los finales del universo

Olimpia Casamayor

indice

Capítulo 1: Composición del universo 4
Qué es el universo 5
El origen del universo 6
El origen del universo (continuación) 7
Qué hay en el universo 8
Qué hay en el universo (continuación) 9
El tamaño del universo 10
Fin del universo 11
Capítulo 2: El Big Crunch 12
¿Qué es el Big Crunch? 13
¿Qué es el Big Crunch? (continuación) 14
Proceso del Big Crunch 15

Proceso del Big Crunch (continuación) 16
Universo en contracción 17
Observaciones actuales 18
Observaciones actuales (continuación) 19
Capítulo 3: El Big Freeze 20
Qué es el Big Freeze 21
Dinámica del Big Freeze 22
Dinámica del Big Freeze (continuación) 23
Origen de la teoría 24
Origen de la teoría (continuación) 25
Observaciones actuales 26
Observaciones actuales (continuación) 27

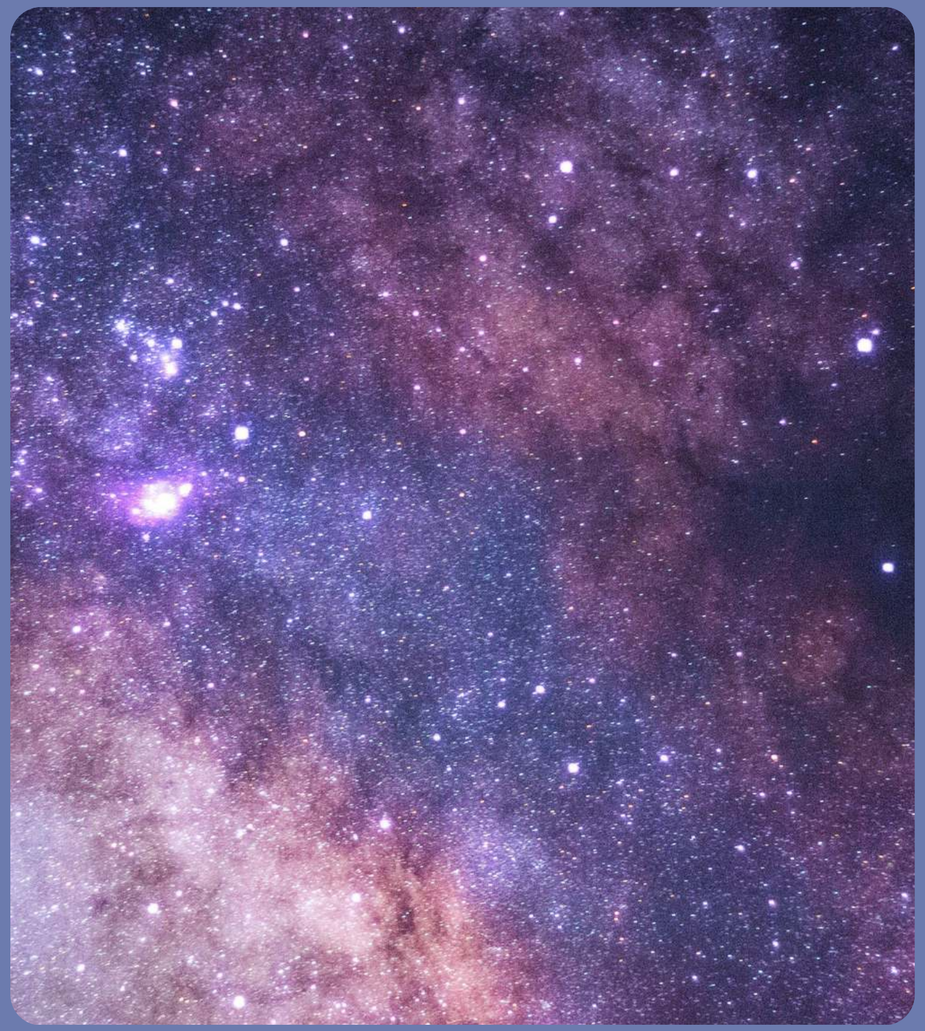
Capítulo 4: El Big Rip 28
Qué es el Big Rip 29
Dinámica del Big Rip 30
Dinámica del Big Rip (continuación) 31
Origen de la teoría 32
Origen de la teoría (continuación) 33
Proceso del Big Rip 34
Proceso del Big Rip (continuación) 35
Universo en desintegración 36
Capítulo 5: Otras teorías 37
Vacío metastable 38
Big Bounce 39
Era oscura final 40

Capítulo 6: Qué sabemos y qué falta por descubrir 41
Teoría más probable 42
Limitaciones para conocer el destino final del universo ... 43
El universo podría comportarse de manera distinta 44
Glosario 45
Glosario (A–C) 46
Glosario (D–H) 47
Glosario (I–R) 48
Glosario (S–V) 49
Glosario (final) 50

capitulo 1
composicion
del universo

que es el universo

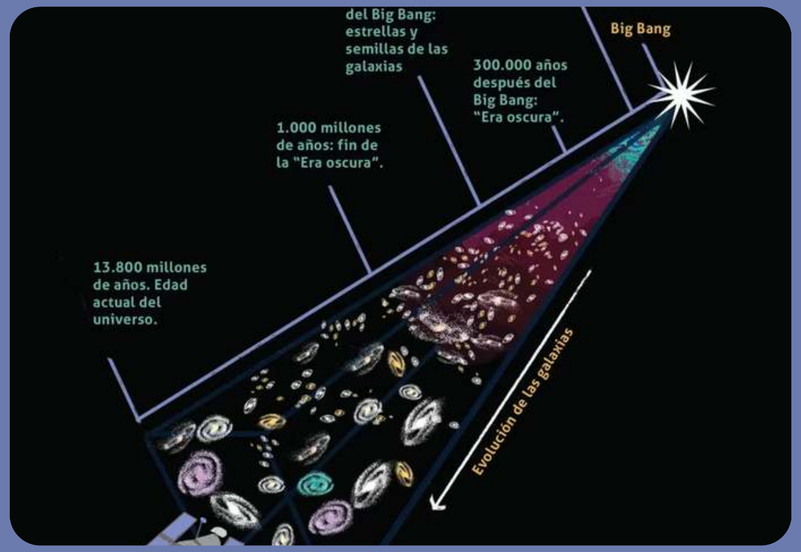
El universo es la totalidad de todo lo que existe, incluyendo el espacio, el tiempo, la materia y la energía. Se formó hace aproximadamente 13.8 mil millones de años a partir del big bang y se encuentra en constante expansión. Está compuesto por galaxias, estrellas, planetas y otras estructuras cósmicas, pero más del 95% de su composición está formada por materia oscura y energía oscura.



el origen del universo

Todavía no hay seguridad de cómo se creó el universo, ni se sabe con exactitud, pero hay teorías. La más famosa es la del gran bigbang (la gran explosión).
Según esta teoría, al principio se encontraba todo superconcentrado en un pequeño punto, el cual este era infinitamente denso y caliente. En este punto no existían ni el tiempo ni el espacio, todo lo que existía era esta masa

el origen del universo



por alguna razón, este punto de masa concentrada, explotó y comenzó a expandirse, lo cual es algo que sigue haciendo desde hace 13,800 millones de años. Desde esta explosión el universo comenzó a perder densidad y temperatura.

