

1. La supergalaxia U2885

[Editar](#)



Figura 1. Galaxia de Rubin. Crédito de la imagen: NASA, ESA, B. Holwerda (Universidad de Louisville).

Explicación: en esta imagen del telescopio espacial Hubble, las estrellas brillantes y puntiagudas se encuentran en primer plano hacia la heroica constelación del norte de Perseo y muy dentro de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea. En un enfoque nítido más allá está UGC 2885, una galaxia espiral gigante a unos 232 millones de años luz de distancia. Con unos 800000 años luz de diámetro en comparación con el diámetro de la Vía Láctea de aproximadamente 100000 años luz, tiene alrededor de 1 billón (10^{12}) de estrellas. Eso es aproximadamente 10 veces más estrellas que la Vía Láctea. Parte de una investigación para comprender cómo las galaxias pueden crecer hasta tamaños tan enormes, UGC 2885 también fue parte de *An Interesting Voyage* y el estudio pionero de la astrónoma Vera Rubin sobre la rotación de las

galaxias espirales. Su trabajo fue el primero en demostrar de manera convincente la presencia dominante de materia oscura en nuestro universo.

Referencias

[1] APOD, Astronomy Picture Of the Day. URL: <https://apod.nasa.gov/apod/ap230405.html>

[2] *Rotational properties of 21 SC galaxies with a large range of luminosities and radii, from NGC 4605 ($R=4kpc$) to UGC 2885 ($R=122kpc$).* Rubin, V. C. ;Ford, W. K., Jr. ; Thonnard, N. NASA ADS service URL: <https://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1980ApJ...238..471R>

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

2.Nuevo isótopo del uranio

[Editar](#)

5 de abril de 2023

Isótopo previamente desconocido de uranio descubierto

por Bob Yirka, Phys.org

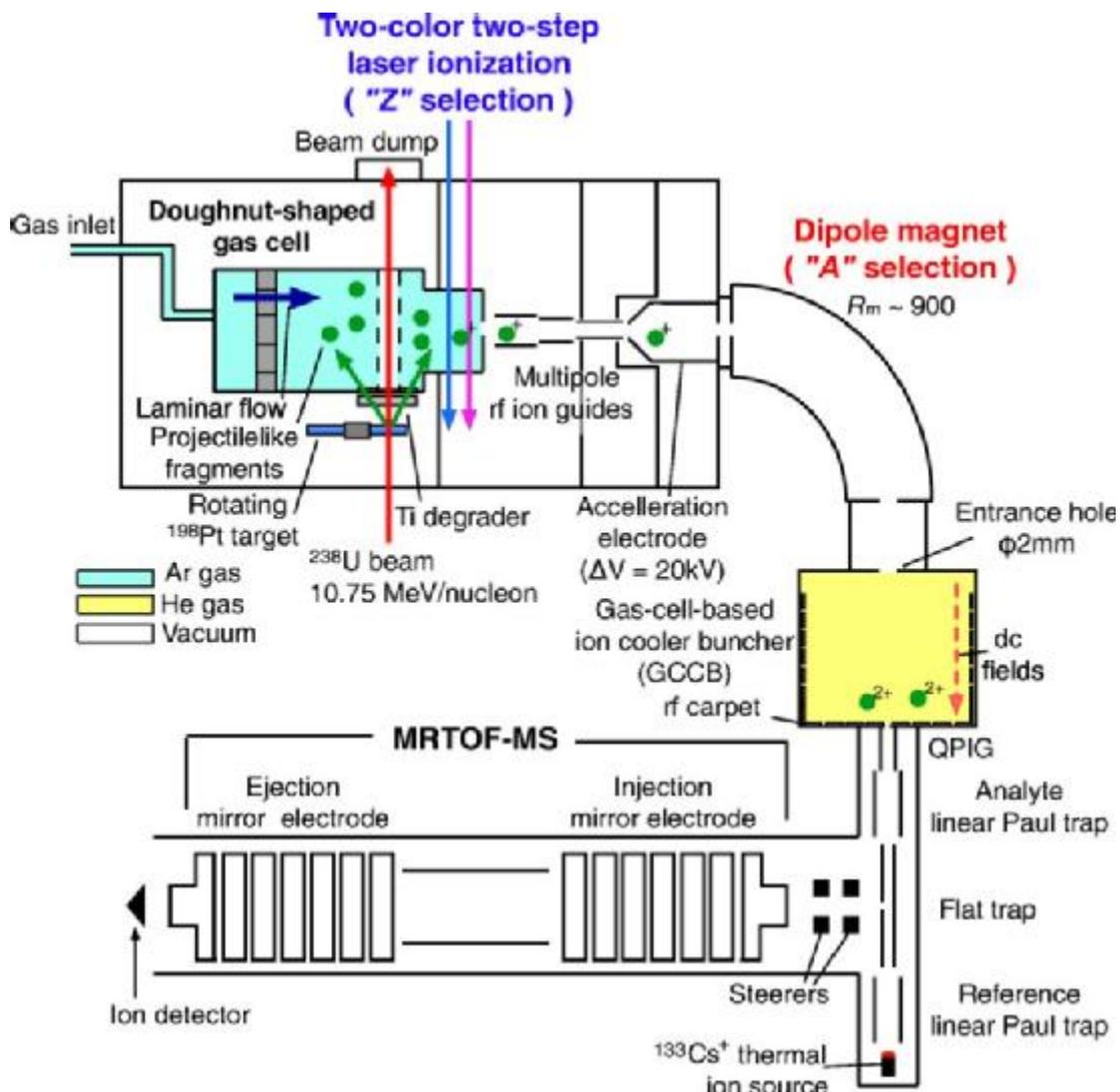


Figura 1. Bosquejo de la configuración experimental de KISS. Las áreas de color azul y amarillo están llenas de gases Ar y He, respectivamente. Los sistemas de bombeo diferencial están ubicados después de la celda de gas en forma de rosquilla, así como antes y después del GCCB. Crédito: Physics Review Letters (2023). DOI: 10.1103/PhysRevLett.130.132502

Un equipo de físicos nucleares afiliados a múltiples instituciones en Japón, trabajando con un colega de Corea, descubrió un isótopo de uranio previamente desconocido con número atómico 92 y masa 241. En su estudio, publicado en la revista Physical Review Letters, el grupo obligó a la isótopo para revelarse y probaron los resultados de sus esfuerzos para demostrar que lo que habían encontrado era de hecho uranio-241.

En las últimas décadas, los físicos han descubierto que determinar las propiedades de los isótopos ricos en neutrones es difícil debido a los problemas que surgen al crearlos. Por esa razón, la investigación en curso ha estado buscando nuevas formas de sintetizarlos en condiciones de laboratorio. En este nuevo esfuerzo, el equipo de investigación probó un nuevo enfoque: dispararon una muestra de núcleos de

uranio-238 a una muestra de núcleos de plutonio-198 utilizando un sistema de separación de isótopos. Se sabe que tales interacciones dan como resultado la transferencia de múltiples nucleones, en la que los isótopos intercambian neutrones y protones. La colisión resultó en la creación de una gran cantidad de fragmentos, que los investigadores estudiaron para determinar su composición.

Encontraron evidencia de 19 isótopos pesados que contenían de 143 a 150 neutrones. Cada uno se midió mediante espectrometría de masas de tiempo de vuelo, una técnica que consiste en determinar la masa de un ion viajero mediante el seguimiento del tiempo que tarda en recorrer una distancia dada cuando se conoce su aceleración inicial. El equipo de investigación notó que la mayoría de los isótopos que midieron nunca se habían medido antes. También señalaron que uno de ellos, el uranio-241, nunca se había observado antes y que marca la primera vez desde 1979 que se descubre un isótopo de uranio rico en neutrones. Los investigadores también calcularon que el uranio-241 probablemente tiene una vida media de solo 40 minutos.

La técnica utilizada por el equipo representa un camino para comprender mejor las formas de los grandes núcleos asociados con los elementos pesados, lo que podría generar cambios en los modelos utilizados para construir armas y plantas de energía nuclear y en las teorías que describen el comportamiento de las estrellas en explosión. El equipo de investigación señala que su método de descubrimiento podría usarse para aprender más sobre otros isótopos pesados y también, quizás, para descubrir otros nuevos.

Referencias

[1] Phys.org news, April 5th, 2023 report, by Bob Yirka, *Previously unknown isotope of uranium discovered*. URL: <https://phys.org/news/2023-04-previously-unknown-isotope-uranium.html>

[2] T. Niwase et al, *Discovery of New Isotope U241 and Systematic High-Precision Atomic Mass Measurements of Neutron-Rich Pa-Pu Nuclei Produced via Multinucleon Transfer Reactions*, Physical Review Letters (2023). DOI: [10.1103/PhysRevLett.130.132502](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.132502).

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

3. Nueva medida cosmológica reta nuestra visión del Universo

[Editar](#)

4 de abril de 2023

Una nueva medida podría cambiar nuestra comprensión del universo

por Sarah Perrin, Escuela Politécnica Federal de Lausana.



Figura 1. RS Puppis, un tipo de estrella variable conocida como variable Cefeida. Crédito: Hubble Legacy Archive, NASA, ESA.

El universo se está expandiendo, pero ¿a qué velocidad exactamente? La respuesta parece depender de si estima la tasa de expansión cósmica, conocida como la constante de Hubble o H_0 , en función del eco del Big Bang (el fondo cósmico de microondas, o CMB) o si mide H_0 directamente en función de las estrellas actuales y galaxias. Este problema, conocido como tensión de Hubble, ha desconcertado a astrofísicos y cosmólogos de todo el mundo.

Un estudio realizado por el grupo de investigación Stellar Standard Candles and Distances, dirigido por Richard Anderson en el Instituto de Física de la EPFL, agrega una nueva pieza al rompecabezas. Su investigación, publicada en *Astronomy & Astrophysics*, ha logrado la calibración más precisa de estrellas Cefeidas, un tipo de estrella variable cuya luminosidad fluctúa durante un período definido, para mediciones de distancia hasta la fecha según los datos recopilados por Gaia de la

Agencia Espacial Europea (ESA). misión. Esta nueva calibración amplifica aún más la tensión del Hubble.

La constante de Hubble (H_0) lleva el nombre del astrofísico que, junto con Georges Lemaître, descubrió el fenómeno a fines de la década de 1920. Se mide en kilómetros por segundo por megaparsec (km/s/Mpc), donde 1 Mpc equivale a unos 3,26 millones de años luz.

La mejor medición directa de H_0 utiliza una "escalera de distancia cósmica", cuyo primer peldaño lo establece la calibración absoluta del brillo de las cefeidas, ahora recalibrada por el estudio EPFL. A su vez, las cefeidas calibran el siguiente peldaño de la escalera, donde las supernovas, poderosas explosiones de estrellas al final de sus vidas, trazan la expansión del espacio mismo.

Esta escala de distancias, medida por las supernovas, H_0 , para el equipo Ecuación de estado de la energía oscura (SH0ES) dirigido por Adam Riess, ganador del Premio Nobel de Física de 2011, sitúa a H_0 en $73,0 \pm 1,0$ km/s/Mpc.

Primera radiación después del Big Bang

H_0 también se puede determinar interpretando el CMB, que es la radiación de microondas omnipresente que quedó del Big Bang hace más de 13 mil millones de años. Sin embargo, este método de medición del "universo primitivo" tiene que asumir la comprensión física más detallada de cómo evoluciona el universo, haciéndolo dependiente del modelo. El satélite Planck de la ESA ha proporcionado los datos más completos sobre el CMB y, según este método, H_0 es $67,4 \pm 0,5$ km/s/Mpc.

La tensión de Hubble es el nombre dado a esta discrepancia de 5,6 km/s/Mpc, dependiendo de si se utiliza el método CMB (universo temprano) o el método de escalera de distancia (universo tardío). La implicación, siempre que las mediciones realizadas en ambos métodos sean correctas, es que hay algo mal en la comprensión de las leyes físicas básicas que gobiernan el universo. Naturalmente, este tema principal subraya cuán esencial es que los métodos de los astrofísicos sean confiables.

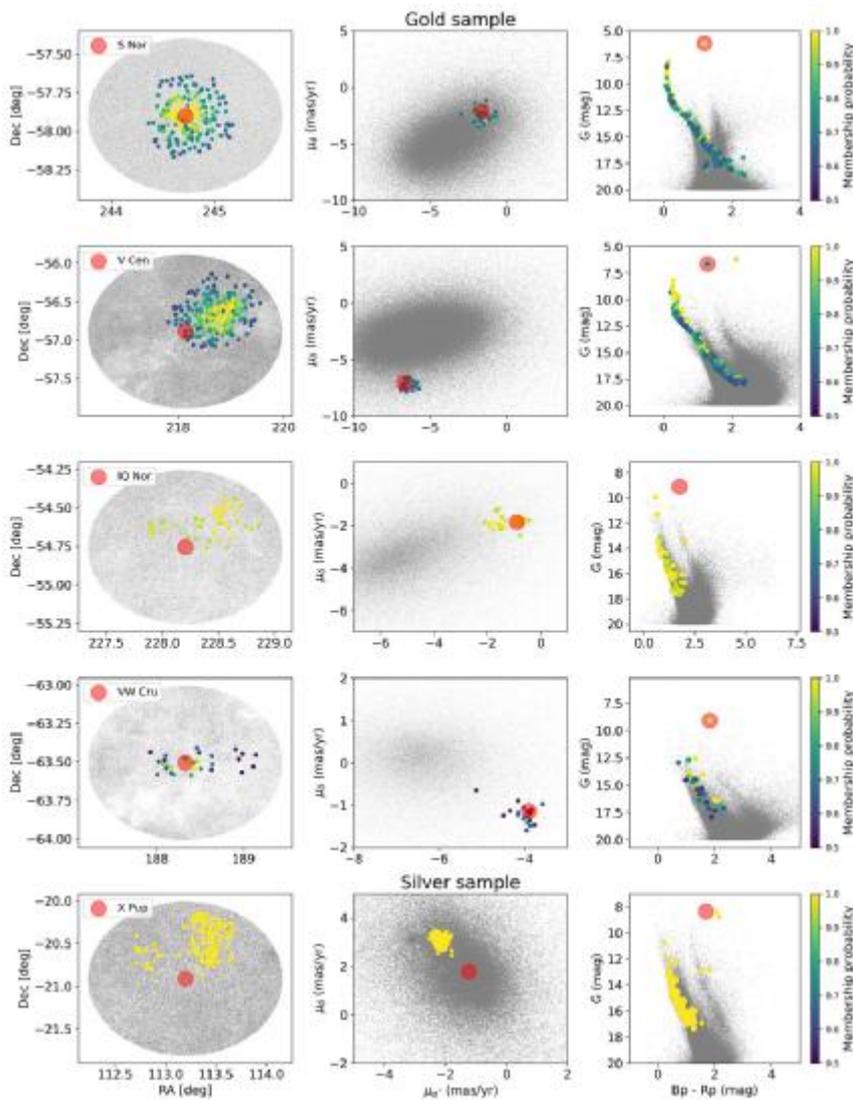


Figura 2. Posición en el cielo, posición en el espacio de movimiento adecuado y diagrama de magnitud de color para diferentes cúmulos de Cefeidas. Las estrellas de fondo se muestran en gris y la probabilidad de pertenencia al grupo está codificada por colores. Los colores claros indican alta probabilidad. Las cefeidas se muestran etiquetadas con grandes círculos rojos rellenos. Las cefeidas detectadas como miembros del grupo por HDBSCAN también cuentan con un símbolo superpuesto para ilustrar la probabilidad de pertenencia. Crédito: *Astronomía y Astrofísica* (2023). DOI: 10.1051/0004-6361/202244775

El nuevo estudio de la EPFL es tan importante porque fortalece el primer peldaño de la escala de distancias al mejorar la calibración de las Cefeidas como trazadores de distancia. De hecho, la nueva calibración nos permite medir distancias astronómicas con una precisión de $\pm 0,9\%$, y esto brinda un fuerte apoyo a la medición del universo tardío. Además, los resultados obtenidos en EPFL, en colaboración con el equipo SH0ES, ayudaron a refinar la medición de H_0 , lo que resultó en una mayor precisión y una mayor importancia de la tensión del Hubble.

