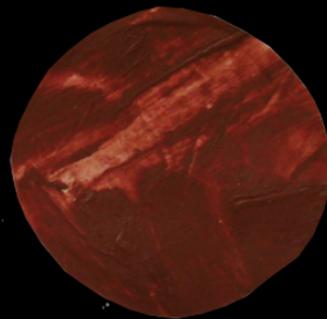
## TEORÍA 2 : MATERIAL ADYACENTE

Para planetas gigantes como Júpiter o Saturno, se piensa que estos mismos generaron discos de gas, como las estrellas, y se crearon las lunas bajo el mismo principio de la formacion de planetas. De esta manera pueden generar muchas lunas, por ejemplo Júpiter posee más de 79 lunas conocidas.

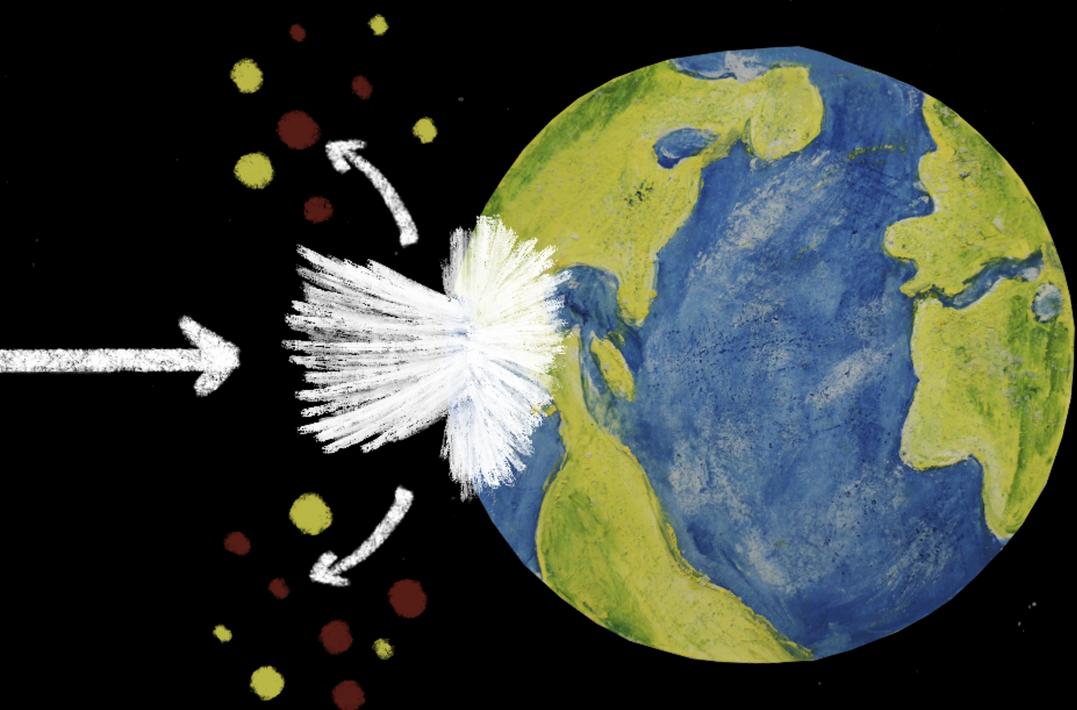


## TEORÍA 3: IMPACTO

La última teoría es que un objeto chocó contra un planeta desprendiendo material, lo cual deja escombros que orbitan un planeta, estos chocan entre sí y se van uniendo, formando una luna.



# ESCOMBROS



# SOBRE NUESTRA LUNA

Existen varias peculiaridades en nuestra Luna. Una de ellas es que nuestras rotaciones están sincronizadas y por esto solo vemos un lado de la Luna. Además es el segundo objeto más brillante que vemos, después del Sol, y solo refleja un 9% de la luz del Sol, pero como está relativamente más cerca que cualquier otro objeto estelar, es la que más brilla.

La masa de la Luna es menor que la de la Tierra, pero igual nos logra afectar. Esta empuja el agua, debido a su gravedad, creando la marea alta. El agua se desplaza , por lo que hay lugares que pierden agua, formando la marea baja. Como la Luna se mueve, el lugar de mareas altas y bajas cambia continuamente.