El bigbang es una singularidad, una excepción que no es posible explicar con las leyes actuales de la física, y mientras no se consiga descifrar este misterio no se podrá saber con exactitud qué es el universo.

que hay en el universo

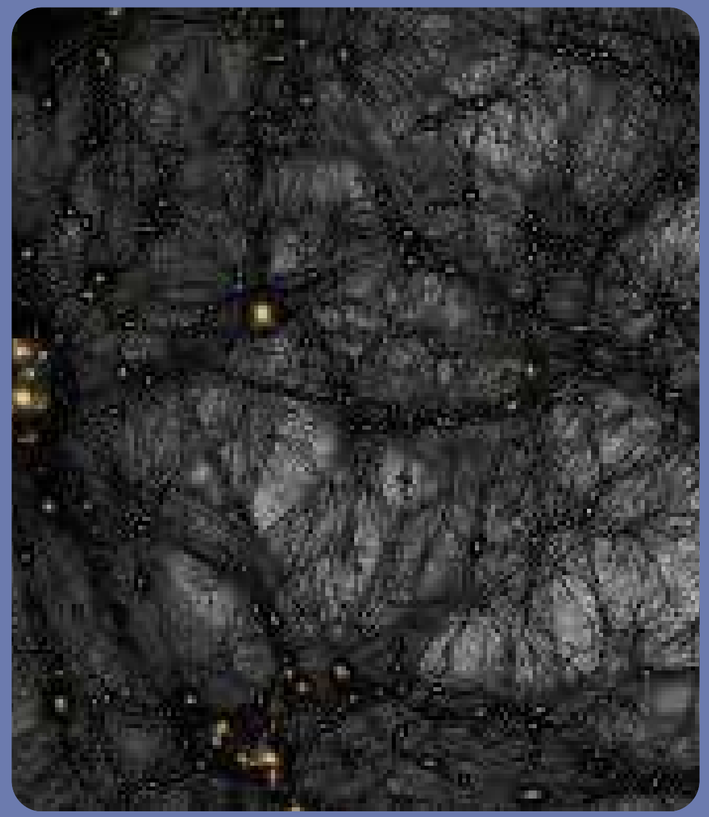
– materia bariónica (materia):
Es la materia observable tal y como la conocemos en nuestro entorno, la cual puede ser sólida, líquida, gaseosa y plasmática.

– radiación (energía):
Un tipo de energía compuesta por partículas de luz (fotones) que son emitidas por distintos fenómenos y reacciones.

materia bariónica (materia)

radiación (energía)

que hay en el universo



materia oscura (materia)

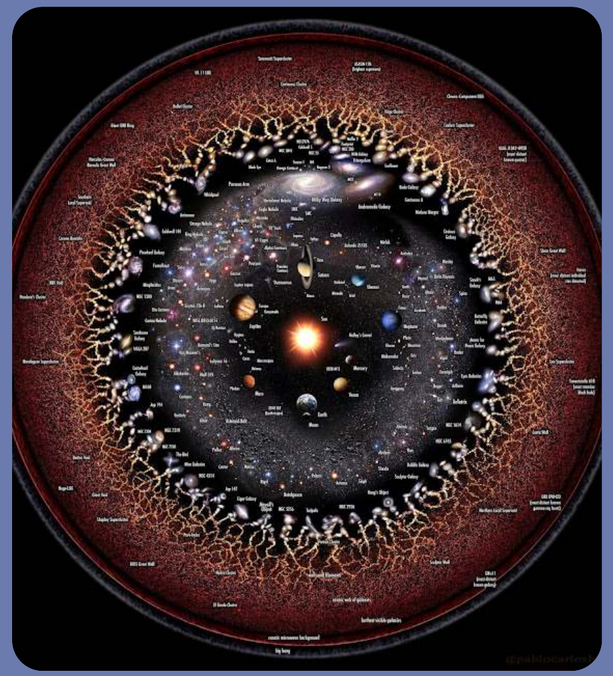
- materia oscura (materia):
Un tipo de materia que no se puede observar ya que no emite radiación pero es detectable solo por su gravedad y esta constituye un 26,8% de la materia del universo.

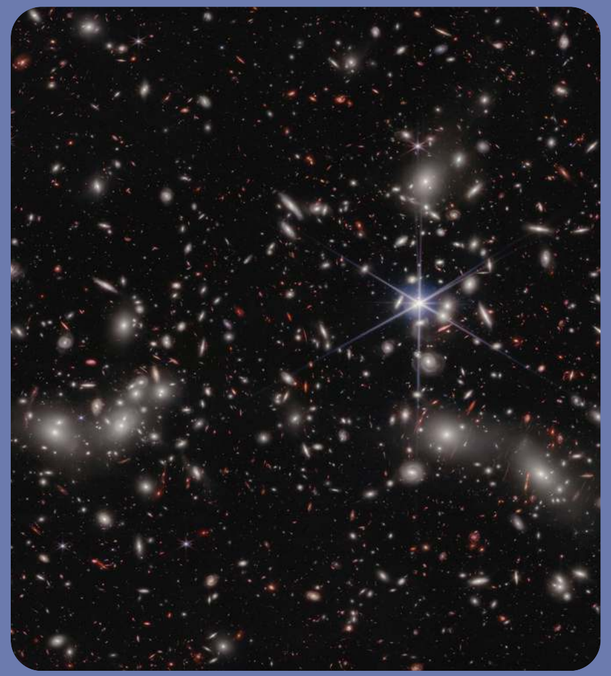
- energía oscura (energía):
Es una forma de energía imprecisa, indetectable y de constante densidad que empuja al universo a su expansión. Aunque no se sabe mucho sobre esta energía, se teoriza que el 70% de la energía sería de este tipo.

energía oscura (energía)

el tamano del universo

El universo es un lugar enorme, tan grande que es difícil concebirlo, ¿el universo por tendrá algún límite?
Algunos científicos creen que el universo es infinito y que las galaxias se encuentran en cambio si se toma en cuenta al universo como un todo y se cree que este es de tamaño finito, el tamaño del universo observable es de más de 46 mil millones de años luz.

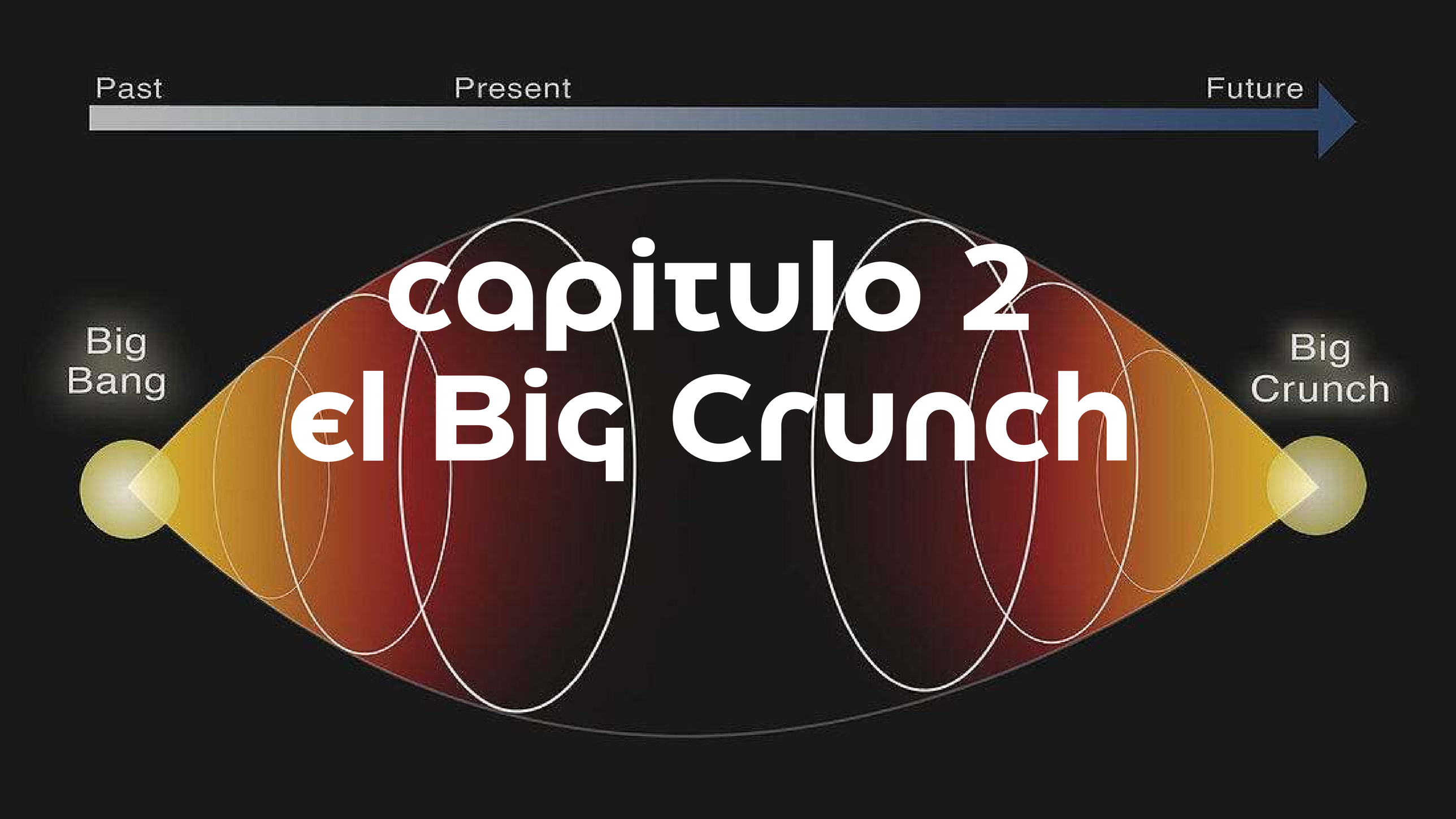




fin del universo

cuando sera el fin del universo? esta es una pregunta que durnate decadas fisicos han intentado responder, las teorias han sio diversas y los detalles varían. un nuevo estudio de astrofísicos ha replanteado esta fecha