"Nuestro estudio confirma la tasa de expansión de 73 km/s/Mpc, pero lo que es más importante, también proporciona las calibraciones más precisas y confiables de Cefeidas como herramientas para medir distancias hasta la fecha", dice Anderson.

"Desarrollamos un método que buscaba cefeidas pertenecientes a cúmulos estelares formados por varios cientos de estrellas probando si las estrellas se mueven juntas a través de la Vía Láctea. Gracias a este truco, pudimos aprovechar el mejor conocimiento de las mediciones de paralaje de Gaia mientras beneficiándose de la ganancia en precisión proporcionada por las muchas estrellas miembros del cúmulo. Esto nos ha permitido llevar la precisión de los paralajes de Gaia a su límite y proporciona la base más firme sobre la cual se puede descansar la escala de distancia".

Repensar conceptos básicos

¿Por qué es importante una diferencia de unos pocos km/s/Mpc, dada la gran escala del universo? "Esta discrepancia tiene una gran importancia", dice Anderson.

"Supongamos que quisieras construir un túnel excavando en dos lados opuestos de una montaña. Si has entendido correctamente el tipo de roca y si tus cálculos son correctos, entonces los dos agujeros que estás cavando se encontrarán en el centro. Pero si no lo hacen, eso significa que cometió un error, o sus cálculos son incorrectos o está equivocado sobre el tipo de roca.

"Eso es lo que está pasando con la constante de Hubble. Cuanta más confirmación obtengamos de que nuestros cálculos son precisos, más podremos concluir que la discrepancia significa que nuestra comprensión del universo está equivocada, que el universo no es exactamente como pensábamos".

La discrepancia tiene muchas otras implicaciones. Pone en duda los fundamentos, como la naturaleza exacta de la energía oscura, el continuo espacio-tiempo y la gravedad. "Significa que tenemos que repensar los conceptos básicos que forman la base de nuestra comprensión general de la física", dice Anderson.

El estudio de su grupo de investigación también hace una contribución importante en otras áreas. "Debido a que nuestras medidas son tan precisas, nos dan una idea de la geometría de la Vía Láctea", dice Mauricio Cruz Reyes, Ph.D. estudiante en el grupo de investigación de Anderson y autor principal del estudio. "La calibración de alta precisión que desarrollamos nos permitirá determinar mejor el tamaño y la forma de la Vía Láctea como una galaxia de disco plano y su distancia de otras galaxias,

por ejemplo. Nuestro trabajo también confirmó la confiabilidad de los datos de Gaia comparándolos con los tomados de otros telescopios".

Referencias

[1] Phys.org news, April 4, 2023, *A new measurement could change our understanding of the universe*, by Sarah Perrin, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne URL: <https://phys.org/news/2023-04-universe.html>

[2] Mauricio Cruz Reyes et al, *A 0.9% calibration of the Galactic Cepheid luminosity scale based on Gaia DR3 data of open clusters and Cepheids*, Astronomy & Astrophysics (2023). DOI: 10.1051/0004-6361/202244775

[3] Science Daily. *A new measurement could change our understanding of the Universe*, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/04/230404113542.htm>

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

4. Una galaxia muy, muy, pero que muy lejana.

4 de abril de 2023

Lejos, muy lejos: ¿Qué tan lejos está esa galaxia?

por Brian Koberlein, Observatorio Nacional de Radioastronomía.



Figura 1. Galaxias en el Quinteto de Stephen. Crédito: NASA, ESA y el equipo Hubble SM4 ERO.

En diciembre de 2022, los astrónomos que utilizaron el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) confirmaron el descubrimiento de una de las galaxias más distantes jamás observadas. La tenue luz de radio capturada por ALMA comenzó su viaje hacia nosotros cuando el universo tenía menos de 360 millones de años. Es una galaxia tremendamente distante, pero ¿qué tan lejos está realmente? La respuesta es un poco complicada, y depende de lo que entiendas por distancia.

Para empezar, los astrónomos no pueden medir directamente la distancia de las galaxias a miles de millones de años luz de distancia. En su lugar, miden lo que se conoce como corrimiento al rojo o z . En este caso, el equipo midió una longitud de onda particular de la luz emitida por el oxígeno conocida como OIII. Cuando observamos la línea de emisión OIII en un laboratorio aquí en la Tierra, tiene una longitud de onda de 88 micrómetros. La línea OIII que ALMA observó en esta galaxia en particular era mucho más larga, de unos 1.160 micrómetros. Dado que la luz roja tiene una longitud de onda más larga que la luz azul, decimos que la línea OIII observada se desplaza hacia el rojo o se desplaza hacia el rojo. Dados estos dos números, calcular z es fácil. Es solo el corrimiento al rojo relativo de la luz observada, por lo que $z = (1160 - 88) / 88 = 12,2$. Cuanto mayor es z , mayor es el corrimiento al rojo, y $z = 12,2$ es el mayor corrimiento al rojo *confirmado* de una galaxia *hasta el momento*.

Entonces, ¿qué tiene esto que ver con la distancia? Hay dos formas en que la luz de una galaxia se puede desplazar hacia el rojo. El primero se conoce como desplazamiento Doppler y es causado por el movimiento físico de una galaxia a través del espacio. Probablemente estés familiarizado con este efecto en el sonido.

Cuando un tren pasa a gran velocidad, su bocina suena más alta cuando el tren se acerca a usted y más baja cuando pasa y se aleja. Las ondas de sonido se agrupan cuando el tren se mueve hacia ti y tienen un tono más alto, y se estiran cuando el tren se aleja de ti, por lo tanto, tienen un tono más bajo. Lo mismo sucede con la luz. Si una galaxia se mueve hacia nosotros, su luz se desplaza hacia el azul, y la luz se desplaza hacia el rojo si se aleja de nosotros.

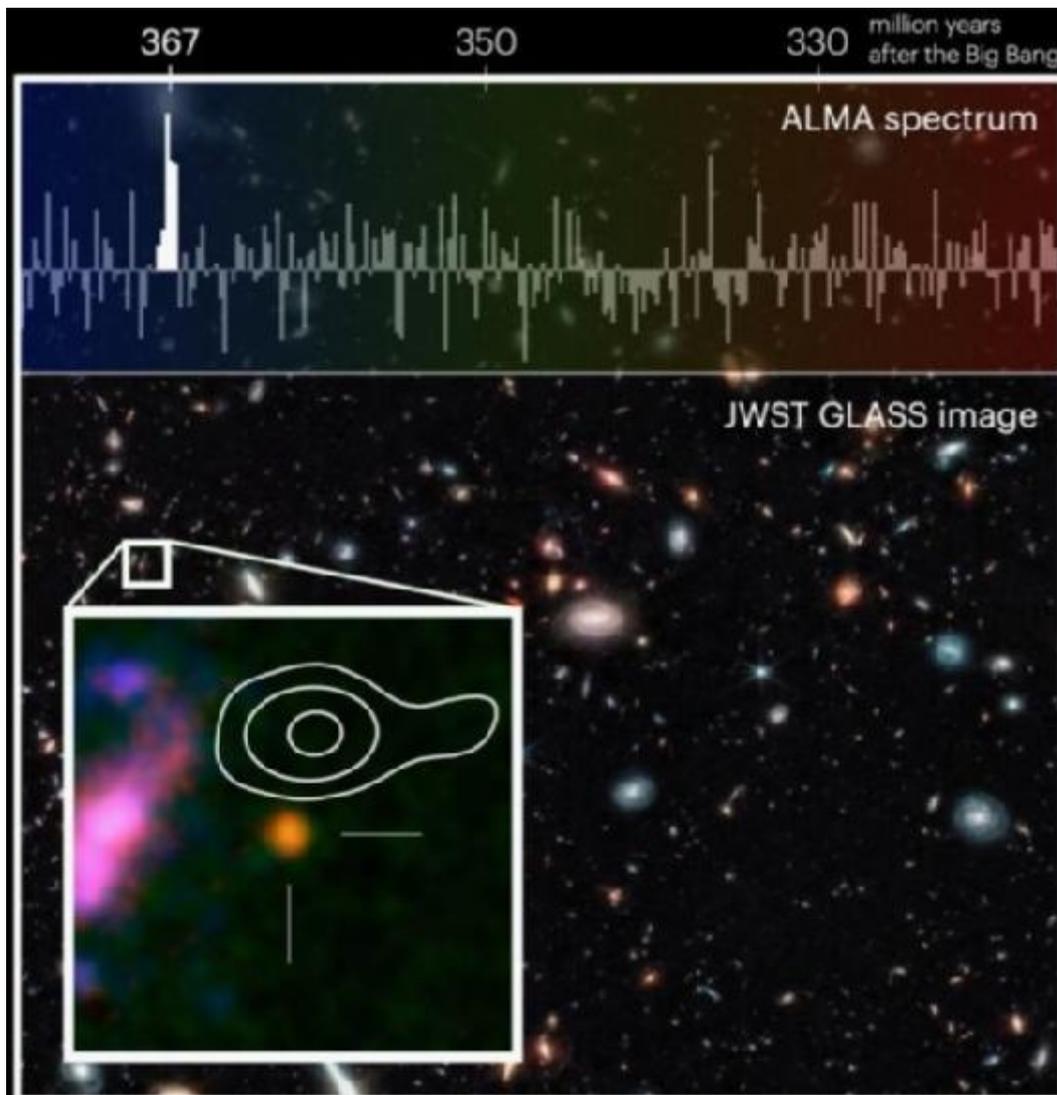


Figura 2. Imagen de la galaxia vista por JWST y su espectro de radio visto por ALMA. Crédito: NASA/ESA/CSA/T. Treu, UCLA/NAOJ/T. Bakx, Nagoya University.

La segunda forma en que puede ocurrir el corrimiento al rojo es a través de la expansión cósmica. El universo se está expandiendo, y esto significa que cuando la luz viaja hacia nosotros desde una galaxia distante, su longitud de onda se alarga por la expansión del espacio. Cuanto más viaja la luz, más se estira la luz, por lo que más se desplaza hacia el rojo. Esto se conoce como corrimiento al rojo cosmológico. Para galaxias distantes, casi todo el corrimiento al rojo que observamos es cosmológico.

Así es como sabemos que las galaxias de alto corrimiento al rojo como esta están muy, muy lejos.

Pero esto todavía no nos dice la distancia específica. Para determinar eso, tenemos que observar cómo se expande el universo con el tiempo. En este momento hay un poco de incertidumbre sobre la tasa de expansión cósmica, conocida como el parámetro de Hubble. Las observaciones de la misión Planck del fondo cósmico de microondas ponen el valor en alrededor de 68 (km/s)/Mpc, mientras que las observaciones de las naves espaciales Hubble y Gaia le dan un valor más alto de alrededor de 72 (km/s)/Mpc. Cuanto mayor sea el valor, más rápido se expandirá el universo y más lejanas estarán las galaxias. Si elegimos un valor medio de 70 (km/s)/Mpc, entonces podemos calcular una distancia razonable utilizando la relatividad general, pero incluso entonces nuestra respuesta dependerá de cómo definamos la distancia.

Una definición sería preguntar cuánto tiempo viajó la luz desde la galaxia hasta nosotros. Esto se conoce como el tiempo de viaje de la luz y resulta ser de unos 13100 millones de años. Dado que el universo tiene unos 13460 millones de años (según el parámetro de Hubble que elegimos), eso significa que la luz abandonó la galaxia cuando el universo tenía unos 360 millones de años. Esta definición es útil para los astrónomos ya que las galaxias distantes nos informan sobre el universo primitivo. Para los astrónomos es más importante conocer el lugar de una galaxia en la historia que su distancia.

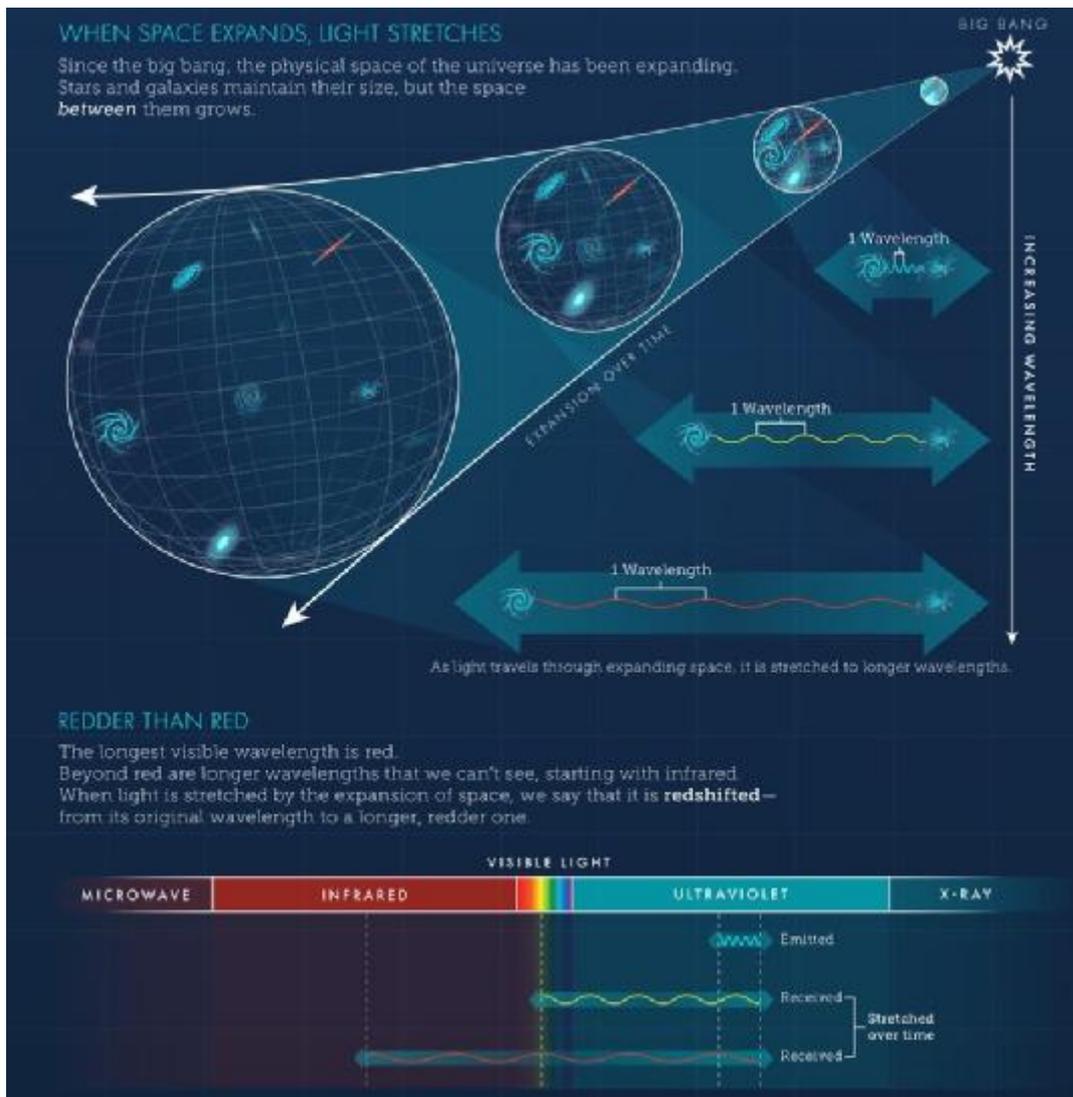


Figura 3. A medida que la luz viaja a través del universo en expansión, su longitud de onda se estira. Crédito: NASA, ESA, Leah Hustak. (STScI)

Dado que la luz viajó durante 13100 millones de años, ¿significa eso que la galaxia está a 13100 millones de años luz de distancia? No exactamente. Debido a la expansión cósmica, la luz viajó durante mucho más tiempo del que habría recorrido si el universo no se estuviera expandiendo. La galaxia estaba más cerca de nosotros cuando la luz comenzó su viaje. Mucho más cerca. Si calculamos a qué distancia estaba la galaxia de nosotros hace 13100 millones de años, obtenemos 2400 millones de años luz. Entonces, esta galaxia estaba a solo 2400 millones de años luz de distancia, pero el universo se expandió tanto que su luz tardó 13100 millones de años luz en llegar a nosotros.