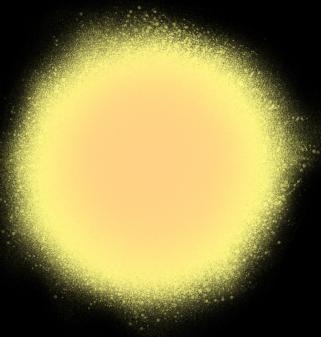


# ECLIPSE SOLAR Y LUNAR

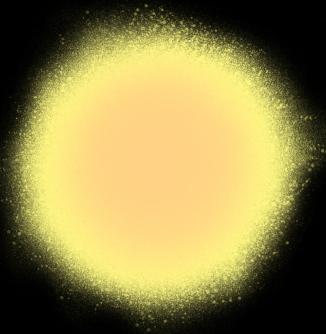
La Luna gira en torno a la Tierra y en, aproximadamente, un mes da una vuelta completa. Hay veces que la Luna se encuentra detrás de la Tierra o entre el Sol y la Tierra, esto es lo que se denomina eclipse y debería pasar dos veces al mes. Uno sería un eclipse solar, cuando la Luna tapa al Sol. Y el otro es el lunar, cuando la Tierra tapa a la Luna.

La Luna y el Sol no están perfectamente alineados, existe una diferencia de cinco grados aproximadamente. Esta pequeña diferencia hace que se origine un eclipse solar y lunar al año.