el equipo de cientificos liderados por Iteino Falcke, desde la universidad radboud ha elaborado nuevos modelos innovadores para calcular una fecha aproximada. de acuerdo con estos calculos el universo podria en aproximadamente 10^{78} años. esta cifra aunque es muy lejana representa un cambio drástico frente a la estimacion anterior que era de 10^{1100} años



capitulo 2
el Big Crunch

que es el Big Crunch?

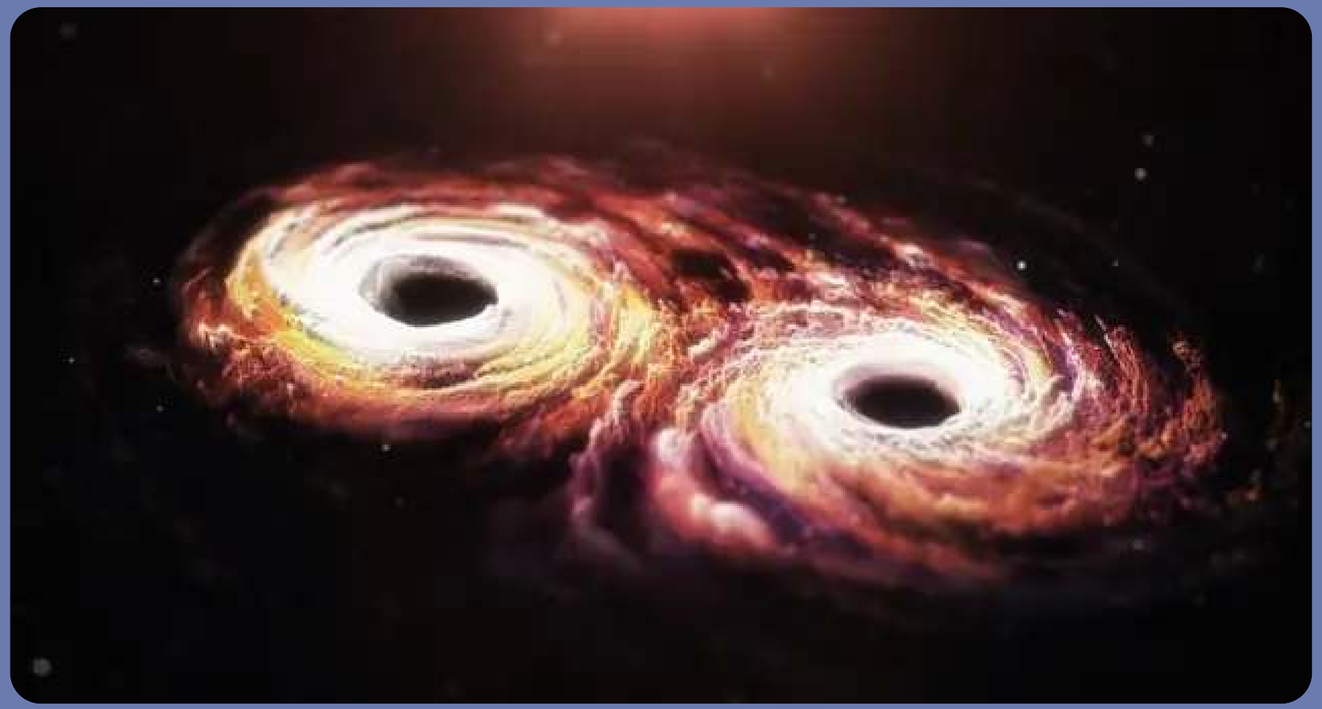
Esta es una teoría la cual indica que el universo es cerrado y que este dejará de expandirse poco a poco hasta que en un momento este comenzará a acercarse, volviendo al punto original de tal manera que destruiría toda la materia y se obtendrá un único punto de energía tal como estaba antes del big bang.

que es el Big Crunch?

Esta teoría indica que el punto inicial donde toda la masa y energía está acumulada estaba formado por los restos del universo anterior. Por lo tanto, en algún momento el movimiento de expansión cesará y se iniciará otro de contracción que hará que los fragmentos se unan y las fuerzas de atracción buscarán la concentración inicial que se tenía en este punto de energía, haciendo que este inestable punto vuelva a estallar y así se vaya repitiendo el ciclo. Según esta teoría, los dos procesos de expansión y contracción se alternarían periódicamente y de forma indefinida.

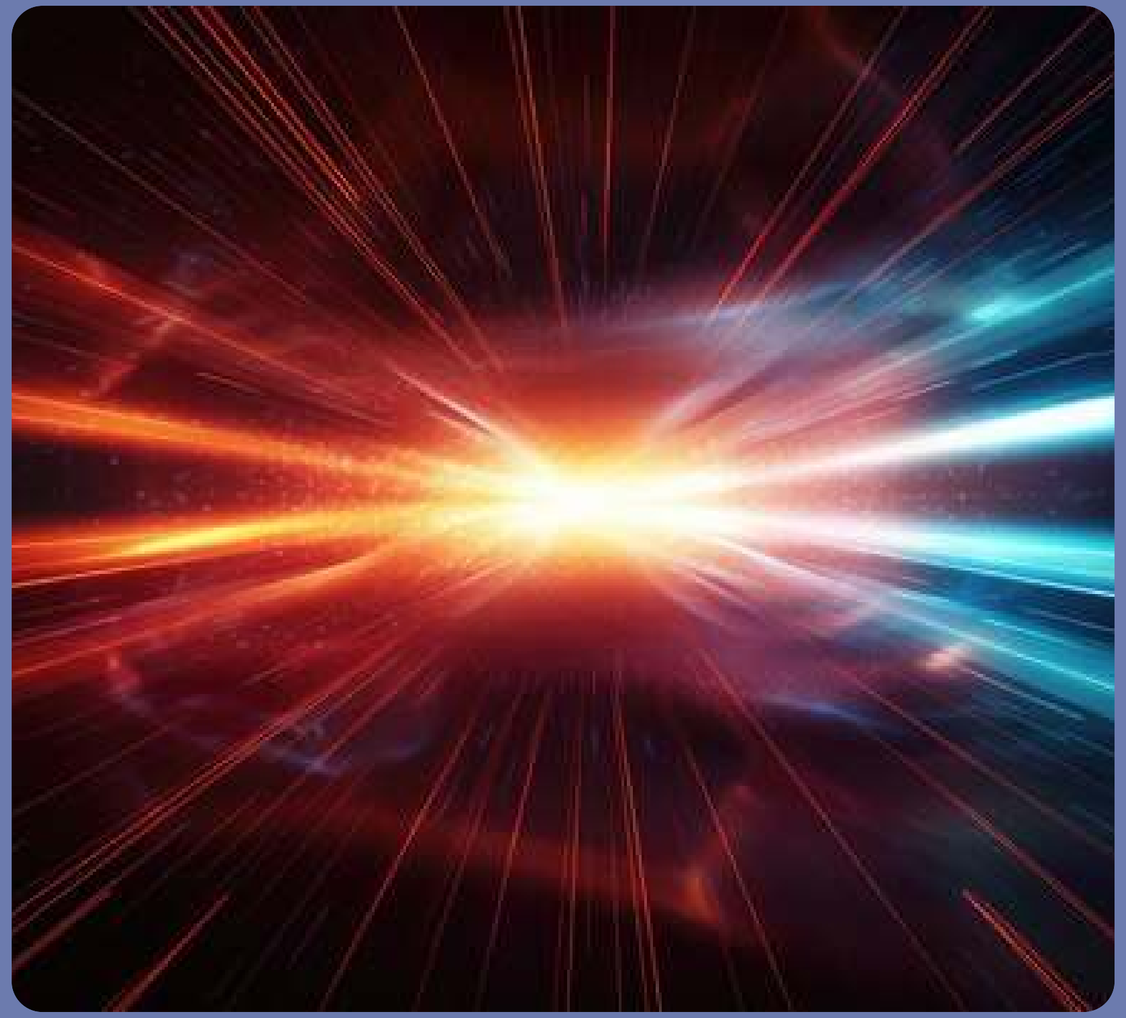
proceso del Big Crunch

La teoría del big crunch se basa en que a unas 20000 millones de años, el universo, forzado por la gran cantidad de masa, comenzará a comprimirse hasta acabar por colapsarse en una singularidad, es decir, que es muy posible que la fuerza gravitatoria de toda la materia que se encuentra en las galaxias podría invertirse.