Por supuesto, probablemente quieras saber qué tan lejos está la galaxia ahora. Claro, la galaxia estaba a 2400 millones de años luz de distancia, pero una vez que la luz comenzó a dirigirse hacia nosotros, la galaxia continuó alejándose de nosotros debido al universo en constante expansión. Entonces, ¿dónde está la galaxia ahora?

Si haces los cálculos, resulta que la galaxia está ahora a unos 32 mil millones de años luz de distancia. Pero espera un minuto? ¿Cómo podemos ver una galaxia a 32 mil millones de años luz de distancia si el universo tiene menos de 14 mil millones de años? La respuesta es que no podemos. La vista de ALMA de la galaxia es cómo se veía cuando estaba a solo 2400 millones de años luz de distancia. Nunca podremos ver cómo se ve la galaxia ahora. Está demasiado lejos y el universo se está expandiendo demasiado rápido para que esa luz nos alcance. Solo vemos el eco óptico de dónde estaba y cómo aparecía.

Todo esto es lo suficientemente extraño como para hacer un nudo en el cerebro de cualquiera. Esta es la razón por la que los astrónomos se centran en el corrimiento al rojo z , y por la que solemos hablar de la edad que tenía el universo cuando la luz galáctica comenzó su viaje. Eso es suficiente para decirnos que la galaxia está muy lejos y se ve desde hace mucho tiempo. Hace tanto tiempo y tan lejos que su distancia es difícil de definir.

Referencias

[1] April 4, 2023, *Far, far away: Just how distant is that galaxy?*, by Brian Koberlein, National Radio Astronomy Observatory, Phys.org news, URL: <https://phys.org/news/2023-04-distant-galaxy.html>

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

5. La naturaleza de la materia primigenia

[Editar](#)

Nueva evidencia de la naturaleza de la materia de galaxias antiguas en el universo primitivo

por el Observatorio Astronómico de Trieste.

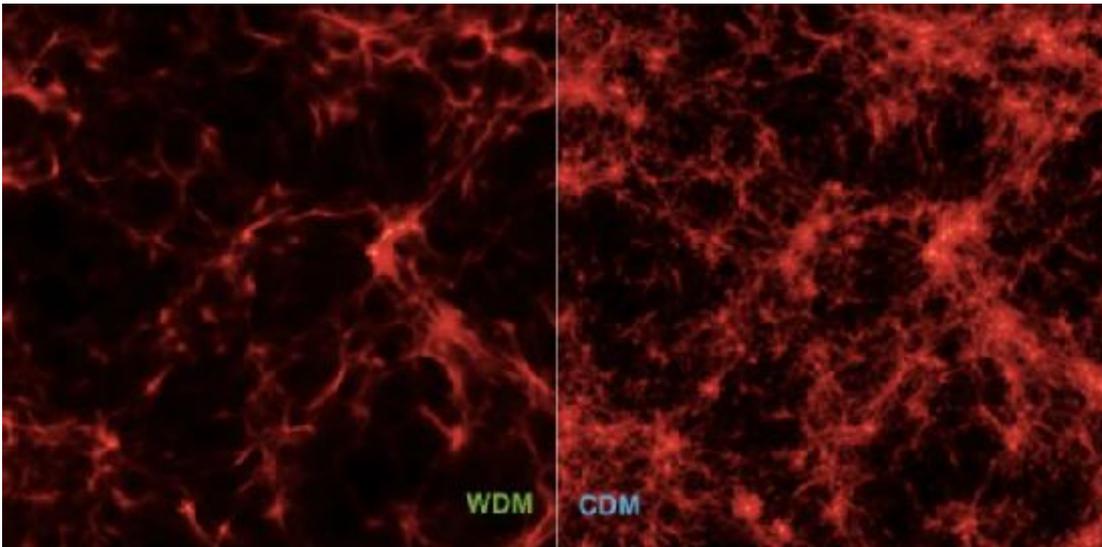


Figura 1. Distribución de materia primordial en modelos cosmológicos con materia oscura caliente (WDM, izquierda, Warm Dark Matter) y materia oscura fría (CDM, derecha, Cold Dark Matter). Crédito: MDL, destra.

Los astrofísicos en Italia han arrojado nueva luz sobre la naturaleza de la materia a partir de la detección de galaxias del Telescopio Espacial James Webb (JWST) de hace 13 mil millones de años y nuevas simulaciones numéricas de última generación de las primeras galaxias. El estudio añade otra pieza al rompecabezas de la naturaleza de la materia en el universo.

Si bien el paradigma comúnmente aceptado de formación de estructuras se basa en materia no relativista que interactúa solo gravitacionalmente, es decir, materia oscura "fría", las posibilidades alternativas defendidas para resolver problemas a pequeña escala del escenario estándar se basan en la hipótesis de que la materia oscura está hecha de partículas cálidas que poseen una velocidad térmica pequeña, no despreciable, a saber, materia oscura "cálida".

"Descubrimos que las recientes detecciones de galaxias del JWST en la primera fracción de mil millones de años después del Big Bang son valiosas pruebas de la naturaleza de la materia", dice el Dr. Umberto Maio, investigador del personal del Instituto Nacional Italiano de Astrofísica (INAF). Observatorio Astronómico de Trieste, y autor principal del artículo que describe el descubrimiento recién publicado en *Astronomy & Astrophysics*.

La investigación muestra que la materia oscura, el componente principal de la materia en el universo, está hecha de partículas que son "frías" o ligeramente "cálidas" con una masa mayor a 2 keV. Los modelos de materia oscura con masas de partículas iguales o más ligeras que dicho límite están excluidos del estudio.

Si bien trabajos anteriores habían descartado la posibilidad de discriminar la naturaleza del asunto empleando datos de épocas recientes, se necesitaban datos de épocas mucho más antiguas y simulaciones numéricas ad hoc —la base del nuevo estudio— para proporcionar información sobre las tendencias estadísticas de galaxias primordiales y romper las degeneraciones de los modelos.

"Lo que hicimos fue aplicar nuestra nueva y sofisticada implementación numérica de la formación temprana de galaxias para interpretar los últimos datos del JWST", dice el Dr. Maio. "Vimos que, durante el período en que se forman las primeras estrellas y galaxias, las propiedades visibles de las estructuras presentes en el universo dependen de la masa de las partículas de materia oscura".

De hecho, el estudio encontró evidencia de que la cantidad de formación de estrellas cosmológicas, las luminosidades ultravioleta y las abundancias moleculares varían en diferentes modelos de materia oscura, y estas variaciones pueden contrastarse con los últimos datos del JWST, el primero que llega al universo "antiguo".

La investigación fue una colaboración entre el INAF-Observatorio Astronómico de Trieste y la Escuela Internacional de Estudios Avanzados de Trieste, Italia. "El estudio se basó en las observaciones excepcionales de galaxias en los primeros 500 millones de años detectadas con el JWST y publicadas anticipadamente a finales de 2022", dice el profesor Matteo Viel de la Escuela Internacional de Estudios Avanzados de Trieste y coautor de la investigación. . "Esta es una aplicación importante de datos científicos en épocas tan primordiales para restringir la naturaleza de la materia oscura. Gracias a JWST, hemos observado las galaxias más distantes del universo y sus propiedades nos brindan información clara sobre sus constituyentes".

Este importante logro fue posible gracias a JWST, que es una colaboración internacional entre la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA), la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Agencia Espacial Canadiense (CSA). La investigación muestra cómo dos observables, la función de luminosidad de galaxias y la función de correlación de galaxias a pequeña escala de objetos débiles, especialmente cuando se usan en combinación, son herramientas prometedoras para discriminar entre diferentes modelos de materia oscura. Los hallazgos del estudio también concuerdan con las propiedades del medio intergaláctico, la "telaraña cósmica", en épocas más recientes.

"En el futuro, cuando haya más datos disponibles para fuentes pequeñas, tenues y jóvenes, pueden surgir más pistas de las primeras estadísticas de masa estelar y la emisión de monóxido de carbono de las galaxias", concluyen los científicos. El

descubrimiento de galaxias tan tempranas demuestra que estas estructuras pueden formarse en solo una fracción de mil millones de años, lo que corresponde a un abrir y cerrar de ojos en contextos cosmológicos. Por lo tanto, más y más detecciones de galaxias con formación de estrellas primordiales serán posibles en un futuro cercano y esto allanará el camino para una mejor comprensión de la naturaleza de la materia.

Referencias

[1] April 4, 2023, *New evidence for the nature of matter from ancient galaxies in the early universe*, by Astronomical Observatory of Trieste. Phys.org news. URL: <https://phys.org/news/2023-04-evidence-nature-ancient-galaxies-early.html>

[2] Umberto Maio et al, *JWST high-redshift galaxy constraints on warm and cold dark matter models*, Astronomy & Astrophysics (2023). DOI: [10.1051/0004-6361/202345851](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202345851).

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

6. Computación cuántica y cero absoluto: un nexo termodinámico.

4 de abril de 2023

Cero absoluto en la computadora cuántica: Formulación de la tercera ley de la termodinámica

por la Universidad Tecnológica de Viena.

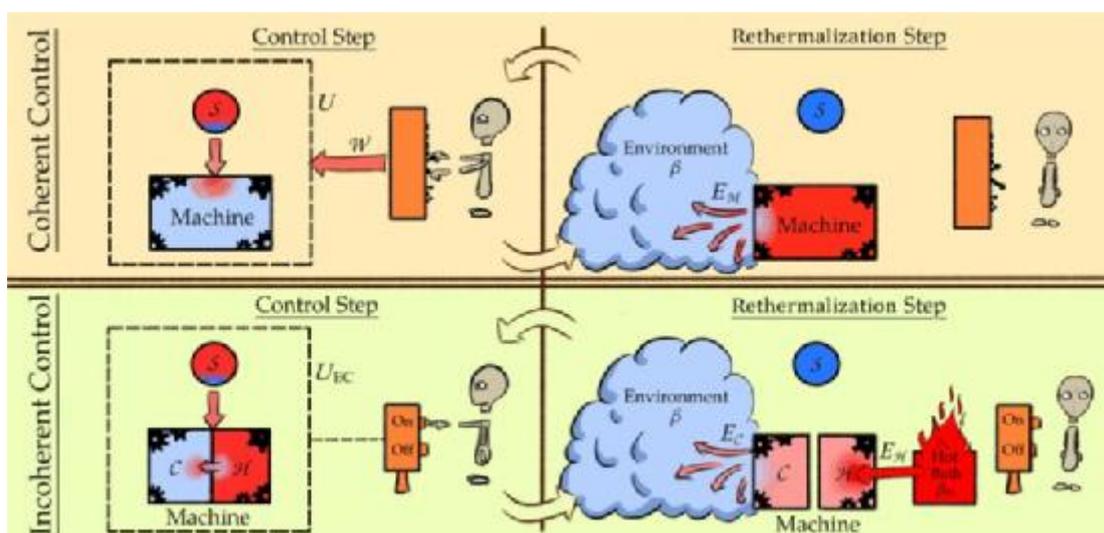


Figura 1. Marco: Consideramos la tarea de enfriar un sistema cuántico en dos escenarios de control extremos, con cada paso de ambos paradigmas que comprende

dos primitivas. El panel superior muestra el escenario de control coherente: en el paso de control (izquierda), un agente puede usar una fuente de trabajo W para implementar cualquier unidad global en el sistema S y la máquina M , que comienzan térmicamente a temperatura inversa β ; al enfriar el objetivo, la energía y la entropía se transfieren a la máquina. Luego, la máquina se vuelve a calentar con su entorno (derecha), disipando así la energía que ganó en el paso de control. El panel inferior muestra el escenario de control incoherente: la máquina se divide en una parte fría a la temperatura inversa β y una parte caliente a la temperatura inversa $\beta_H < \beta$. En el paso de control, el agente activa una interacción entre los tres sistemas, representada por un UEC unitario de conservación de energía global. En el paso de retermalización, se apaga la interacción y ambos subsistemas de la máquina se retermalizan a sus respectivas temperaturas iniciales; la parte caliente extrae energía del baño de calor mientras que la parte fría disipa el calor a su entorno. En ambos paradigmas, cuantificamos la complejidad del control como la dimensión efectiva a la que accede la operación unitaria en un paso de control dado (es decir, la dimensión del espacio de Hilbert sistema-máquina sobre el cual actúa la unidad de manera no trivial). Crédito: PRX Quantum (2023). DOI: 10.1103/PRXQuantum.4.010332

Cuando muchas partículas cuánticas interactúan, se pueden formar sistemas complejos. Y esta complejidad permite alcanzar una temperatura de cero absoluto, al menos en principio.

La temperatura absoluta más baja posible es $-273,15$ °C. Nunca es posible enfriar ningún objeto exactamente a esta temperatura; uno solo puede acercarse al cero absoluto. Esta es la tercera ley de la termodinámica.

En un estudio publicado en PRX Quantum, un equipo de investigación de TU Wien (Viena) ahora ha investigado la pregunta: ¿Cómo se puede reconciliar esta ley con las reglas de la física cuántica? Lograron desarrollar una "versión cuántica" de la tercera ley de la termodinámica: en teoría, se puede alcanzar el cero absoluto. Pero para cualquier receta concebible, necesitas tres ingredientes: energía, tiempo y complejidad. Y solo si tienes una cantidad infinita de uno de estos ingredientes puedes llegar al cero absoluto.

Información y termodinámica: una aparente contradicción

Cuando las partículas cuánticas alcanzan el cero absoluto, su estado se conoce con precisión: se garantiza que estarán en el estado con la energía más baja. Las partículas ya no contienen ninguna información sobre el estado en el que se encontraban antes. Todo lo que le pudo haber ocurrido antes a la partícula queda

perfectamente borrado. Desde el punto de vista de la física cuántica, el enfriamiento y la eliminación de información están estrechamente relacionados.

En este punto se encuentran dos importantes teorías físicas: la teoría de la información y la termodinámica. Pero los dos parecen contradecirse. "A partir de la teoría de la información, conocemos el llamado principio de Landauer. Dice que se requiere una cantidad mínima de energía muy específica para eliminar un bit de información", explica el profesor Marcus Huber del Instituto Atómico de TU Wien. El coste energético que indica el principio de Landauer para eliminar un bit de información es igual a $k_B T \ln 2$ julios. La termodinámica, sin embargo, dice que se necesita una cantidad infinita de energía para enfriar cualquier cosa exactamente hasta el cero absoluto. Pero si eliminar información y enfriar al cero absoluto son lo mismo, ¿cómo encaja eso?

Energía, tiempo y complejidad

Las raíces del problema radican en el hecho de que la termodinámica se formuló en el siglo XIX para objetos clásicos: máquinas de vapor, refrigeradores o piezas de carbón incandescente. En ese momento, la gente no tenía idea acerca de la teoría cuántica. Si queremos comprender la termodinámica de partículas individuales, primero debemos analizar cómo interactúan la termodinámica y la física cuántica, y eso es exactamente lo que hicieron Marcus Huber y su equipo.

"Rápidamente nos dimos cuenta de que no necesariamente tienes que usar energía infinita para alcanzar el cero absoluto", dice Marcus Huber. "También es posible con energía finita, pero luego se necesita un tiempo infinitamente largo para hacerlo". Hasta este punto, las consideraciones siguen siendo compatibles con la termodinámica clásica tal como la conocemos en los libros de texto. Pero luego el equipo se encontró con un detalle adicional de crucial importancia:

"Descubrimos que se pueden definir sistemas cuánticos que permiten alcanzar el estado fundamental absoluto incluso con energía finita y en tiempo finito; ninguno de nosotros esperaba eso", dice Marcus Huber. "Pero estos sistemas cuánticos especiales tienen otra propiedad importante: son infinitamente complejos". Entonces, necesitaría un control infinitamente preciso sobre una cantidad infinita de detalles del sistema cuántico, luego podría enfriar un objeto cuántico hasta el cero absoluto en un tiempo finito con energía finita. En la práctica, por supuesto, esto es tan inalcanzable como una energía infinitamente alta o un tiempo infinitamente largo.