ECLIPSE LUNAR

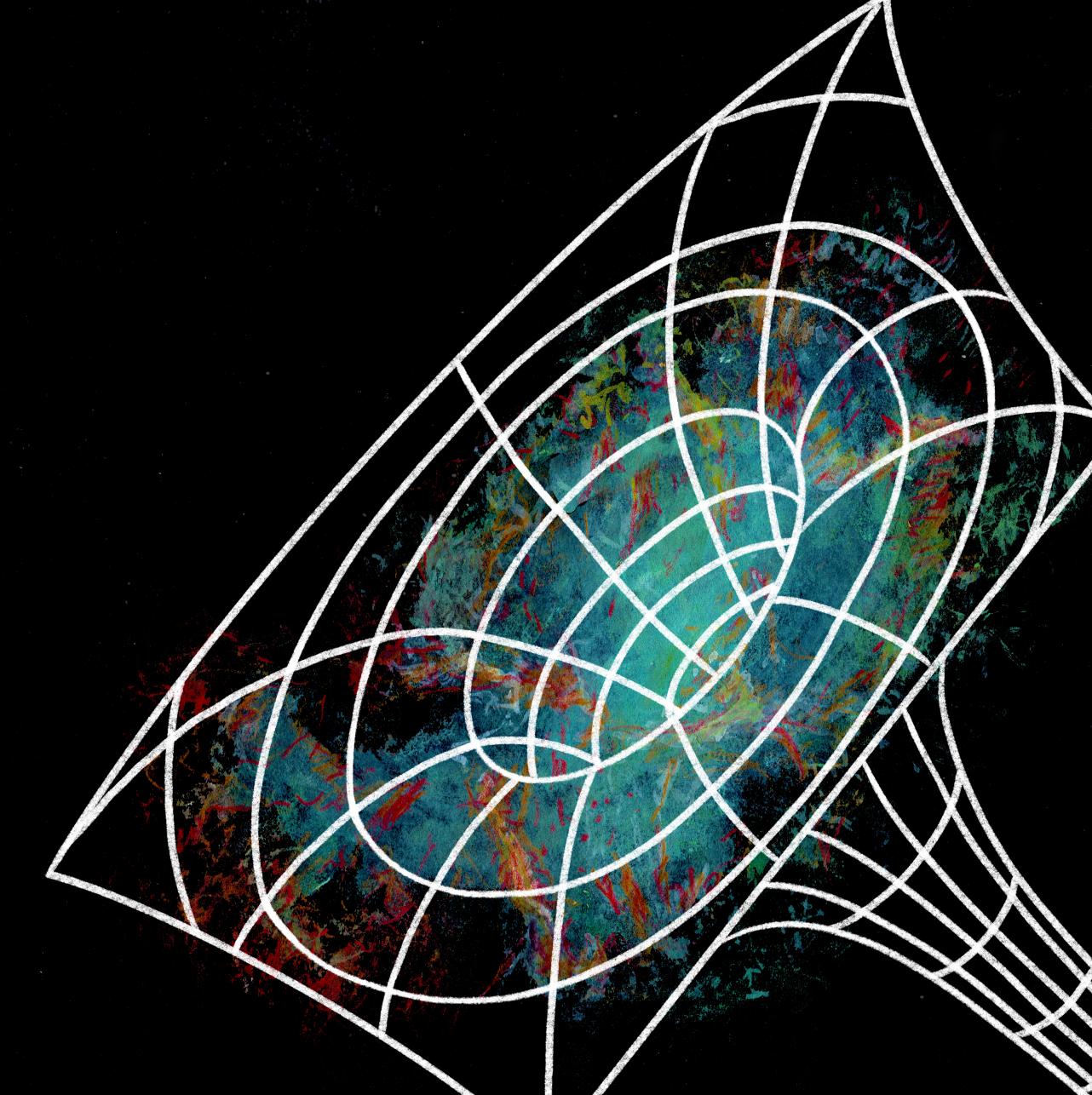


ECLIPSE SOLAR



# AGUJEROS NEGROS

Los agujeros negros provienen de la muerte de una estrella de al menos treinta veces la masa del Sol. Estas estrellas explotan como supernova y dejan su núcleo de gran masa, pero este ya no produce la energía suficiente para mantener el equilibrio, por lo que se comprime y se produce un objeto de gran densidad y gravedad. Es similar al tamaño de una pelota de golf pero con más de tres veces la masa del Sol. Así se producen los llamados agujeros negros estelares. Poseen tanta gravedad que no dejan escapar nada y absorben todo lo que hay a su alrededor. Se puede imaginar como una aspiradora súper potente que podría succionar a la Tierra y al Sol completamente.



# ESTRUCTURA DEL AGUJERO NEGRO

En las imágenes de agujeros negros se puede ver, en general, el disco de acreción y en el centro un espacio en negro que representa al agujero. Entre el disco y el agujero existe un límite que se llama horizonte de eventos, este es el límite entre donde todo cae al agujero y nada puede escapar, y donde la materia gira en el disco y genera luz. Se llama así debido a que cualquier información sobre algún evento no nos va a llegar y todo se va a quedar en el agujero negro.





# AGUJERO NEGRO SUPERMASIVO

Se ha observado que existen los agujeros negros supermasivos. Son supermasivos debido a que tienen millones de millones de veces la masa del Sol.

Estos están, en general, en el centro de las galaxias, por ejemplo, sabemos que en el centro de la vía láctea existe uno.

Todavía no existe una explicación concreta de cómo se formaron estos agujeros supermasivos. Se presume que fue un poco después de la explosión del Big Bang, es decir, debe ser unos de los primeros objetos que se crearon en el universo.

También puede ser que se haya formado un agujero negro estelar y consumió mucho material en un periodo de tiempo muy grande haciendo que aumente su tamaño en millones de millones de veces.

# SOLO EL COMIENZO

Vimos cómo se formaron las estrellas, los planetas y las lunas, agujeros negros, y la teoría del universo . Se puede llegar a pensar que la astronomía ya tiene todo resuelto, pero no es así. Existen más preguntas que respuestas en el mundo de la física y la astronomía. Por ejemplo, la materia oscura es algo desconocido aún. Todavía no se sabe qué es lo que pasa exactamente dentro de un agujero negro. El interior de una estrella sigue siendo un enigma para los astrónomos. Se posee algunas ideas de que puede haber pasado en el principio del Big Bang, pero no hay ninguna prueba o alguna manera directa de saberlo aún.

Todo esto y más, lo podremos llegar a entender y conocer algún día. Siempre y cuando exista gente con el espíritu de cuestionarse y querer entender lo que nos rodea. Eso es todo lo que se necesita para ser científico.