proceso del Big Crunch

al invertirse expansión de las galaxias empezarán a retroceder, y con el tiempo chocarían unas con las otras, la temperatura se elevaría y el universo se precipitaría hacia un destino en el cual quedaría reducido nuevamente a un punto. Algunos físicos han especulado que después se formaría otro universo, en cuyo caso se repetiría el proceso, lo que significa que habría otro big bang y otro big crunch y así infinitamente.



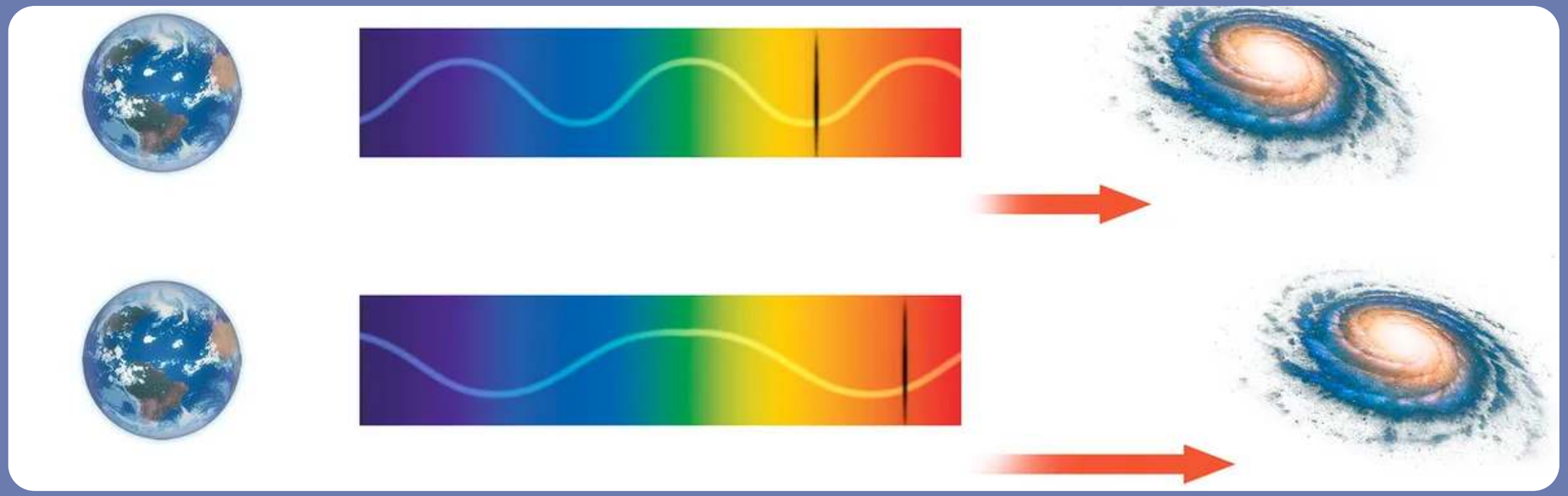
universo en conctraccion

Del mismo modo que se ha especulado las posibles formas de vida en un universo en expansión eterna, también se ha hecho lo mismo con los momentos finales del universo en contracción.
De acuerdo con John David Barrow y Frank Jennings Tipler, que han estudiado lo que ocurriría en las fases finales de un universo en contracción:

“Un hipotético ser que existiera en esas condiciones tan extremas tendría una tasa metabólica muy acelerada y por tanto una tasa de procesado de la información (es decir una velocidad de pensamiento) también muy elevada, que al ir aumentando la temperatura, esta irá aumentando.”

observaciones actuales

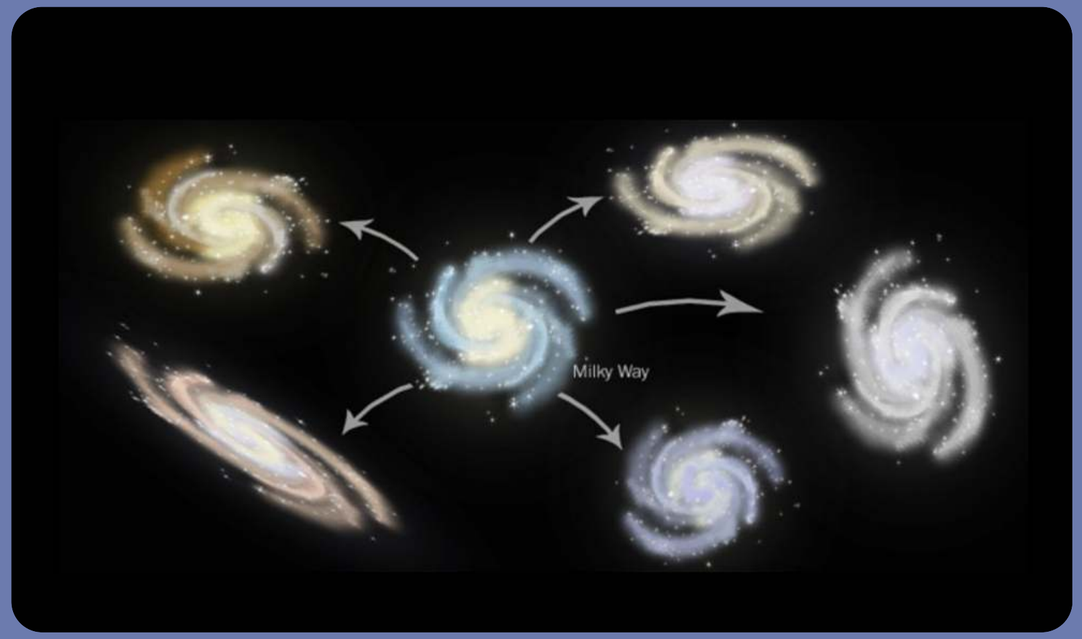
Según la observación de las estrellas, estas presentan el llamado corrimiento al rojo, que demuestra que el universo sufre una expansión rápida. Esto fue descubierto a fines de los años 1990, en donde observaciones de supernovas arrojaron el resultado inesperado de que la expansión no solamente se estaba dando, también se estaba acelerando.



observaciones actuales

Estas observaciones parecen más firmes a la luz de nuevos datos, como que la velocidad a la que una galaxia distante se aparta del planeta Tierra aumenta con el tiempo. Si ocurriera una contracción se observaría un corrimiento azul.

Se ha descubierto una energía que es la causante de la aceleración espacio-tiempo. Dado que no puede ser observada directamente la llamaron energía oscura.



capitulo 3
el big freeze

que es el Big freeze?

También conocido como el frío oscuro o muerte térmica, es una teoría cosmológica que describe un posible futuro del universo. Según esta teoría, el universo continuará expandiéndose indefinidamente, enfriándose en el proceso. Con el tiempo todas las estrellas se extinguirán dejando al universo oscuro, frío y prácticamente desprovisto de energía y por tanto vida.

dinamica del big freeze

Esta teoría está basada en la expansión acelerada del universo. A medida que esto sucede, las galaxias y grupos de galaxias continuarán alejándose unas de otras a velocidades cada vez mayores. En consecuencia, las estrellas, sistemas estelares y planetas se encontrarán cada vez más aislados. Con el tiempo, la energía disponible para el funcionamiento de los procesos físicos disminuirá ya que las estrellas se agotarán y se apagarán, agotando su reserva de combustible nuclear.