Borrado de datos en la computadora cuántica

"Entonces, si desea borrar perfectamente la información cuántica en una computadora cuántica y, en el proceso, transferir un qubit a un estado fundamental perfectamente puro, entonces, teóricamente, necesitaría una computadora cuántica infinitamente compleja que pueda controlar perfectamente una cantidad infinita de partículas". dice Marcus Huber. En la práctica, sin embargo, la perfección no es necesaria: ninguna máquina es perfecta. Es suficiente para que una computadora cuántica haga su trabajo bastante bien. Así que los nuevos resultados no son un obstáculo en principio para el desarrollo de las computadoras cuánticas.

En las aplicaciones prácticas de las tecnologías cuánticas, la temperatura juega un papel clave en la actualidad: cuanto más alta es la temperatura, más fácil es que los estados cuánticos se rompan y se vuelvan inutilizables para cualquier uso técnico. "Precisamente por eso es tan importante comprender mejor la conexión entre la teoría cuántica y la termodinámica", dice Marcus Huber. "Hay muchos avances interesantes en esta área en este momento. Poco a poco se está volviendo posible ver cómo se entrelazan estas dos partes importantes de la física".

Referencias

[1] April 4, 2023, Phys.org news. *Absolute zero in the quantum computer: Formulation for the third law of thermodynamics* by Vienna University of Technology. URL: <https://phys.org/news/2023-04-absolute-quantum-law-thermodynamics.html>

[2] Philip Taranto et al, *Landauer Versus Nernst: What is the True Cost of Cooling a Quantum System?*, PRX Quantum (2023). DOI: [10.1103/PRXQuantum.4.010332](https://doi.org/10.1103/PRXQuantum.4.010332)

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

7. Telescopios membrana

[Editar](#)

4 de abril de 2023

Investigadores diseñan nuevos espejos de membrana para grandes telescopios espaciales

por Óptica.



Figura 1. Los investigadores han desarrollado una nueva forma de hacer espejos de telescopios que podrían permitir la colocación en órbita de telescopios mucho más grandes y, por lo tanto, más sensibles. Crédito: Sebastian Rabien, Instituto Max Planck de Física Extraterrestre

Los investigadores han desarrollado una nueva forma de producir y dar forma a espejos grandes y de alta calidad que son mucho más delgados que los espejos primarios que se usaban anteriormente para los telescopios desplegados en el espacio. Los espejos resultantes son lo suficientemente flexibles como para enrollarlos y almacenarlos de forma compacta dentro de un vehículo de lanzamiento.

"Lanzar y desplegar telescopios espaciales es un procedimiento complicado y costoso", dijo Sebastian Rabien del Instituto Max Planck de Física Extraterrestre en Alemania. "Este nuevo enfoque, que es muy diferente de los procedimientos típicos de producción y pulido de espejos, podría ayudar a resolver los problemas de peso y empaque de los espejos de los telescopios, lo que permitiría colocar en órbita telescopios mucho más grandes y, por lo tanto, más sensibles".

En la revista *Applied Optics*, Rabien informa sobre la fabricación exitosa de prototipos de espejos de membrana parabólica de hasta 30 cm de diámetro. Estos espejos, que podrían ampliarse a los tamaños necesarios en los telescopios espaciales, se crearon mediante la deposición de vapor químico para hacer crecer espejos de membrana en un líquido giratorio dentro de una cámara de vacío.

También desarrolló un método que usa calor para corregir de manera adaptativa las imperfecciones que pueden ocurrir después de que se despliega el espejo.

"Aunque este trabajo solo demostró la viabilidad de los métodos, sienta las bases para sistemas de espejos empackables más grandes que son menos costosos", dijo Rabien. "Podría hacer realidad los espejos livianos de 15 o 20 metros de diámetro, lo que permitiría telescopios espaciales que son órdenes de magnitud más sensibles que los actualmente desplegados o planificados".

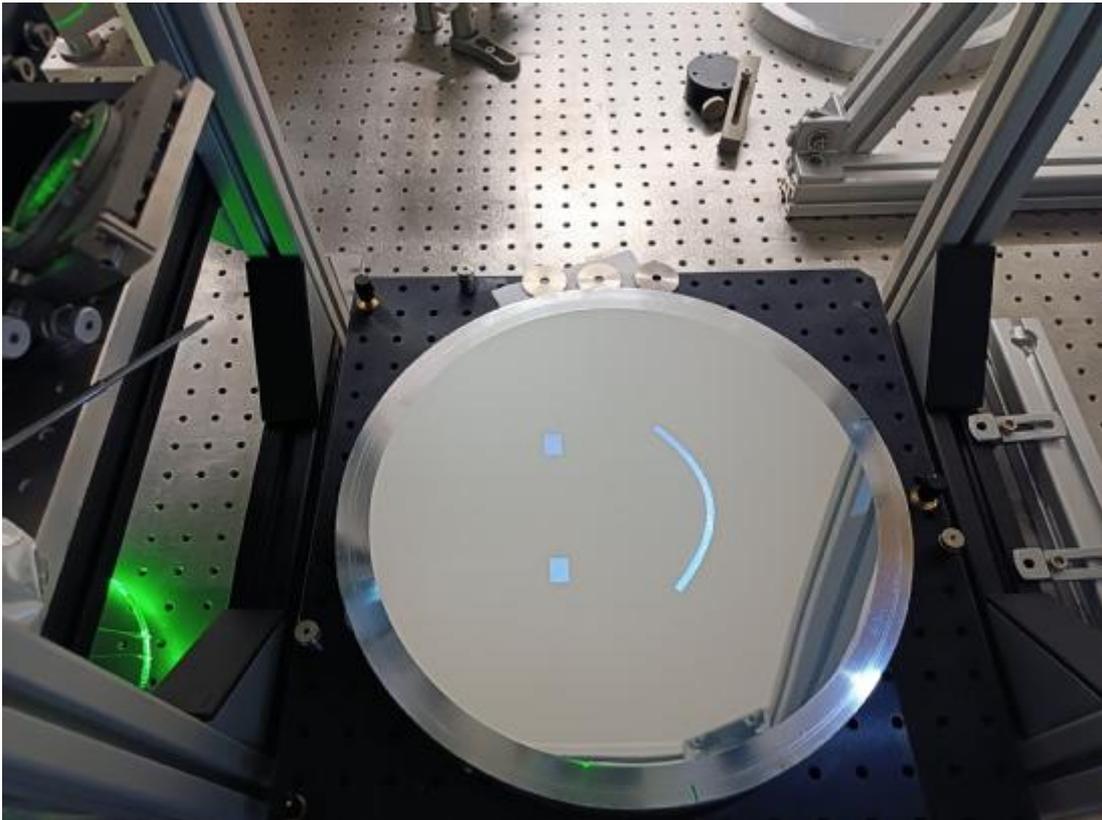


Figura 2. Los investigadores crearon los espejos mediante la deposición de vapor químico para hacer crecer espejos de membrana en un líquido giratorio dentro de una cámara de vacío. Esto les permitió formar una membrana parabólica delgada que se puede usar como espejo principal de un telescopio una vez recubierta con una superficie reflectante como el aluminio. Crédito: Sebastian Rabien, Instituto Max Planck de Física Extraterrestre.

Aplicar un proceso antiguo de una manera nueva

El nuevo método se desarrolló durante la pandemia de COVID-19, lo que, según Rabien, le dio más tiempo para pensar y probar nuevos conceptos. "En una larga serie de pruebas, investigamos muchos líquidos para descubrir su utilidad para el

proceso, investigamos cómo se puede llevar a cabo el crecimiento del polímero de manera homogénea y trabajamos para optimizar el proceso", dijo.

Para la deposición química de vapor, un material precursor se evapora y se divide térmicamente en moléculas monoméricas. Esas moléculas se depositan en las superficies en una cámara de vacío y luego se combinan para formar un polímero. Este proceso se usa comúnmente para aplicar recubrimientos como los que hacen que la electrónica sea resistente al agua, pero esta es la primera vez que se usa para crear espejos de membrana parabólica con las cualidades ópticas necesarias para su uso en telescopios.

Para crear la forma precisa necesaria para un espejo de telescopio, los investigadores agregaron un recipiente giratorio lleno de una pequeña cantidad de líquido en el interior de la cámara de vacío. El líquido forma una forma parabólica perfecta sobre la que puede crecer el polímero, formando la base del espejo. Cuando el polímero es lo suficientemente grueso, se aplica una capa de metal reflectante en la parte superior mediante evaporación y el líquido se elimina por lavado.

"Desde hace tiempo se sabe que los líquidos giratorios que están alineados con el eje gravitatorio local formarán naturalmente una forma de superficie paraboloidal", dijo Rabien. "Utilizando este fenómeno físico básico, depositamos un polímero sobre esta superficie óptica perfecta, que formó una membrana parabólica delgada que puede usarse como el espejo principal de un telescopio una vez recubierto con una superficie reflectante como el aluminio".

Aunque otros grupos han creado membranas delgadas para propósitos similares, estos espejos generalmente se moldean utilizando un molde óptico de alta calidad. Usar un líquido para formar la forma es mucho más asequible y se puede escalar más fácilmente a tamaños grandes.



Figura 3. Los espejos de membrana hechos con la nueva técnica son lo suficientemente flexibles como para enrollarse. Esto podría ser útil para almacenar los espejos dentro de un vehículo de lanzamiento. Crédito: Sebastian Rabien, Instituto Max Planck de Física Extraterrestre.

Reformar un espejo plegado

El espejo delgado y liviano creado con esta técnica se puede plegar o enrollar fácilmente durante el viaje al espacio. Sin embargo, sería casi imposible devolverlo a la forma parabólica perfecta después de desempacarlo. Para remodelar el espejo de la membrana, los investigadores desarrollaron un método térmico que utiliza un cambio de temperatura localizado creado con luz para permitir un control de forma adaptativo que puede llevar la delgada membrana a la forma óptica deseada.

Los investigadores probaron su enfoque creando espejos de membrana de 30 cm de diámetro en una cámara de deposición al vacío. Después de muchas pruebas y errores, pudieron producir espejos de alta calidad con una forma de superficie

adecuada para telescopios. También demostraron que su método de modelado adaptativo radiativo térmico funcionaba bien, como se demostró con una serie de radiadores y la iluminación de un proyector de luz digital.

Los nuevos espejos basados en membranas también podrían utilizarse en sistemas de óptica adaptativa. La óptica adaptativa puede mejorar el rendimiento de los sistemas ópticos mediante el uso de un espejo deformable para compensar la distorsión de la luz entrante. Debido a que la superficie de los nuevos espejos de membrana es deformable, estos espejos podrían moldearse con actuadores electrostáticos para crear espejos deformables que son menos costosos de fabricar que los creados con métodos convencionales.

A continuación, los investigadores planean aplicar un control adaptativo más sofisticado para estudiar qué tan bien se puede moldear la superficie final y qué cantidad de distorsión inicial se puede tolerar. También planean crear una cámara de deposición del tamaño de un metro para estudiar mejor la estructura de la superficie y los procesos de empaque y despliegue de un espejo primario a gran escala.

Referencias

[1] April 4, 2023, *Researchers devise new membrane mirrors for large space-based telescopes*, by Optica. Phys. org news. URL: <https://phys.org/news/2023-04-membrane-mirrors-large-space-based-telescopes.html>

[2] Sebastian Rabien, *Adaptive Parabolic Membrane Mirrors for Large Deployable Space Telescopes*, Applied Optics (2023). DOI: [10.1364/AO.487262](https://doi.org/10.1364/AO.487262)

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

8. Más galaxias lejanas via JWST

[Editar](#)

El telescopio Webb descubre las galaxias más antiguas jamás observadas (de nuevo)

por Juliette Collen y Daniel Lawler.



Figura 1. El telescopio espacial James Webb ha desatado un torrente de descubrimientos científicos desde que entró en funcionamiento el año pasado.

El Telescopio Espacial James Webb ha descubierto las cuatro galaxias más distantes jamás observadas, una de las cuales se formó apenas 320 millones de años después del Big Bang, cuando el universo aún estaba en su infancia, dijo el martes una nueva investigación.

El telescopio Webb ha desatado un torrente de descubrimientos científicos desde que entró en funcionamiento el año pasado, mirando más lejos que nunca en los confines del universo, lo que también significa que está mirando hacia atrás en el tiempo.

Cuando la luz de las galaxias más distantes llega a la Tierra, se ha estirado por la expansión del universo y se ha desplazado a la región infrarroja del espectro de luz.

El instrumento NIRCам del telescopio Webb tiene una capacidad sin precedentes para detectar esta luz infrarroja, lo que le permite detectar rápidamente una variedad de galaxias nunca antes vistas, algunas de las cuales podrían remodelar la comprensión de los astrónomos sobre el universo primitivo.

En dos estudios publicados en la revista Nature Astronomy, los astrónomos revelaron que han "detectado sin ambigüedades" las cuatro galaxias más distantes jamás observadas.

Las galaxias datan de 300 a 500 millones de años después del Big Bang, hace más de 13 mil millones de años, cuando el universo tenía solo el dos por ciento de su edad actual.

Eso significa que las galaxias son de lo que se llama "la época de la reionización", un período en el que se cree que surgieron las primeras estrellas. La época vino directamente después de las edades oscuras cósmicas provocadas por el Big Bang.

'Sorprendente'

Stephane Charlot, investigador del Instituto de Astrofísica de París y coautor de los dos nuevos estudios, dijo a la AFP que la galaxia más lejana, llamada JADES-GS-z13-0, se formó 320 millones de años después del Big Bang.

Esa es la mayor distancia jamás observada por los astrónomos, dijo.

El telescopio Webb también confirmó la existencia de JADES-GS-z10-0, que data de 450 millones de años después del Big Bang y había sido detectado previamente por el telescopio espacial Hubble.

Las cuatro galaxias son "muy bajas en masa", con un peso de aproximadamente cien millones de masas solares, dijo Charlot. La Vía Láctea, en comparación, pesa 1,5 billones de masas solares según algunas estimaciones.

Pero las galaxias son "muy activas en la formación de estrellas en proporción a su masa", dijo Charlot.

Esas estrellas se estaban formando "más o menos al mismo ritmo que la Vía Láctea", una velocidad que era "sorprendente tan temprano en el Universo", agregó.

Las galaxias también eran "muy pobres en metales", agregó.

Esto es consistente con el modelo estándar de la cosmología, la mejor comprensión científica de cómo funciona el universo, que dice que cuanto más cerca del Big Bang, menos tiempo hay para que se formen tales metales.

'Tour de force técnico'

Sin embargo, en febrero, el descubrimiento de seis galaxias masivas de 500 a 700 millones de años después del Big Bang llevó a algunos astrónomos a cuestionar el modelo estándar.

Esas galaxias, también observadas por el telescopio Webb, eran más grandes de lo que se creía posible poco después del nacimiento del universo; si se confirma, el modelo estándar podría necesitar una actualización.

Pieter van Dokkum, un astrónomo de la Universidad de Yale que no participó en la última investigación, elogió la confirmación de las cuatro galaxias distantes recién descubiertas como un "tour de force técnico".

"La frontera se mueve casi todos los meses", comentó van Dokkum en Nature, y agregó que ahora había "solo 300 millones de años de historia inexplorada del universo entre estas galaxias y el Big Bang".

El telescopio Webb ha observado posibles galaxias aún más cerca del Big Bang, pero aún no se han confirmado, dijo.

Referencias

[1] April 4, 2023, *Webb telescope discovers oldest galaxies ever observed* by Juliette Collen and Daniel Lawler, Phys.org new. URL: <https://phys.org/news/2023-04-webb-telescope-oldest-galaxies.html>

[2] B. E. Robertson et al, *Identification and properties of intense star-forming galaxies at redshifts $z > 10$* , Nature Astronomy (2023). DOI: 10.1038/s41550-023-01921-1

[3] Emma Curtis-Lake et al, *Spectroscopic confirmation of four metal-poor galaxies at $z = 10.3$ – 13.2* , Nature Astronomy (2023). DOI: 10.1038/s41550-023-01918-w

[4] Pieter van Dokkum, *An exciting era of exploration*, Nature Astronomy (2023). DOI: 10.1038/s41550-023-01946-6

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

9. Ryugu y el origen de los aminoácidos terrestres

[Editar](#)

¿Cómo se formaron los aminoácidos, uno de los componentes clave de la vida, antes del origen de la vida en la Tierra?

por la Universidad de Okayama.

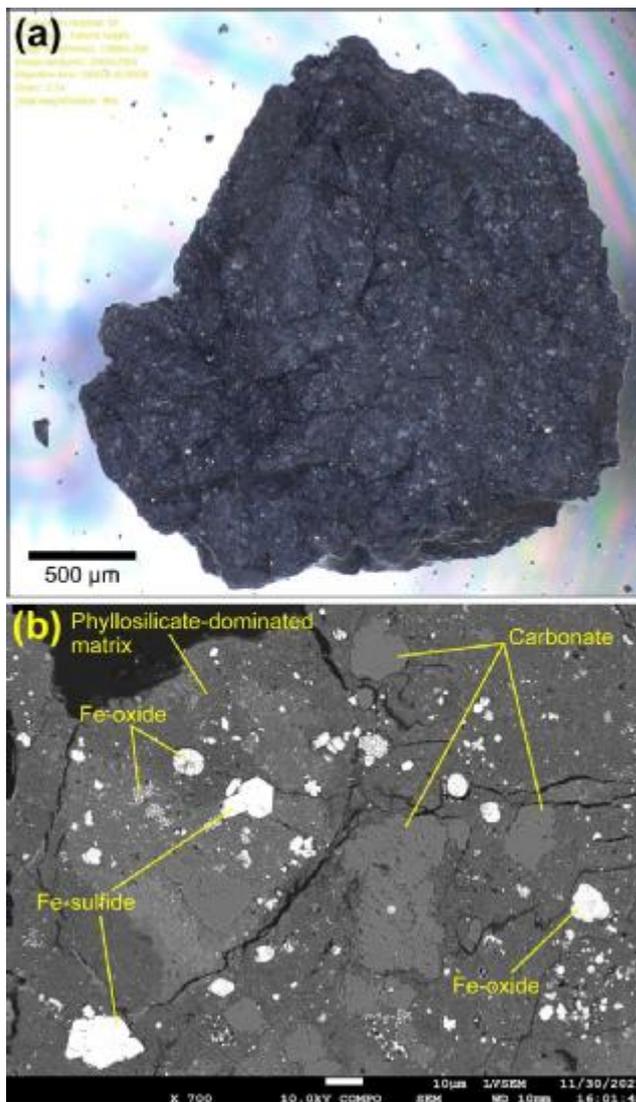


Figura 1. Una textura representativa de la partícula Ryugu (A0022). (a) Una imagen óptica de una vista completa de la partícula. La superficie rugosa e irregular está finamente agrietada, lo que hace que la partícula sea de naturaleza frágil. (b) Una imagen de electrones retrodispersados de una sección transversal de la partícula. Varios μm a 10 de carbonatos de tamaño μm (principalmente dolomita), óxidos de Fe (por ejemplo, magnetita) y sulfuros de Fe (por ejemplo, pirrotita) están muy extendidos en la matriz dominada por filosilicatos (esmectita y serpentina), que también incluye sub - Materia orgánica del tamaño de μm , minerales de sulfuro de Fe, carbonato y fosfato. Crédito: Christian Potiszil, Universidad de Okayama.

Nuestro sistema solar se formó a partir de una nube molecular, que estaba compuesta de gas y polvo que se emitía al medio interestelar (ISM), un vasto espacio entre estrellas. Al colapsar la nube molecular, se formó el sol primitivo, con un gran disco de gas y polvo orbitándolo. El material polvoriento chocó para producir material rocoso que eventualmente crecería en tamaño para convertirse en grandes cuerpos llamados planetesimales.

Los planetesimales que se formaron lo suficientemente lejos del sol también contenían grandes cantidades de hielo. El hielo consistía en agua y otros compuestos volátiles, como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), metanol (CH_3OH) y amoníaco (NH_3), así como muchos otros compuestos orgánicos, probablemente incluyendo algunos aminoácidos. Eventualmente, el hielo se derritió debido a la presencia de material radiactivo que calentó los cuerpos.

Este período de agua líquida (denominada alteración acuosa) permitió que ocurrieran muchas reacciones, incluida la síntesis de Strecker y reacciones similares a las de Formosa, cuyo resultado fue la producción de nuevo material orgánico, incluidos los aminoácidos. El mismo proceso también cambió los materiales rocosos de sus minerales originales a nuevos minerales secundarios, como filosilicatos, carbonatos, óxidos de Fe y sulfuros de Fe.

Después de varios millones de años, los planetesimales comenzaron a congelarse, ya que el material radiactivo se agotó. Las colisiones catastróficas posteriores y la interacción con los planetas del sistema solar rompieron los grandes cuerpos y enviaron sus fragmentos de asteroides y cometas cerca de la Tierra. Desde entonces, otros eventos de impacto han entregado fragmentos de estos asteroides y cometas a la superficie de la Tierra, suministrando a la Tierra grandes cantidades de material orgánico, incluidos aminoácidos, a lo largo de su historia.

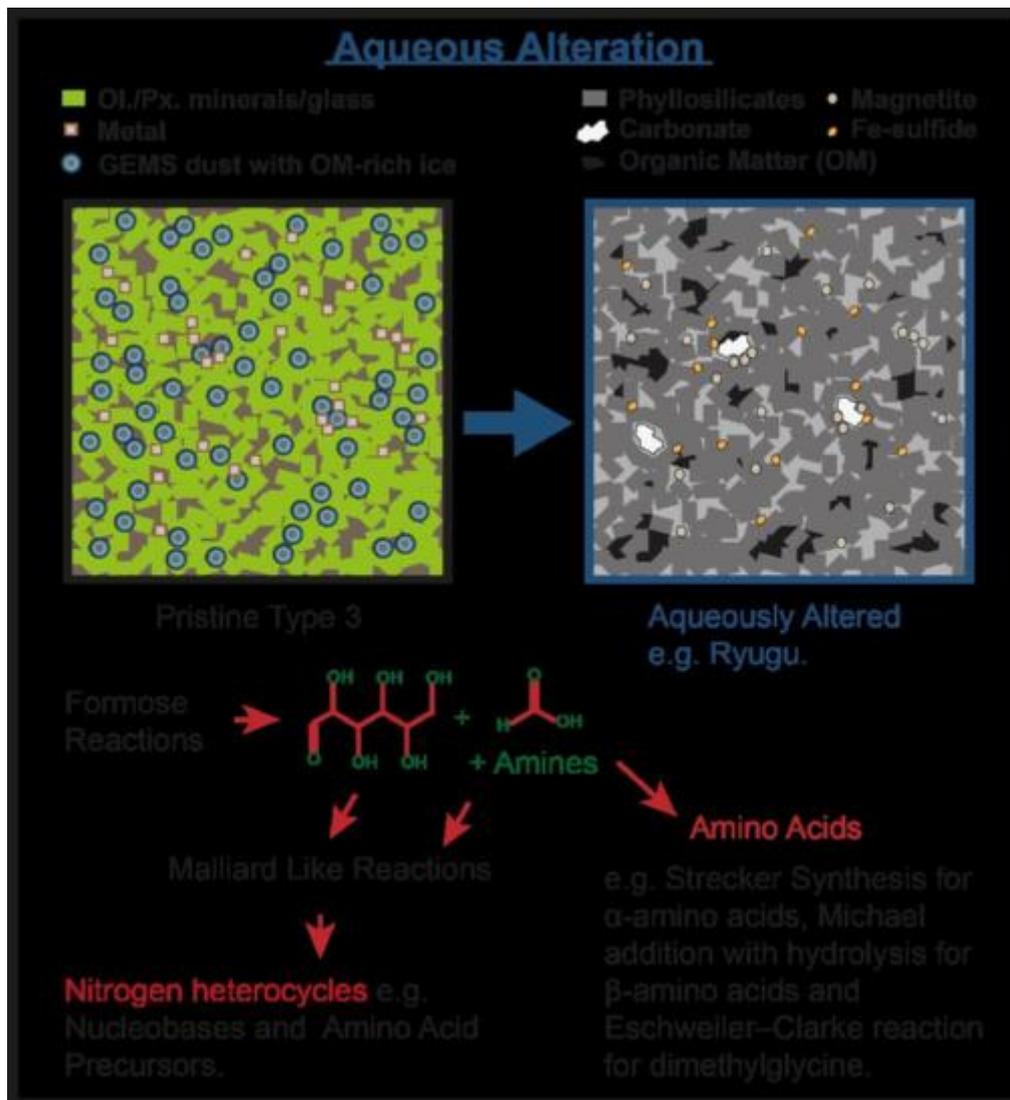


Figura 2. Los efectos de la alteración acuosa en los componentes orgánicos e inorgánicos dentro de los planetesimales. El agua oxida el metal para formar óxidos metálicos y sulfuros y reacciona con las fases de silicato de composición de olivino (Ol.) y piroxeno (Px.) para producir filosilicatos hidratados, que dominan la matriz de muestras altamente alteradas acuosamente, como Ryugu. Mientras tanto, las reacciones de las fases del agua afectan la materia orgánica original, produciendo productos más complejos y aumentando la diversidad de compuestos orgánicos presentes. Crédito: Christian Potyszil, Universidad de Okayama.

Los aminoácidos se encuentran dentro de todos los seres vivos de la Tierra, siendo los componentes básicos de las proteínas. Las proteínas son esenciales para muchos procesos dentro de los organismos vivos, incluida la catalización de reacciones (enzimas), la replicación de material genético (ribosomas), el transporte de moléculas (proteínas de transporte) y el suministro de una estructura a células y organismos (p. ej., colágeno). Por lo tanto, se habrían necesitado aminoácidos en cantidades significativas dentro de la región donde comenzó la vida en la Tierra.

El trabajo anterior ha identificado una serie de posibles entornos tanto en la Tierra Primitiva como en entornos extraterrestres que pueden formar aminoácidos. Curiosamente, la mayoría de los aminoácidos vienen en al menos dos formas, cuyas estructuras representan imágenes especulares entre sí, similares a las manos humanas. En consecuencia, estos se denominan a menudo isómeros ópticos dextrógiros o diestros. Una característica interesante de la vida en la Tierra es que utiliza un tipo particular de aminoácidos en sus proteínas, el isómero óptico zurdo.

Actualmente, solo se sabe que una cierta clase de meteoritos (condritas carbonáceas) contienen excesos de isómeros ópticos levógiros, lo que ha llevado a la idea de que los aminoácidos utilizados por la vida pueden haberse originado a partir de estos meteoritos. A pesar de esto, los aminoácidos en los meteoritos podrían haberse formado antes de su incorporación a los meteoritos o después de que los meteoritos ya se hubieran formado.

En un estudio publicado ahora en Nature Communications, un equipo de científicos analizó varios fragmentos del asteroide Ryugu y calculó la abundancia de aminoácidos dentro de ellos. La abundancia de las fases minerales dentro de las partículas se informó previamente en otra publicación, lo que permitió una comparación entre la abundancia de aminoácidos y minerales. Se encontró que una partícula (A0022) contenía una gran cantidad de un aminoácido poco común en materiales extraterrestres, llamado dimetilglicina (DMG), mientras que la otra partícula (C0008) no contenía este aminoácido por encima del límite de detección.

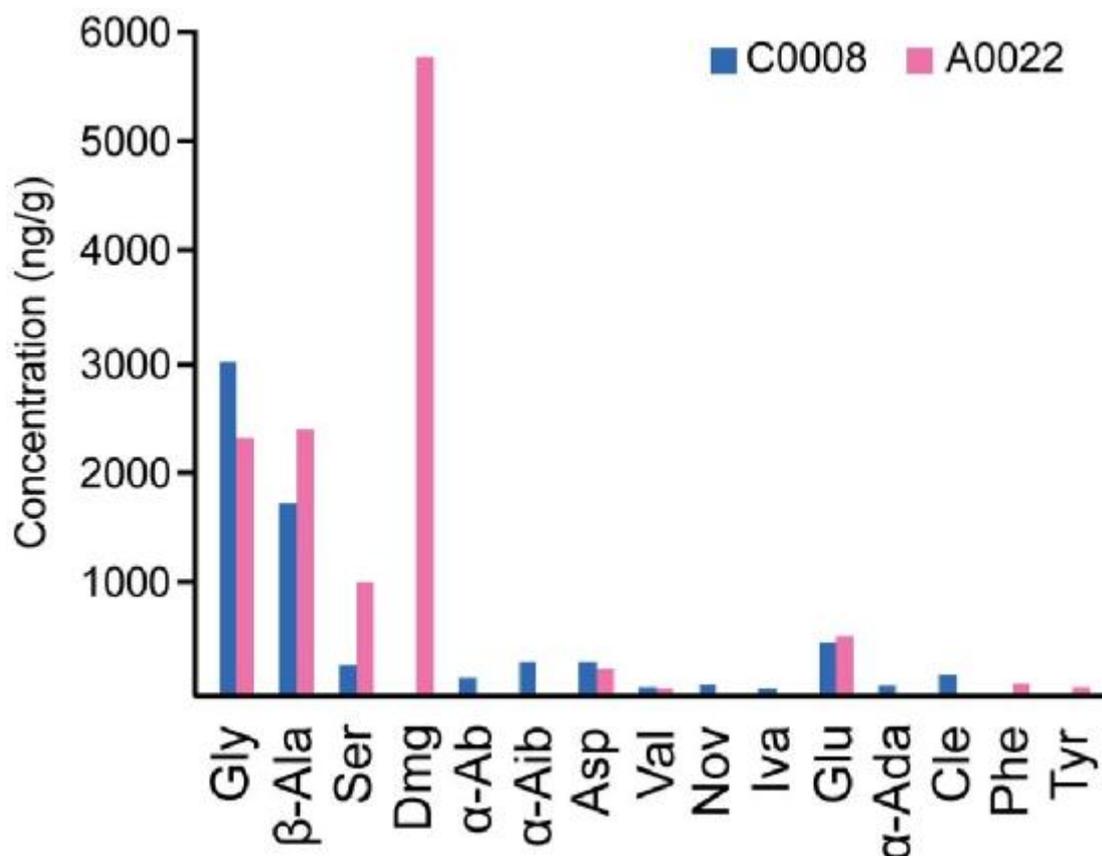


Figura 3. La abundancia de aminoácidos dentro de las dos partículas Ryugu A0022 y C0008 (de Potoszil et al., 2023). Crédito: Christian Potoszil, Universidad de Okayama.

Mientras tanto, se encontró que la abundancia del aminoácido glicina era menor en A0022 en comparación con C0008, mientras que la abundancia de β-alanina mostró la tendencia opuesta. En consecuencia, la proporción de β-alanina a glicina fue mayor para A0022 que para C0008. Se demostró previamente que esta proporción es indicativa del grado de alteración acuosa que opera en los planetesimales. En consecuencia, se planteó la hipótesis de que alguna reacción relacionada con niveles más altos de alteración acuosa en A0022 podría explicar la gran abundancia de DMG en esta partícula, en comparación con C0008.

Como tal, se examinaron las fases minerales para ver si había evidencia adicional de qué reacción puede estar causando las diferentes abundancias de aminoácidos entre las partículas de Ryugu. Se encontró que la abundancia de minerales secundarios (formados después de la alteración acuosa), incluyendo carbonato, magnetita y sulfuros de Fe, fue mayor en A0022 que en C0008.

En particular, la alta abundancia de carbonato apuntaba hacia una mayor cantidad de CO o CO₂ dentro de la región del planetesimal donde se había alterado A0022, en comparación con C0008. Junto con la evidencia de una alteración acuosa más

intensa de la proporción de β -alanina a glicina, esto indicó que, en general, puede haber estado presente más hielo en el precursor de A0022 que en C0008.

Una forma de producir comercialmente DMG, un nutriente importante para los humanos, es a través de la reacción de Eschweiler-Clarke. Esta reacción requiere la interacción de la glicina con el ácido fórmico y el formaldehído en agua y también produce dióxido de carbono. La glicina, el formaldehído y el ácido fórmico se encuentran en los cometas, por lo que se espera que estén presentes en los precursores planetesimales de los asteroides.