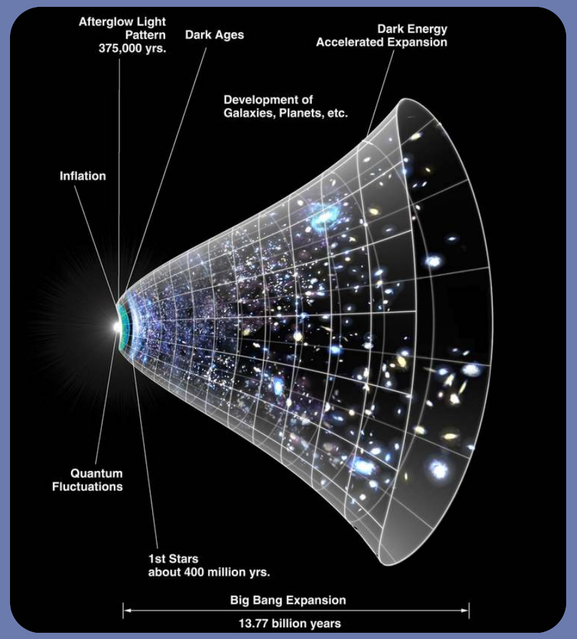
dinamica del big freeze

En un estado más avanzado del big freeze, las estrellas restantes se convertirán en enanas blancas y eventualmente enanas negras. La materia en el universo se dispersará enormemente y la temperatura del universo caerá drásticamente hacia el cero absoluto, dejando al cosmos en un estado de oscuridad y frío extremo, donde la actividad y la vida tal como la conocemos no podría mantenerse.
Este escenario representa una visión sombría y especulativa del final del universo bajo la influencia continua y creciente de la energía oscura, una entidad misteriosa que sigue desafiando la comprensión completa de los físicos y cosmólogos.

origen de la teoria

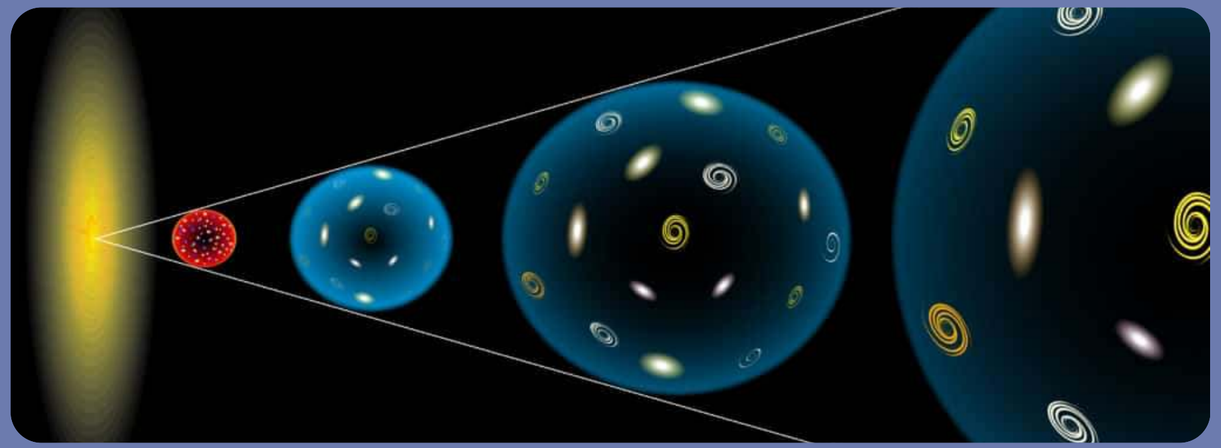
Esta teoría tiene sus raíces en el descubrimiento de la expansión del universo a finales del siglo XX.

Desde una perspectiva teórica, el big freeze se basa en las ecuaciones de la relatividad general de Einstein, que describen cómo la gravedad interactúa con la materia y la energía para determinar la geometría y el destino del universo. Estas ecuaciones permiten modelar cómo la energía oscura con su presión negativa puede acelerar continuamente la expansión del universo incluso contra la atracción gravitatoria de la materia.



origen de la teoria

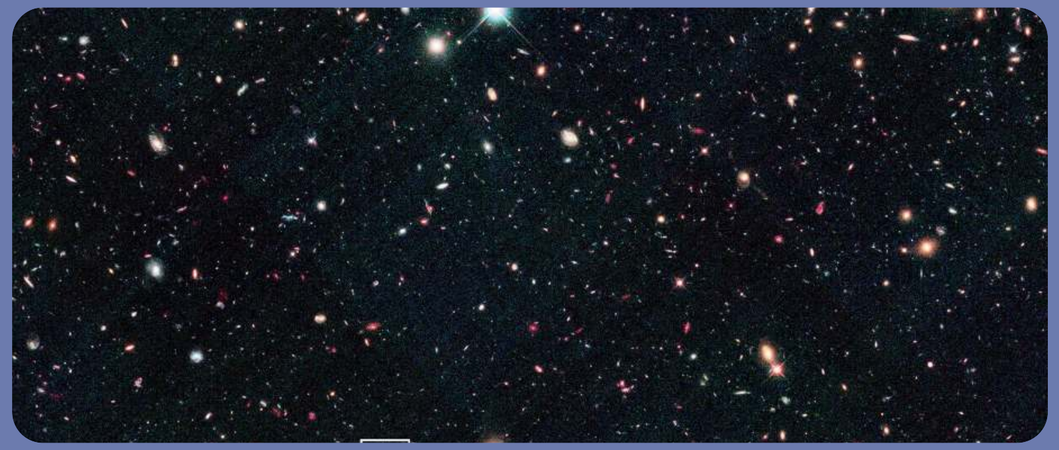
El desarrollo y la aceptación de la teoría del big freeze ha sido impulsada por avances significativos en la comprensión de la física y la cosmología, así como por la capacidad de realizar mediciones más precisas.
Aunque la teoría representa un futuro lejano del universo, su posibilidad se sustenta en una sólida base teórica respaldada por observaciones astronómicas detalladas y modelos cosmológicos avanzados.



observaciones actúeles

Según las observaciones de galaxias lejanas, la expansión del universo continúa aumentando con el tiempo. El corrimiento al rojo registrado en la luz que llega desde estas galaxias demuestra que el espacio se está estirando, y que la separación entre ellas es cada vez mayor. Este comportamiento coincide con la idea de que, en el futuro, la materia estará demasiado dispersa para formar nuevas estrellas.

Estos datos se volvieron más firmes gracias al estudio de supernovas distantes, las cuales permiten medir con precisión la velocidad de la expansión. Los resultados muestran que esta aceleración se mantiene estable, reforzando la posibilidad de que la temperatura general del universo siga disminuyendo con el paso del tiempo.



observaciones actúeles

Se ha identificado también una energía responsable de esta aceleración del espacio-tiempo. Debido a que no puede observarse directamente, se la conoce como energía oscura. Su presencia mayoritaria en el universo apoya el escenario del Big Freeze, ya que su efecto provoca un enfriamiento progresivo y una separación creciente entre galaxias, estrellas y materia.

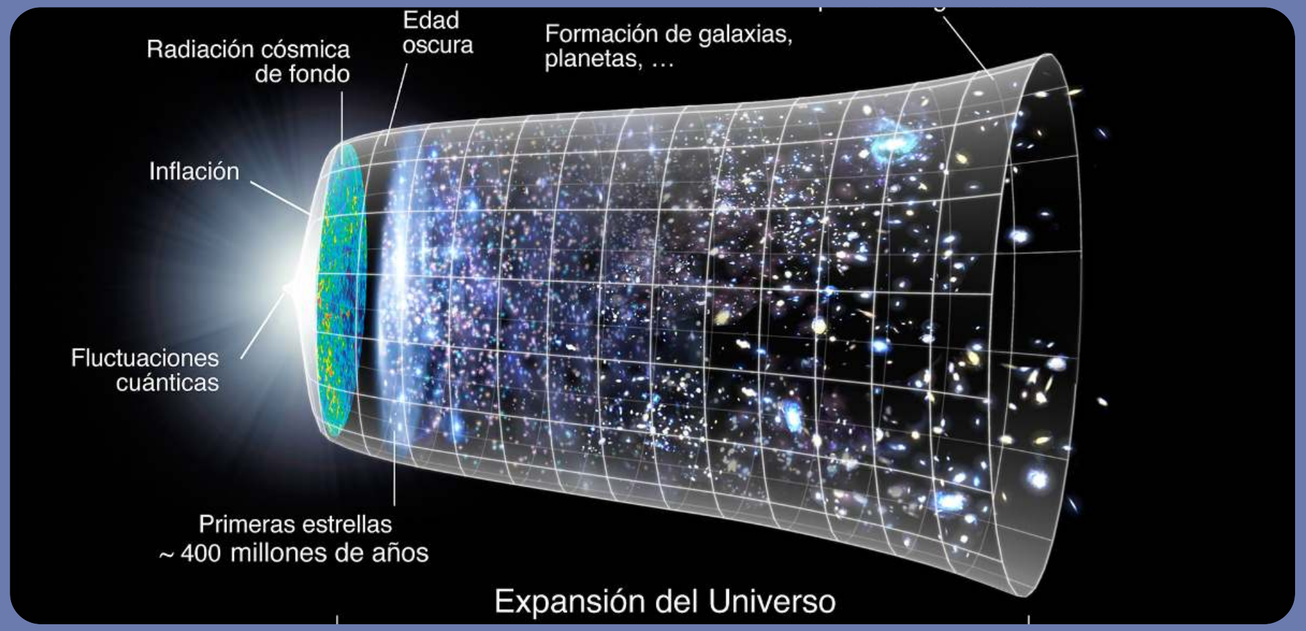
capitulo 4
el big rip

que es el big rip

El Big Rip, también conocido como “Gran Desgarro”, es una teoría cosmológica que describe un posible final del universo ocasionado por una forma extrema de energía oscura. Según esta propuesta, la energía oscura aumentaría con el tiempo en lugar de mantenerse constante. Esto provocaría que la expansión acelerada del universo se volviera cada vez más intensa hasta llegar a un punto en el que ninguna fuerza, ni siquiera la gravedad o las fuerzas atómicas, pudiera mantener unidas a las galaxias, estrellas, planetas o incluso los átomos. El universo terminaría literalmente desgarrándose en un proceso progresivo e inevitable si la energía oscura continúa intensificándose.

dinamica del big rip

Esta teoría se basa en la idea de que la expansión del universo no solo está acelerándose, sino que lo hace de una forma cada vez más rápida debido a una energía oscura con propiedades “fantasma”. A medida que esta expansión aumenta, las galaxias se alejarían entre sí a velocidades enormes. Con el tiempo, esta fuerza expansiva superaría la atracción gravitatoria que mantiene unidos los grupos de galaxias, luego rompería los sistemas estelares y finalmente destruiría los vínculos que mantienen unidos a los planetas alrededor de sus estrellas.



dinamica del big rip

En una fase aún más avanzada, la expansión podría superar incluso las fuerzas que mantienen cohesionada la materia a nivel molecular y atómico. Esto significaría que los átomos mismos se separarían y la materia dejaría de existir tal como la conocemos. El universo quedaría reducido a energía dispersa en una estructura completamente desgarrada y sin forma.

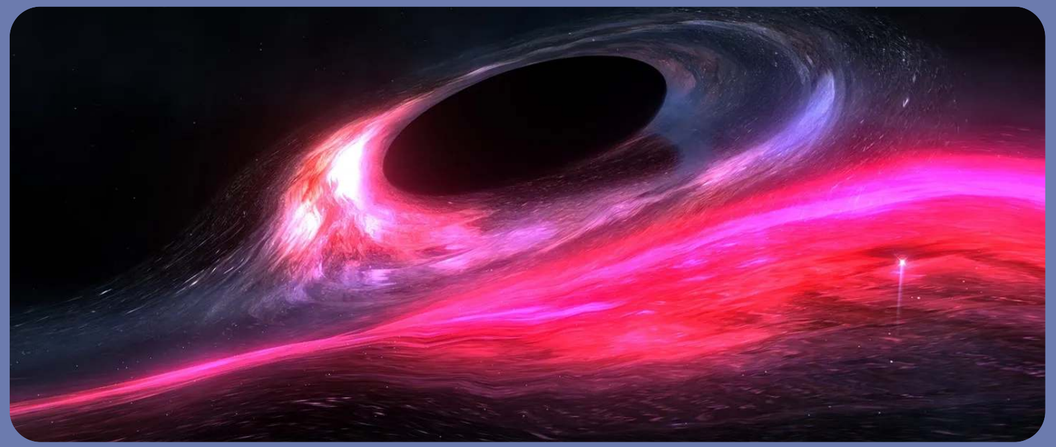
origen de la teoria

La teoría del Big Rip surge como una extensión de los estudios sobre la energía oscura realizados a finales del siglo XX y principios del XXI. Los astrónomos descubrieron que el universo no solo se expande, sino que esta expansión es acelerada. Algunas observaciones sugieren que esta aceleración podría aumentar con el tiempo, lo que llevó a varios físicos a proponer escenarios extremos para el futuro del cosmos.

origen de la teoria

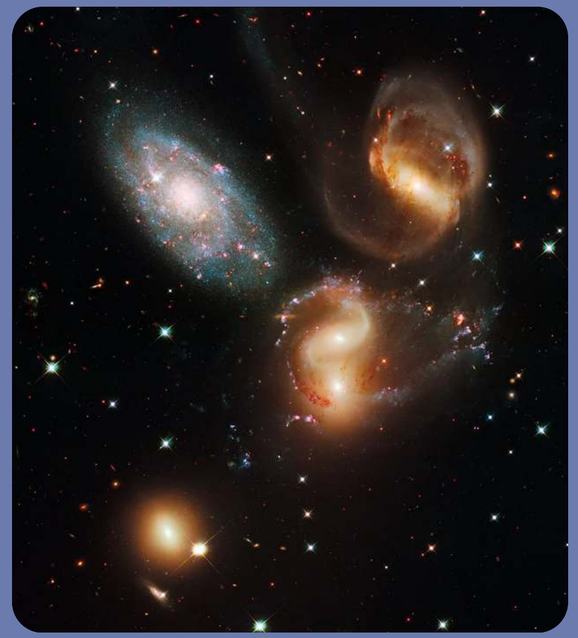
Inspirada en las ecuaciones de la relatividad general de Einstein, esta teoría plantea que si la energía oscura tiene una densidad cada vez mayor, entonces su influencia dominará por completo la evolución del universo, llevando eventualmente al desgarro total del espacio-tiempo.

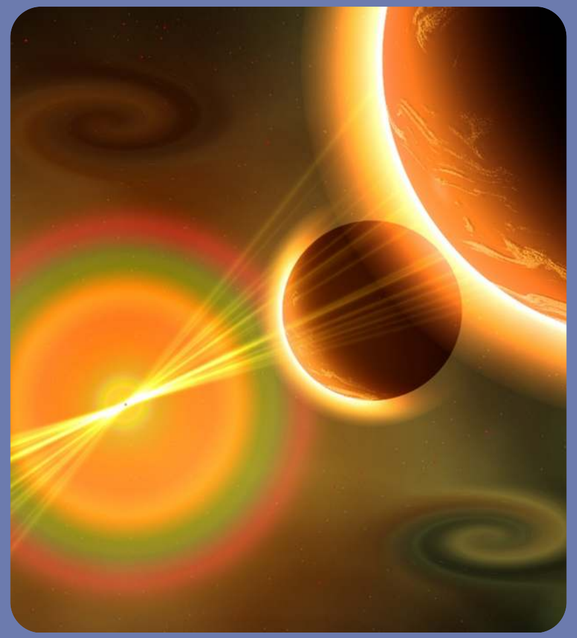
$$G_{\mu\nu}+\Lambda g_{\mu\nu}=\frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