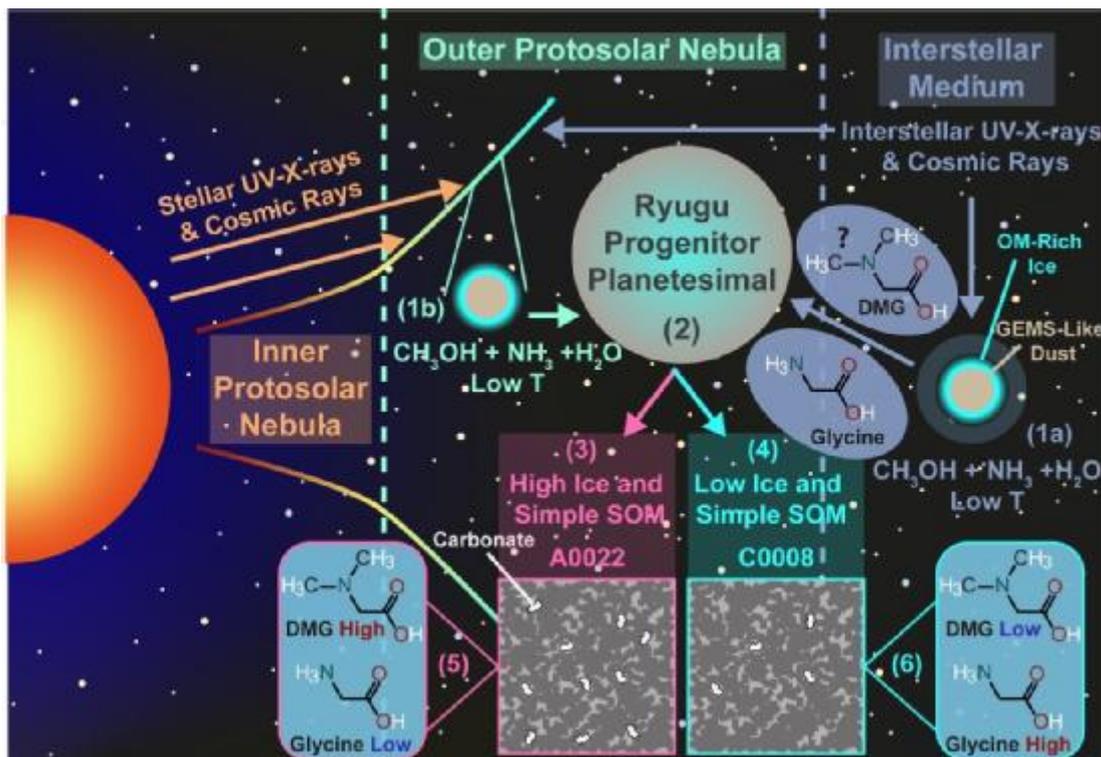


Figura 4. Una descripción general de los procesos que conducen a la formación y evolución de aminoácidos dentro del precursor planetesimal de Ryugu (de Potiszil et al., 2023). 1a: formación de aminoácidos en el medio interestelar (ISM), 1b: formación de aminoácidos en la nebulosa protosolar (PSN), 2: acreción de hielos y materia orgánica simple (incluidos los aminoácidos) en el planetesimal progenitor Ryugu, 3: acumulación de mayores cantidades de hielo y su carga orgánica en A0022, 4: acumulación de menores cantidades de hielo y su carga orgánica en C0008, 5: formación de niveles más altos de N,N-dimetilglicina (DMG) en A0022 a expensas de la glicina y 6: se forman niveles más bajos de DMG debido a un nivel más bajo de componentes de hielo acumulados, lo que significa que menos glicina pudo reaccionar con otros componentes de hielo ISM/PSN durante niveles más bajos de alteración acuosa, en comparación con A0022. T = temperatura, OM = materia orgánica, SOM = materia orgánica soluble, GEMS = vidrio con metal incrustado y

sulfuros y DMG = N,N-dimetilglicina. Crédito: Christian Pötzsil, Universidad de Okayama.

Por lo tanto, si la reacción de Eschweiler-Clarke ocurrió durante la alteración acuosa dentro del precursor de A0022, entonces podría explicar el alto nivel de DMG y la menor abundancia de glicina en esta partícula, en comparación con C0008. Además, el dióxido de carbono producido podría haber contribuido aún más a la formación de carbonatos en A0022.

En general, los hallazgos del estudio indican que ligeras diferencias en las condiciones presentes durante la alteración acuosa en planetesimales pueden tener grandes efectos en la abundancia final de aminoácidos. Algunos aminoácidos pueden destruirse y otros crearse y esto a su vez afectará la disponibilidad de aminoácidos en el origen de la vida en la Tierra.

Referencias

[1] April 5, 2023 , *How were amino acids, one of the key building blocks of life, formed before the origin of life on Earth?* by Okayama University Phys.org news, URL: <https://phys.org/news/2023-04-amino-acids-key-blocks-life.html>

[2] Christian Pötzsil et al, *Insights into the formation and evolution of extraterrestrial amino acids from the asteroid Ryugu*, Nature Communications (2023). DOI: [10.1038/s41467-023-37107-6](https://doi.org/10.1038/s41467-023-37107-6)

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

10. El corazón del cúmulo Abell 1201

[Editar](#)

Lentes gravitacionales revelan un agujero negro ultramasivo en el corazón de Abell 1201

de Lucas Brown | 5 de abril de 2023 |

Título de un artículo interesante: Abell 1201: *Detección de un agujero negro ultramasivo en una lente gravitacional potente.*

Autores: James. W. Nightingale, Russell J. Smith, Qiuhan He, Conor M. O'Riordan, Jacob A. Kegerreis, Aristeidis Amvrosiadis, Alastair C. Edge, Amy Etherington, Richard G. Hayes, Ash Kelly, John R. Lucey, Richard J Massey

Institución del primer autor: Centro de Astronomía Extragaláctica, Departamento de Física, Universidad de Durham, South Road, Durham, DH1 3LE, Reino Unido.

Estado: Publicado en Monthly Notices of the Royal Astronomical Society [1].

Se cree que acechando en el centro de casi todas las galaxias del universo hay un agujero negro supermasivo (SMBH), que coevoluciona e influye en la dinámica de su galaxia anfitriona. Pero a pesar de su enorme influencia y su presencia supuestamente ubicua, modelar sus masas puede ser extremadamente difícil para todas las galaxias excepto para las más cercanas o las más activas. En el artículo de hoy, un equipo de investigadores empleó una técnica poco utilizada para modelar la masa del SMBH central de una galaxia conocida como lente gravitacional fuerte y, como resultado, puede haber encontrado uno de los agujeros negros más grandes jamás descubiertos, con un peso enorme. 32700 millones de masas solares. Como referencia, hay menos de 10 otros agujeros negros conocidos que se cree que son más masivos. Su trabajo, más allá de producir evidencia de este agujero negro "ultramasivo" asombrosamente grande, explora el papel que las lentes gravitatorias fuertes pueden desempeñar en estudios futuros de las poblaciones de agujeros negros. Resulta que estos métodos pueden ayudarnos a aprender sobre la relación entre la masa del agujero negro y la masa de la galaxia anfitriona mucho más atrás en el tiempo cósmico de lo que es posible actualmente.

El por qué y el cómo de la medición de masas de agujeros negros

La idea de que las galaxias y sus SMBH centrales coevolucianan es relativamente nueva, pero se ha convertido en una característica central de los modelos de evolución galáctica. Esto no se debe a su efecto directo sobre la dinámica gravitacional de las galaxias, que se cree que es minúsculo, sino que se cree que está relacionado con las formas en que tales SMBH pueden acumular y expulsar gas y estrellas en la región central de una galaxia, formando lo que se conoce como núcleos galácticos activos (AGN). Como resultado de este nuevo paradigma en cosmología, estudiar la relación entre las propiedades de las SMBH centrales y sus galaxias anfitrionas se ha vuelto más importante que nunca. Una de las relaciones más importantes que se estudian actualmente en este campo es la relación entre la masa del agujero negro y la masa de la galaxia anfitriona, ya que estos parámetros

parecen estar estrechamente relacionados. Pero, ¿cómo inferimos realmente estos parámetros y dónde podrían fallar nuestros métodos actuales?

Las galaxias, debido a sus perfiles grandes y luminosos, pueden estimar sus masas en una variedad de formas (conceptualmente) sencillas; un método común consiste en medir toda la luz que sale de una galaxia y equiparar esta luminosidad con una masa subyacente, lo que (en términos muy generales) funciona porque podemos estimar la salida de luz de las estrellas de una masa determinada. Otro método consiste en examinar los espectros de luz emitidos desde diferentes partes de una galaxia. El desplazamiento de los espectros de luz debido a la velocidad de las estrellas, conocido como desplazamiento hacia el rojo o desplazamiento hacia el azul, nos permite inferir las velocidades de rotación de ciertas galaxias, lo que a su vez proporciona una medida indirecta de su contenido de masa total. El rango típico (específicamente la desviación estándar) de velocidades a través de una galaxia se conoce como su dispersión de velocidad, a menudo denotada como $M(\text{BH})$, y los físicos a menudo se centrarán específicamente en σ , que denota la masa del agujero negro central, y σ denota la velocidad de dispersión de la galaxia anfitriona, a menudo utilizada como indicador de su masa total).

Los SMBH, por otro lado, son extremadamente pequeños en relación con sus galaxias anfitrionas y, como sugiere su nombre, son bastante oscuros. Por lo tanto, las mediciones de sus masas requieren observar la dinámica de los objetos que se mueven cerca de ellos como estrellas u observar la reverberación de las señales a medida que viajan a través del gas denso de un AGN. El primer método requiere imágenes o espectroscopia de alta resolución, lo que limita su uso a las galaxias locales, mientras que el segundo requiere que los SMBH centrales estén "activos", lo que introduce un sesgo hacia las mediciones de un subconjunto particular de todos los SMBH centrales. Si queremos construir una imagen completa de la relación M - σ a lo largo de la historia del universo, necesitamos medir estos parámetros para galaxias mucho más lejanas (y por lo tanto más atrás en el tiempo), mientras también tratando de evitar en lo posible sesgos de selección como estos.

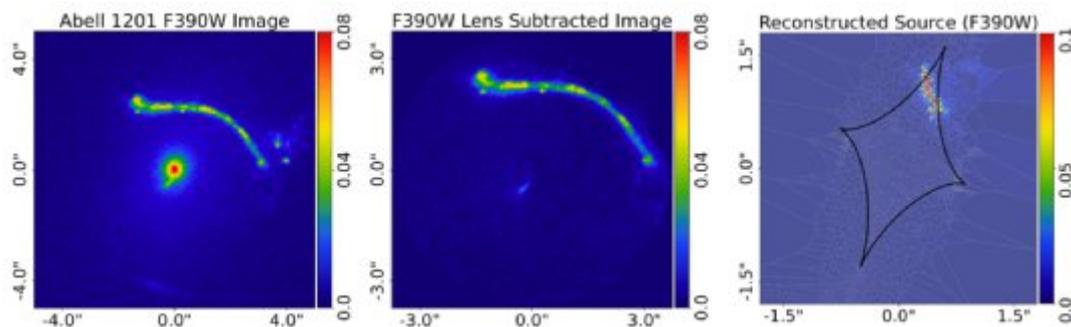


Figura 1: (Izquierda) Imágenes HST de la galaxia objetivo dentro de Abell 1201. La estrecha alineación entre la galaxia objetivo y la galaxia de fondo provoca un fuerte efecto de lente gravitacional en el que la galaxia de fondo aparece como un arco distorsionado y también como una pequeña contraimagen incluso más cerca de la galaxia objetivo. (Centro) La misma imagen después de que el software eliminó la luz de la galaxia objetivo, lo que permite ver la galaxia con lente de forma aislada. (Derecha) La apariencia esperada de la galaxia de fondo antes de la lente, reconstruida utilizando el modelo de lente más probable producido en el análisis de este artículo. (Adaptado por mí de las Figuras 1 y 2 en el artículo de hoy).

En el artículo de hoy, Nightingale et al. emplean un método menos común en este campo en particular: modelar la lente gravitacional del SMBH central de su entorno. Como se describe en muchos artículos anteriores de Astrobites, la lente gravitacional es una predicción de la relatividad general (GR) en la que los sistemas extremadamente masivos pueden desviar la trayectoria de los rayos de luz de los objetos de fondo como una lente óptica tradicional, distorsionando en última instancia su apariencia. Si bien las lentes gravitatorias se utilizan para modelar las distribuciones de masa de grandes sistemas como los cúmulos de galaxias, puede ser más difícil observar las lentes debido únicamente a los agujeros negros, ya que su tamaño más pequeño significa que su efecto de lente es pronunciado ("fuerte") solo para objetos extremadamente alineado con el agujero negro. De hecho, este nuevo trabajo proporciona la primera estimación completa de la masa del agujero negro central de una galaxia utilizando lentes gravitacionales fuertes. Tal descubrimiento fue posible gracias a las circunstancias particulares que rodean a su objeto objetivo: el cúmulo de galaxias más brillante (BCG) dentro del cúmulo de galaxias Abell 1201. Este BCG está alineado con una galaxia de fondo que está distorsionada para aparecer tanto como un gran arco alrededor A 2 segundos de arco del BCG, y también como una contraimagen más pequeña a solo 0,3 segundos de arco.

Creencias bayesianas sobre nuestro BCG

Entonces, ¿cómo hicieron exactamente su análisis? Usando imágenes de alta resolución del telescopio espacial Hubble (HST) de su objetivo en luz visible y ultravioleta, el equipo se puso a trabajar para ajustar varios modelos a sus datos. Dada su imagen, el equipo necesitaba saber qué distribución subyacente de masa y luz sería la más probable para reproducir tanto el arco distorsionado como la pequeña contraimagen. Para calcular esta "probabilidad", emplearon una técnica conocida como comparación de modelos bayesianos, que incorpora no solo qué tan bien se ajusta un modelo dado a los datos, sino que también penaliza los modelos que requieren ajustar más parámetros, esencialmente una versión más rigurosa de la

"navaja de Occam". . Cada modelo incorporó diferentes parámetros en función de si incluía un agujero negro central, cuántos perfiles de luz y perfiles de masa se usaron para modelar la galaxia lente, la separación de materia y materia oscura, etc. Al comparar la "evidencia bayesiana" de cada modelo, los autores podrían comparar directamente qué tan bien se ajustan a los datos. Para aquellos interesados en obtener más información sobre este proceso, los autores incluso brindan un cuaderno Jupyter que explora cómo realizar un modelado de lentes sólido.