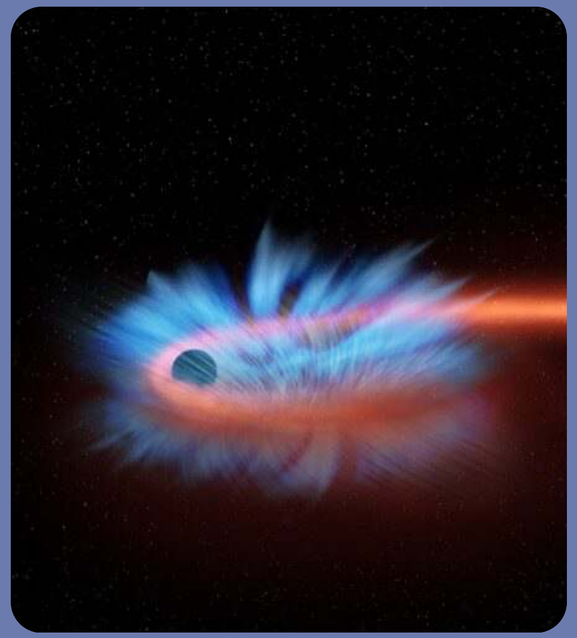


proceso del big rip

Según esta teoría, en un futuro muy lejano la energía oscura comenzaría a aumentar su poder de expansión hasta niveles tan altos que desestabilizaría todo lo que existe. Primero, las galaxias se separarían unas de otras hasta quedar completamente aisladas. Después, los sistemas solares dejarían de estar unidos, ya que la fuerza expansiva sería mayor que la gravedad de las estrellas.







proceso del big rip

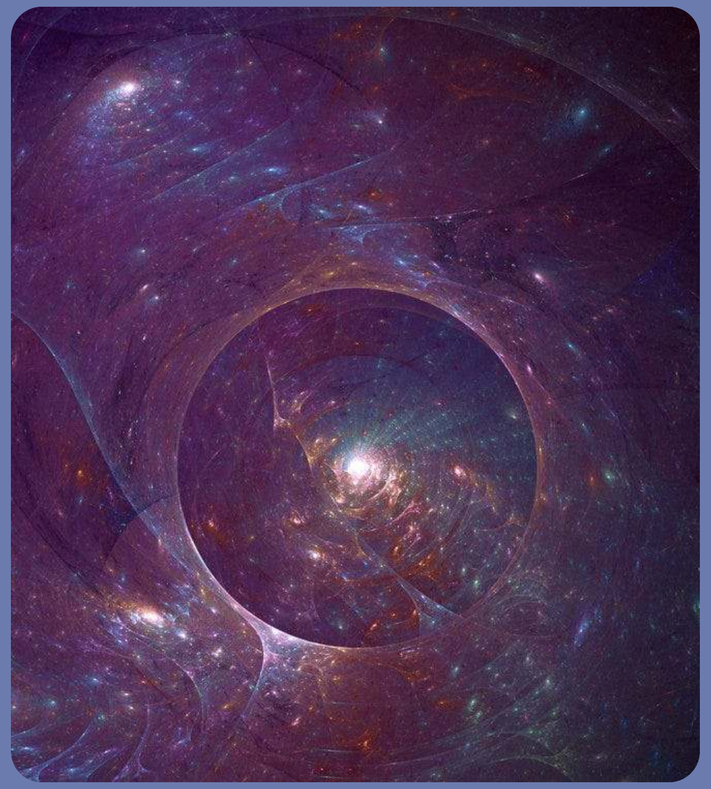
Más adelante, los planetas y lunas se separarían de sus órbitas y quedarían libres en el espacio. En una etapa aún más extrema, las fuerzas moleculares serían incapaces de mantener unida la materia sólida, lo que haría que los objetos, seres vivos y cualquier forma de vida se desintegraran. Finalmente, incluso los átomos serían desgarrados, separando protones, neutrones y electrones en un proceso que acabaría destruyendo toda la estructura del universo.
Este destino representa una visión radical del final cósmico, donde la energía oscura domina de manera absoluta.

universo en desintegración

Al igual que otras teorías del fin del universo, el Big Rip también explora cómo serían los momentos finales del cosmos. Si la energía oscura continúa aumentando, no habría forma de detener esta expansión infinita. Algunos científicos han especulado que los últimos instantes del universo serían extremadamente rápidos y violentos: en cuestión de minutos o incluso segundos finales, las fuerzas expansivas superarían todas las fuerzas físicas conocidas.
A diferencia del Big Freeze, que es un proceso lento, o del Big Crunch, que es un colapso, el Big Rip sería una ruptura acelerada y absoluta en la que no quedaría ninguna forma de materia estable.

capitulo 5
otras teorias

vacio metaestable

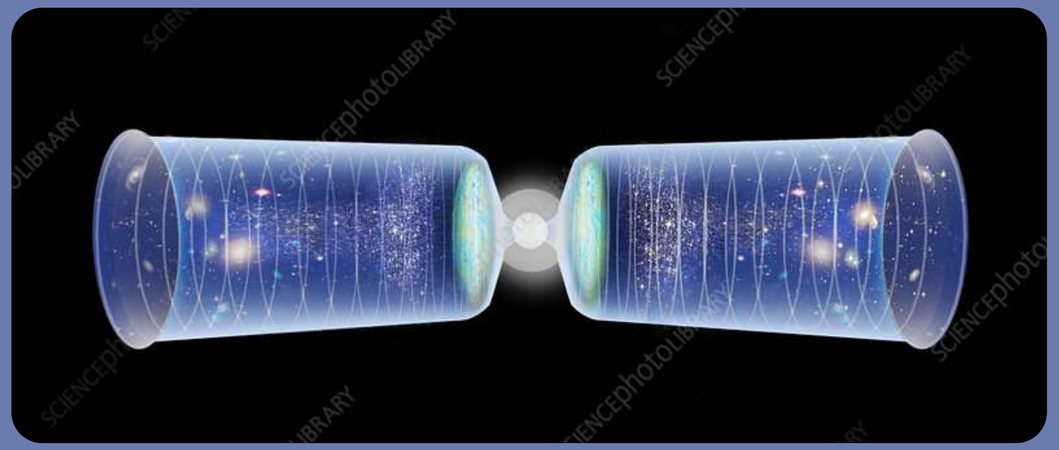


El vacío metastable es la idea de que el universo no está en su estado más estable posible.
En la física cuántica, el “vacío” no es un espacio vacío, sino una especie de nivel de energía.
Según algunos modelos, el nivel en el que estamos ahora podría ser solo un estado temporal, no el más bajo ni el más seguro.

Si existiera un estado más estable, el universo podría cambiar hacia él. Ese cambio sería muy brusco, porque modificaría las leyes de la física y la forma en que funciona todo.
Sin embargo, si este proceso fuera posible, ocurriría en tiempos increíblemente largos, mucho más allá de lo que podemos imaginar. Por eso no se considera una amenaza real, sino una posibilidad teórica.

big bounce

El Big Bounce es una propuesta que sugiere que el universo no comenzó únicamente con el Big Bang, sino que sería parte de un ciclo eterno de expansión y contracción. Según esta idea, antes del Big Bang hubo una etapa en la que el universo se encogió hasta alcanzar una densidad extrema. En lugar de colapsar en una singularidad, habría “rebotado”, iniciando una nueva fase de expansión. Este modelo intenta evitar algunos problemas de las teorías tradicionales sobre el origen del cosmos, pero sigue siendo altamente especulativo y depende de avances pendientes en gravedad cuántica.



era oscura final

La era oscura final es la etapa hipotética que ocurriría si el universo continúa expandiéndose para siempre. Con el paso del tiempo, las estrellas agotarían su combustible y dejarían de formarse nuevas. Las galaxias quedarían aisladas y la luz se volvería cada vez más escasa. En esta fase, solo quedarían restos fríos como enanas negras, agujeros negros y partículas dispersas. A escalas de tiempo inconcebibles, incluso los agujeros negros se evaporarían. El universo se volvería un lugar oscuro y extremadamente frío, donde prácticamente no sucedería ninguna interacción física.

capitulo 6
Que sabemos y que falta por descubir

teoria mas probale

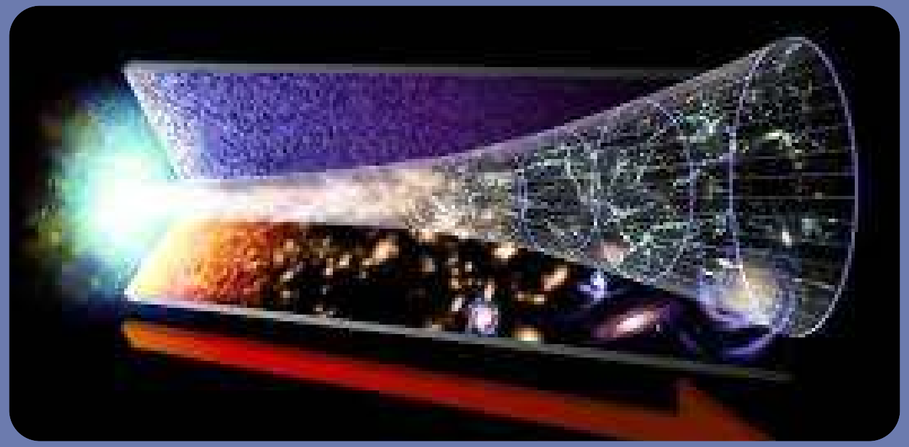
Entre todas las teorías que intentan explicar cómo podría terminar el universo, la que cuenta con mayor respaldo científico hoy es el Big Freeze, también llamado “muerte térmica”. Las observaciones muestran que el universo no solo se expande, sino que lo hace cada vez más rápido, impulsado por la energía oscura. Esta aceleración hace que las galaxias se alejen unas de otras y que, con el tiempo, las estrellas se apaguen y dejen de formarse nuevas. Si esta tendencia continúa, el universo se volverá un lugar frío, oscuro y prácticamente vacío en un futuro extremadamente lejano. Aunque existen otras teorías interesantes, como el Big Crunch o el Big Rip, ninguna encaja tan bien con las mediciones actuales del corrimiento al rojo, la distribución de la materia y el modelo cosmológico estándar.

Limitaciones para conocer el destino final del universo

Aunque existen varias teorías sobre cómo podría terminar el universo, determinar cuál es la correcta sigue siendo difícil debido a las limitaciones del conocimiento actual. La naturaleza exacta de la energía oscura, responsable de la aceleración de la expansión, es todavía desconocida, lo que impide predecir con certeza su comportamiento futuro. Tampoco se sabe si las constantes físicas que regulan el cosmos permanecerán iguales a lo largo del tiempo o podrían variar en escalas extremadamente largas. Además, las observaciones están restringidas al universo observable, lo que significa que no podemos estudiar directamente regiones más allá del horizonte cosmológico. Estas incertidumbres hacen que todas las teorías sigan siendo hipótesis abiertas, sujetas a cambios conforme avance la tecnología y mejoren las mediciones cosmológicas.

El universo podría comportarse de manera distinta en el futuro

Otra limitación importante es que no se puede asegurar que el universo mantenga el mismo comportamiento a lo largo de toda su evolución. Aunque actualmente la expansión se acelera, no se sabe si esta aceleración permanecerá constante, disminuirá o aumentará con el tiempo. La energía oscura, que impulsa esta expansión, podría variar en intensidad o incluso cambiar de naturaleza, lo que alteraría por completo las predicciones actuales. También es posible que surjan fenómenos físicos que aún no conocemos o que las constantes fundamentales modifiquen su valor con el paso de escalas de tiempo extremadamente largas. Estas posibilidades hacen que el destino del universo dependa de procesos que aún no comprendemos por completo.



glosario

Aceleración cósmica
Aumento de la velocidad con la que se expande el universo con el paso del tiempo. Está relacionada con la energía oscura.

Agujero negro
Región del espacio con gravedad tan intensa que nada puede escapar, ni siquiera la luz.

Agujero negro supermasivo
Tipo gigante de agujero negro ubicado en el centro de la mayoría de galaxias.

Años luz
Unidad de distancia: lo que la luz viaja en un año. Se usa para medir distancias enormes.

Big Bang
Explosión inicial que dio origen al universo hace 13.8 mil millones de años.

Big Bounce
Teoría que propone que el universo pasa por ciclos de expansión y contracción en lugar de comenzar en un solo evento.

Big Crunch
Hipótesis en la que la expansión se detiene y el universo colapsa hacia un punto extremadamente denso.

Big Freeze
Escenario más aceptado actualmente: el universo sigue expandiéndose y se enfría hasta quedar oscuro y sin actividad.

Big Rip
Teoría donde la energía oscura aumenta tanto que desgarra galaxias, estrellas, planetas y átomos.
Colapso gravitacional
Proceso en el cual la gravedad domina y hace que la materia se contraiga hacia el centro.
Constantes físicas
Valores fundamentales del universo (como la velocidad de la luz o la gravedad) que determinan cómo funciona la naturaleza.
Corrimiento al azul
Cuando la luz de un objeto se desplaza hacia el azul porque se acerca al observador.
Corrimiento al rojo
Cuando la luz se estira hacia el rojo porque la galaxia se aleja. Es una prueba de la expansión del universo.
Cosmología
Rama de la ciencia que estudia el origen, evolución y destino del universo.
Densidad del universo
Cantidad de materia y energía por volumen. Influye en el futuro del universo.
Energía oscura
Forma de energía desconocida que causa la expansión acelerada del universo.

Energía del vacío
Energía presente incluso en el espacio vacío; podría influir en el destino del universo.
Enana blanca
Restos de una estrella que agotó su combustible y quedó pequeña y caliente.
Enana negra
Enana blanca extremadamente antigua que se enfrió por completo (aún teórica porque no ha pasado suficiente tiempo para que existan).
Era oscura final
Etapa lejana en la que el universo queda sin luz, sin estrellas y con temperaturas casi nulas.
Entropía
Medida del desorden; en cosmología, tiende a aumentar con el tiempo.
Expansión del universo
Proceso por el cual las galaxias se alejan entre sí debido al estiramiento del espacio.
Fondo cósmico de microondas
Radiación que quedó del Big Bang; permite estudiar las primeras etapas del universo.
Galaxia
Conjunto masivo de estrellas, planetas, polvo, gas y materia oscura unidas por gravedad.
Galaxia espiral
Tipo de galaxia con brazos en forma de espiral, como la Vía Láctea.

Gravedad cuántica
Teoría aún no desarrollada completamente que busca unir la mecánica cuántica y la relatividad general.
Horizonte cosmológico
Límite de lo que podemos observar del universo debido a la velocidad de la luz y la edad del cosmos.
Materia bariónica
Materia “normal” formada por protones, neutrones y electrones. Es la que podemos ver directamente.
Materia oscura
Materia invisible que no emite luz, pero ejerce gravedad y afecta el movimiento de galaxias.
Modelo cosmológico estándar (ΛCDM)
Modelo más aceptado para describir el universo: incluye materia oscura fría y energía oscura.
Muerte térmica
Escenario donde el universo alcanza una temperatura muy baja y deja de haber procesos energéticos.
Multiverso
Conjunto hipotético de muchos universos, donde el nuestro sería solo uno.

Radiación
Energía emitida en forma de ondas o partículas, como la luz o los rayos gamma.
Recesión galáctica
Movimiento por el cual las galaxias se alejan unas de otras debido a la expansión del espacio.
Singularidad
Región donde la densidad es infinita y las leyes físicas dejan de aplicarse. Aparece en modelos como el Big Bang o el Big Crunch.
Túnel cuántico
Fenómeno cuántico donde una partícula atraviesa una barrera que no debería poder cruzar. Podría causar un cambio en el vacío del universo.
Universo observable
Parte del universo que podemos ver porque su luz ha llegado hasta nosotros.
Vacío metastable (falso vacío)
Estado del vacío que no es totalmente estable. Podría “saltar” a un estado más estable mediante túnel cuántico, alterando las leyes físicas.
Velocidad de expansión
Ritmo al que aumenta la separación entre galaxias.
Velocidad de rotación galáctica
Velocidad a la que giran las estrellas alrededor del centro de una galaxia.
Vía Láctea
Nuestra galaxia, donde está el Sistema Solar.

El destino final del universo sigue siendo uno de los mayores misterios de la ciencia. Este libro reúne las principales teorías que intentan explicarlo: el Big Freeze, el Big Crunch, el Big Rip, el vacío metaestable, el Big Bounce y otros escenarios posibles. A través de explicaciones claras y apoyadas en la cosmología moderna, se examina qué sabemos hoy, qué falta por descubrir y cuáles son los límites actuales para predecir el futuro del cosmos.