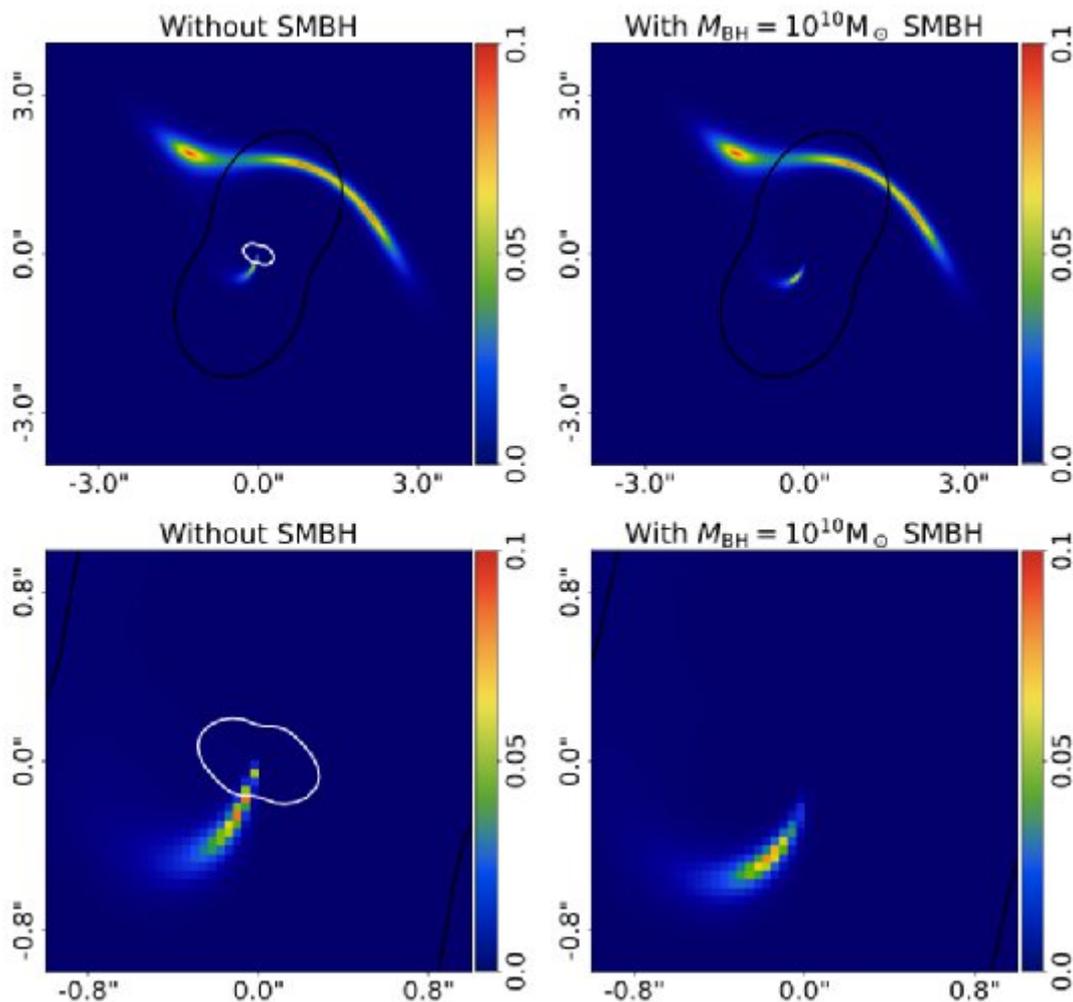


Figura 2: simulación de fuente con lente utilizando un modelo sin (izquierda) y con (derecha) y SMBH central a 10^{10} masas solares. Los dos paneles superiores indican que la inclusión de un SMBH esencialmente no tiene efecto en el arco grande, mientras que los dos paneles inferiores ampliados demuestran cómo la inclusión de un SMBH afecta la contraimagen. Por lo tanto, la presencia de la contraimagen permite una prueba sensible entre modelos SMBH y modelos no SMBH. En su análisis, la inclusión de un SMBH coincidió mejor con los datos reales en casi todos los casos. (Figura 3 en el periódico de hoy).

Después de realizar su análisis, el equipo de investigación descubrió que en tres de los cuatro modelos principales de perfil de masa, la evidencia favorecía en gran medida la adición de un agujero negro central. El único modelo en el que no se favorecía la presencia de un agujero negro central también requería que la masa máxima de la galaxia se compensara con su luminosidad máxima en más de 100 parsec, por lo que los autores consideraron que este resultado no era físico. Al recibir esta evidencia de un agujero negro central, tiene sentido preguntarse: ¿qué masa de agujero negro nos da la mejor concordancia con nuestras observaciones? Al examinar esta pregunta, el equipo exploró el rango de masas probables para sus tres modelos principales y descubrió que todos estiman que la masa del agujero negro central está entre 20 y 40 mil millones de masas solares. Al combinar las distribuciones de probabilidad de cada modelo, citan una masa final prevista de 33 mil millones de masas solares, lo que sitúa la masa del agujero negro de esta galaxia en particular en el extremadamente raro rango "ultramasivo".

En el contexto de la cuestión antes mencionada de la masa del agujero negro frente a la masa de la galaxia anfitriona, este resultado contribuye a un pequeño conjunto de agujeros negros súper o ultramasivos que se sabe que existen dentro de las galaxias de mayor velocidad de dispersión (y, por lo tanto, de mayor masa). Curiosamente, muchas de estas galaxias son $1,5-2\sigma$ más altas de lo esperado dada la masa de sus galaxias anfitrionas (donde σ denota una desviación estándar), mientras que no se conocen agujeros negros centrales que tengan más de $1,5\sigma$ por debajo de la masa esperada. Todavía se desconoce si esto se debe a un efecto físico real o es simplemente una casualidad estadística.

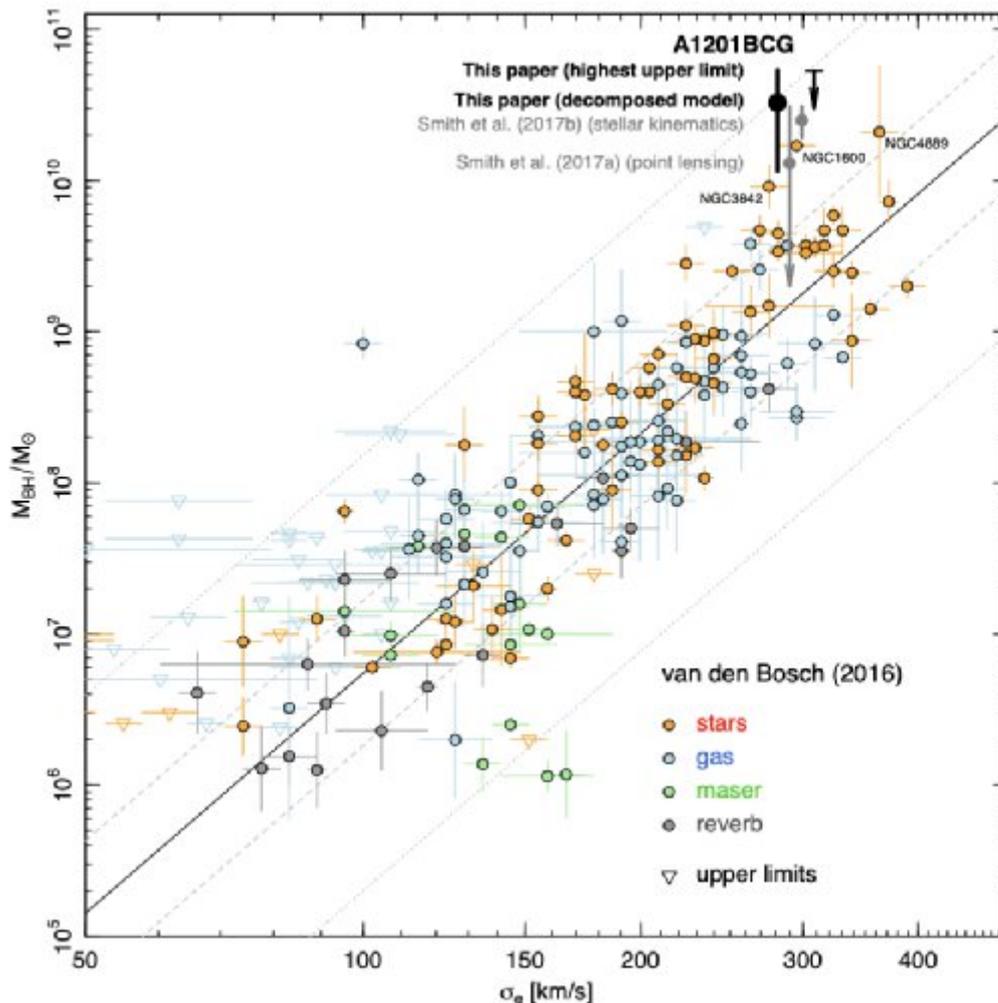


Figura 3: Un gráfico de la relación $M\sigma$ según lo analizado en Bosch (2016), con el nuevo resultado de este documento agregado (los puntos de datos negros en la parte superior derecha). Dada la dispersión de velocidad de la galaxia objetivo indicada aquí como A1201BCG, la estimación de masa en este artículo aleja a la galaxia 2σ de la línea de tendencia esperada. Los autores señalan que la presencia de múltiples SMBH centrales excesivamente masivos en esta parte del gráfico sin ningún valor atípico de baja masa correspondiente puede indicar una ruptura de la tendencia lineal, pero aún no hay suficientes datos para sacar conclusiones firmes. (Crédito: adaptado por los autores de Bosch 2016, figura 12 en el artículo de hoy).

Reflexiones Cósmicas

Volviendo al panorama general, este trabajo proporciona la primera estimación completa de la masa SMBH central de una galaxia utilizando lentes gravitacionales fuertes, un método que no requiere la presencia de un AGN ni limita nuestras observaciones a las galaxias locales. De esta forma, describe un posible método futuro para explorar la relación σ a lo largo del tiempo cósmico, lo que sería de

gran ayuda para los astrónomos y físicos que intentan comprender la evolución galáctica. Sin embargo, los autores advierten que las circunstancias particulares que permitieron realizar este análisis en el sistema Abell 1201 pueden no ser de naturaleza común, por lo que aún está por verse cuán fructífero será este método en el futuro. De todos modos, es seguro decir que este documento constituye un descubrimiento bastante (ultra) masivo.

Referencias

[1] ***Abell 1201: detection of an ultramassive black hole in a strong gravitational lens***, J W Nightingale, Russell J Smith, Qiuhan He, Conor M O’Riordan, Jacob A Kegerreis, Aristeidis Amvrosiadis, Alastair C Edge, Amy Etherington, Richard G Hayes, Ash Kelly, John R Lucey, Richard J Massey. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 521, Issue 3, May 2023, Pages 3298–3322, <https://doi.org/10.1093/mnras/stad587>. URL:

<https://academic.oup.com/mnras/article/521/3/3298/7085506>

[2] Astrobites magazine, *Gravitational Lensing Unveils an Ultramassive Black Hole In the Heart of Abell 1201*, by Lucas Brown | Apr 5, 2023. URL: <https://astrobites.org/2023/04/05/gravitational-lensing-unveils-ultramassive-black-hole/>

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

11. JWST y las lentes gravitacionales en su toda su gloria

[Editar](#)

Publicado el 5 de abril de 2023 por Matt Williams
Esta imagen de JWST muestra la lente gravitacional en su máxima expresión

Uno de los aspectos más intrigantes del cosmos, que el Telescopio Espacial James Webb (JWST) ha permitido explorar a los astrónomos, es el fenómeno conocido como lentes gravitacionales. Como describe la Teoría de la Relatividad General de Einstein, la curvatura del espacio-tiempo se ve alterada por la presencia de objetos masivos y su gravedad. Este efecto lleva a que los objetos en el espacio (como galaxias o cúmulos de galaxias) alteren el camino que la luz viaja desde objetos más

distantes (y también lo amplifiquen). Al aprovechar esto con una técnica conocida como lentes gravitacionales, los astrónomos pueden estudiar objetos distantes con mayor detalle.



Figura 1. JWST muestra el efecto lente gravitacional. Considere la imagen de arriba, la imagen del mes de la ESA adquirida por el Telescopio Espacial James Webb (JWST). La imagen muestra una gran lente gravitacional causada por SDSS J1226+2149, un cúmulo de galaxias ubicado aproximadamente a 6.300 millones de años luz de la Tierra en la constelación Coma Berenices. La lente que crearon estas galaxias amplificó enormemente la luz de la galaxia Cosmic Seahorse, más distante. Combinada con la increíble sensibilidad de Webb, esta técnica permitió a los astrónomos estudiar el caballito de mar cósmico con la esperanza de aprender más sobre la formación de estrellas en las galaxias primitivas. Credit: ESA/Webb, NASA & CSA, J. Rigby.

Las galaxias más cercanas aparecen brillantes y de color blanco azulado en la imagen, mientras que las galaxias más distantes aparecen más tenues y rojizas. Esto es causado por el corrimiento al rojo, donde la expansión del espacio entre un objeto distante y el observador alarga la longitud de onda, desplazándola hacia el extremo rojo del espectro. Donde las galaxias más distantes se alinean con las lentes en primer plano, aparecen como arcos rojos debido a cómo las lentes deforman lo que sale de ellas. El cúmulo de galaxias SDSS J1226+2149 y la lente resultante se pueden ver en la parte inferior derecha como puntos blancos brillantes (que indican galaxias elípticas brillantes).

Vídeo 1. Pan of cosmic seahorse. Credits: JWST collaboration.

La galaxia Cosmic Seahorse es el arco rojo estirado en la vecindad de la lente, que parece mucho más brillante y grueso que los demás. Al igual que muchos lanzamientos anteriores del equipo JWST, esta imagen fue parte de una campaña que da seguimiento a observaciones anteriores realizadas con el venerable Telescopio Espacial Hubble (HST). La imagen fue capturada por la cámara de infrarrojo cercano (NIRCam), la principal cámara de infrarrojo cercano de Webb, como parte de un programa diseñado para estudiar las etapas más tempranas de formación de estrellas en galaxias distantes.

Este programa es consistente con un objetivo científico importante para el JWST: ampliar los límites de la astrofísica y la cosmología al observar cómo se formaron las galaxias en el Universo primitivo (hace aproximadamente 13 mil millones de años). Al comparar estos datos con las observaciones de galaxias en épocas más recientes, los astrónomos pueden rastrear cómo ha evolucionado el Universo a lo largo del tiempo, lo que ayudará a resolver algunos misterios cosmológicos perdurables. En particular, los astrónomos quieren saber con qué rapidez se formaron las estrellas en el Universo primitivo y caracterizar los ambientes en las galaxias primitivas que dieron lugar a nuevas estrellas.

Según nuestra comprensión actual de la evolución galáctica, la primera generación de estrellas en el Universo (estrellas de la Población III) estaba compuesta completamente de hidrógeno y helio. Estas estrellas crearon lentamente elementos más pesados (carbono, nitrógeno, oxígeno, sílice, hierro, etc.) en sus interiores a través de la fusión nuclear, luego los dispersaron cuando se convirtieron en supernova y volaron sus capas exteriores. Esto sembró el medio interestelar (ISM) de nuestra galaxia con minerales y metales que (junto con el hidrógeno y el helio) formaron las siguientes generaciones de estrellas (Población II y I).

Vídeo 2. Pan of cosmic seahorse. Zooming in. Credits: JWST collaboration.

El estudio de las primeras galaxias permitirá a los astrónomos probar nuestros modelos de evolución galáctica y aprender más sobre cómo cambiaron las galaxias con el tiempo. Estas observaciones proporcionarán conjuntos de datos ricos para la comunidad astronómica, lo que permitirá diversas investigaciones sobre fenómenos cósmicos. También demostrarán las capacidades de Webb a medida que se adentra más en el Universo de lo que cualquier observatorio haya visto jamás. Y para colmo,

las imágenes son una fuente de inspiración para las personas que están al tanto de las observaciones más detalladas del cosmos jamás realizadas.

Referencias

[1] Universe Today Magazine, Posted on April 5, 2023 by Matt Williams. *This JWST Image Shows Gravitational Lensing at its Finest*. URL: <https://www.universetoday.com/160788/this-jwst-image-shows-gravitational-lensing-at-its-finest/>

[2] ESA multimedia page, URL: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2023/03/Cosmic_seahorse

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

12. Explosión espacial tipo "Estrella de la Muerte"

[Editar](#)

Publicado el 4 de abril de 2023 por Scott Alan Johnston
Una explosión estelar imitó el final de la Estrella de la Muerte

En 1997, George Lucas lanzó la remasterización de edición especial de su trilogía de Star Wars, haciendo cambios en los efectos especiales que deleitó y dividió a los fanáticos en todo el mundo (¿Han disparó primero?). Entre las innumerables adiciones se encontraba una onda de choque en forma de anillo visualmente espectacular que emanaba de la Estrella de la Muerte en explosión, y también de Alderaan. Los fanáticos de Star Trek estarán encantados de señalar que este efecto especial en particular se usó previamente en la película de 1991 Star Trek VI: The Undiscovered Country, en la que la luna klingon Praxis explota, dando al efecto su nombre: el anillo Praxis. La tradición de Hollywood sugiere que Lucas quedó tan impresionado con el efecto de esa película que también la agregó a Star Wars.

Los anillos de Praxis se ven geniales en la pantalla grande, pero todos sabemos que se supone que las explosiones en el espacio son esféricas. Sin preferencia por arriba, abajo, izquierda o derecha, el material expulsado de una estrella en explosión debería empujar hacia afuera en todas las direcciones.

Excepto cuando no es así. Un artículo publicado a fines de marzo describió la explosión más plana jamás observada, con un disco de material expulsado del núcleo a lo largo de un plano, al igual que el efecto Praxis.

La explosión es AT2018cow, apodada 'La vaca' debido a las letras en su designación generada por procedimientos. La vaca es un transitorio óptico azul rápido (FBOT), una rara clase de explosión de la que solo se han visto cinco. Los FBOT tienden a estar en el extremo azul del rango espectral y ocurren rápidamente en escalas de tiempo astronómicas: la vaca agotó la mayor parte de su energía en 16 días. Pero los FBOT también son increíblemente brillantes, más brillantes que la mayoría de las supernovas.

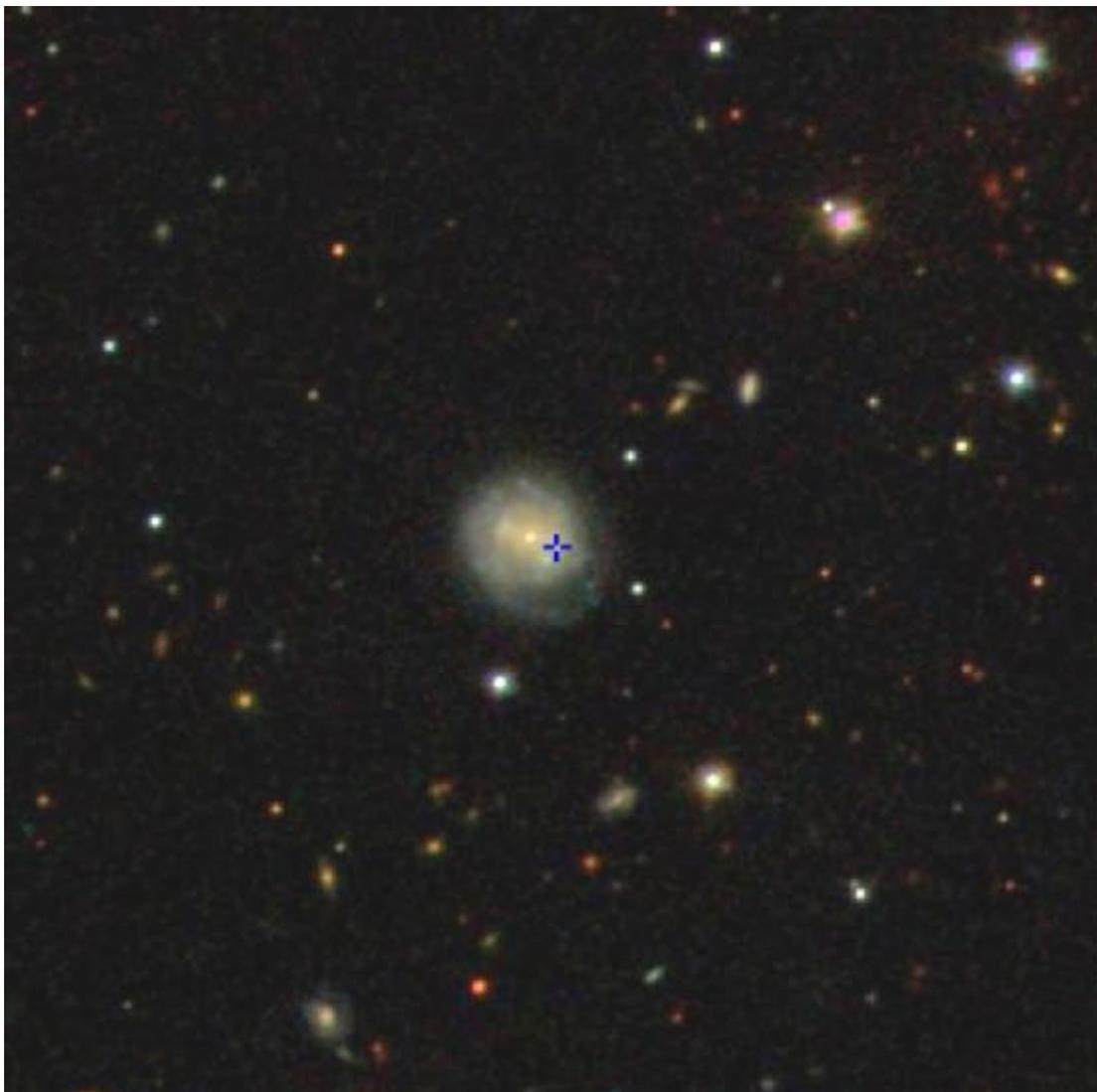


Figura 1. La ubicación de AT2018cow dentro de su galaxia en la constelación de Hércules, vista por el Sloan Digital Sky Survey. Crédito: SDSS.

Justyn Maund, el autor principal del artículo, dijo en un comunicado de prensa que "se sabe muy poco sobre las explosiones FBOT: simplemente no se comportan como deberían hacerlo las estrellas en explosión, son demasiado brillantes y evolucionan

demasiado rápido". En pocas palabras, son raros, y esta nueva observación los hace aún más raros".

A 180 millones de años luz de distancia, The Cow, que se observó en 2018, es el FBOT más cercano jamás visto. El equipo de Maund ha estado analizando los datos de observación y, al estudiar la polarización de la luz recibida de la explosión, pudieron discernir detalles sobre su forma.

La polarización es la propiedad de las ondas de luz que describe la orientación de las ondas. Las gafas de sol utilizan este principio para filtrar la luz solar al bloquear las ondas en una orientación mientras permiten el paso de las ondas en otras orientaciones.

En una explosión estelar, una nube de escombros esféricos y uniformes producirá luz que no está polarizada en ninguna dirección en particular, siendo efectivamente cancelada en toda la esfera. Pero si hay irregularidades en la forma de la nube de escombros, la luz estará parcialmente polarizada.

Las observaciones de The Cow muestran un pico brillante en la polarización 5,7 días después del inicio de la explosión, que disminuyó rápidamente en un día, seguido de un segundo pico el día 12. "Una polarización tan alta requiere una geometría extremadamente esférica", sugiere el artículo. , "como la ruptura de un choque a través de un disco ópticamente grueso".

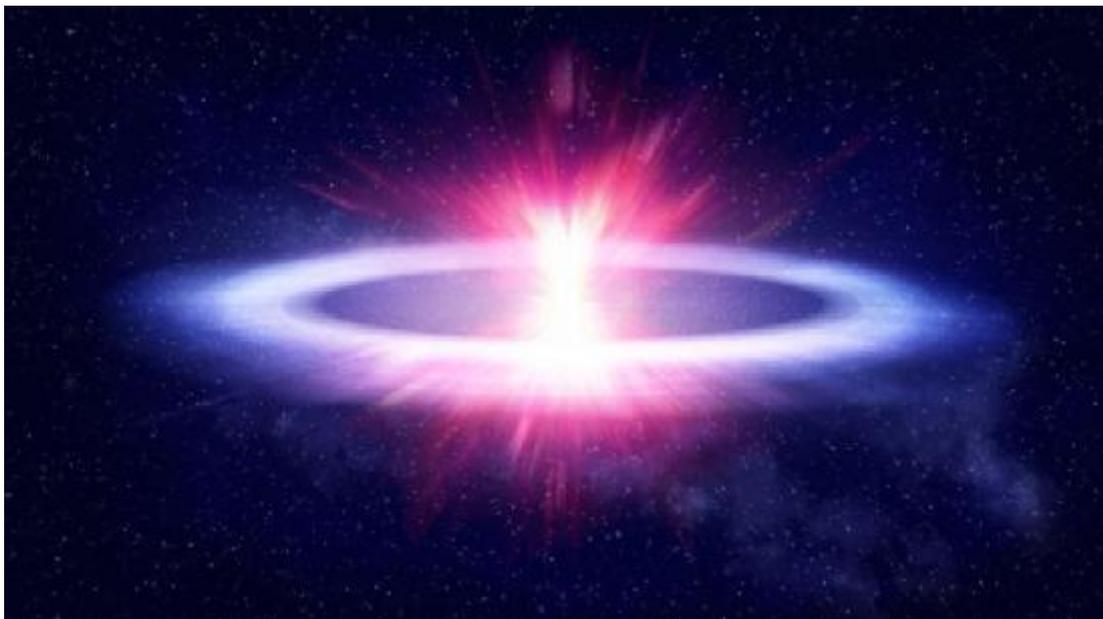


Figura 2. Representación artística de AT2018cow, que muestra una explosión plana en forma de disco. Crédito de la imagen: Philip Drury, Universidad de Sheffield.

En otras palabras, La Vaca (The Cow) parece haber estallado como Praxis.

¿Qué causa los FBOT como The Cow? Va a tomar más trabajo para averiguarlo con seguridad. Los nuevos instrumentos de estudio del cielo como el Observatorio Vera Rubin (programado para su primera luz a finales de este año) podrán capturar un tamaño de muestra más grande de FBOT y facilitar la tarea de caracterizarlos.

Por ahora, Maund y su equipo creen que la explicación más probable es que hay un objeto en acumulación como una estrella de neutrones o un agujero negro en el centro de estos objetos que provocan la explosión, pero el mecanismo exacto no está claro. No parece ser una supernova típica, el colapso de una estrella en un agujero negro o una estrella de neutrones, porque falta níquel radiactivo, que las supernovas suelen producir en grandes cantidades.

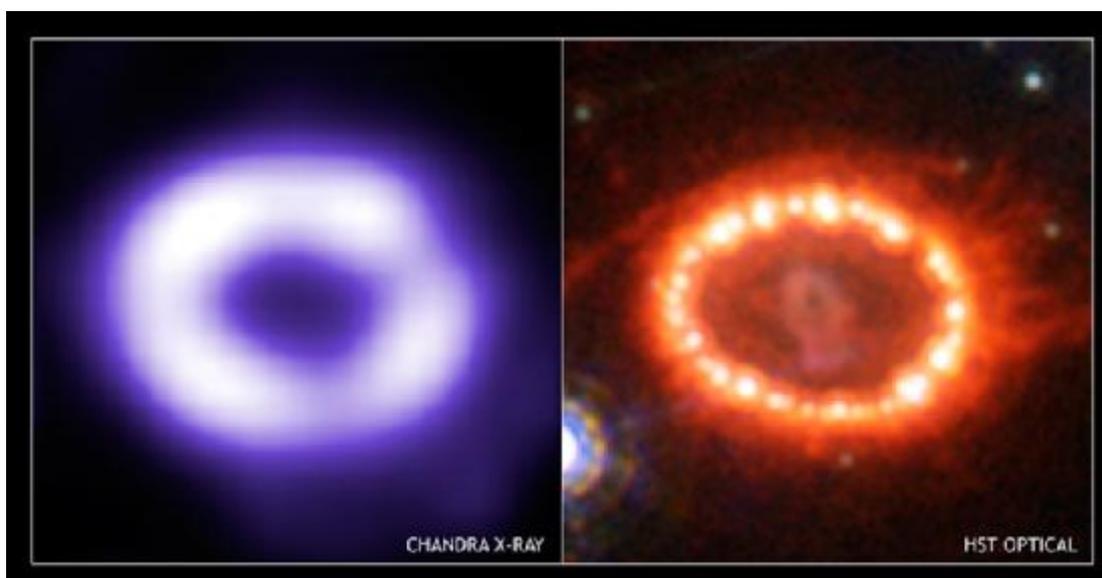


Figura 3. La vaca no es la única explosión que produce formas de anillos. La supernova 1987a se ve aquí en rayos X y luz visible. Un mecanismo similar puede estar funcionando. Crédito de la imagen: Rayos X: NASA/CXC/U.Colorado/S.Zhekov et al.; Óptica: NASA/STScI/CfA/P.Challis.

Pero hay pistas que sugieren que la explicación de la forma del disco radica en lo que sucedió antes de la explosión. Los astrónomos han visto estructuras anulares similares, aunque no idénticas, en algunas supernovas. Durante las últimas etapas de la vida de una estrella, puede convertirse en una supergigante azul y la velocidad de su viento solar aumenta drásticamente. El viento rápido choca con el viento más lento, acumulando material y agrupándolo alrededor de los polos y el ecuador debido al campo magnético de la estrella. Más tarde, cuando la estrella explota, la explosión impacta en el material concentrado, iluminándolo en anillos visibles.

Queda por ver si la forma del disco de The Cow es el resultado de un mecanismo similar. Maund cree que también podría ser una supernova fallida, o el resultado de interrupciones cuando una estrella pasa por un agujero negro.

De cualquier manera, su forma es muy inusual, pero no imposible. Entonces, la próxima vez que veas Star Wars, tendrás que resistir la tentación de decirles a tus amigos que la Estrella de la Muerte debería tener una explosión esférica. Si The Cow nos dice algo, es que a veces las explosiones espaciales son así de raras.

Referencias

[1] “*Scientists observe flattest explosion ever seen in space.*”The University of Sheffield. URL: <https://www.sheffield.ac.uk/news/scientists-observe-flattest-explosion-ever-seen-space>

[2] J. Maund et al. “*A flash of polarized optical light points to an aspherical ‘cow’*” Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. URL: <https://academic.oup.com/mnras/article-abstract/521/3/3323/7049972>

[3] Posted on April 4, 2023 by Scott Alan Johnston, *A Stellar Explosion Mimicked the End of the Death Star*, Universe Today, URL: <https://www.universetoday.com/160783/a-stellar-explosion-mimicked-the-end-of-the-death-star/>

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

13. China prueba un generador de radioisótopos Stirling.

[Editar](#)

China prueba un motor Stirling de radioisótopos en órbita

La Agencia Espacial Nacional de China (CNSA) ha logrado un progreso considerable en los últimos años con el desarrollo de su cohete Gran Marcha 5 (CZ-5) y la finalización de su estación espacial Tiangong-3. La agencia también llamó la atención cuando anunció planes en junio de 2021 para crear una Estación de Investigación Lunar Internacional (ILRS) que rivalizaría con el Programa Artemis. Además de todo eso, China subió la apuesta cuando anunció más tarde ese mes que también tenía planes de enviar misiones tripuladas a Marte para 2033, al mismo tiempo que los planes de la NASA.

Como parte de sus crecientes esfuerzos por convertirse en una gran potencia en el espacio, que incluye la exploración humana, China anunció recientemente la finalización de la primera prueba en órbita de un convertidor termoeléctrico Stirling.

La tripulación de la misión Shenzou-15 realizó la prueba a bordo del Tiangong-3 y fue la primera verificación exitosa de la tecnología en el espacio. Esta tecnología también está siendo investigada por la NASA y se considera una solución tecnológica a los desafíos de la exploración espacial, especialmente en lo que se refiere a estancias de larga duración y misiones a ubicaciones en el espacio profundo.

Al igual que las represas hidroeléctricas generan energía, una unidad Stirling convierte el calor en energía eléctrica a través de una serie de imanes accionados por pistones. Estos pistones dependen de una fuente de combustible para generar calor, empujando los imanes hacia adelante y hacia atrás a través de una bobina de alambre, generando corriente eléctrica. Este proceso se conoce como el Ciclo de Stirling, que es más eficiente que los sistemas de energía solar y las baterías convencionales. En comparación con otros sistemas de energía, también es liviano, tiene una estructura simple, un ciclo de arranque rápido y produce vibraciones menores y bajo nivel de ruido.

Todo esto hace que la tecnología sea atractiva para los ingenieros de naves espaciales y los planificadores de misiones, quienes la ven como un medio más sostenible para proporcionar energía a las naves espaciales y los hábitats de la superficie. Por un lado, puede reducir su dependencia de la energía solar, que está limitada por la eficiencia de las células solares y no siempre es accesible en determinados entornos. Alrededor del Polo Sur de la Luna-Cuenca Aitken, donde varias agencias planean construir estaciones de investigación antes de que finalice la década (incluido el ILRS de China), una noche lunar dura catorce días.

Vídeo 2. Generador AGSR.

El convertidor de potencia Stirling fue desarrollado por el Instituto de Física de Lanzhou en la Academia China de Tecnología Espacial (CAST). Fue transportado a bordo de la estación espacial por la tripulación del Shenzou-15 e instalado en el gabinete del equipo en el módulo de laboratorio de Mengtian. Como informó China Global Television Network (CGTN), se llevaron a cabo tres experimentos en órbita en el módulo de laboratorio antes de la prueba. El convertidor produjo un suministro de energía estable en todo momento y, según se informa, logró un nivel de eficiencia de conversión termoeléctrica que alcanzó "un nivel internacional avanzado bajo la misma relación isotérmica".

Cuando se combinan con un reactor nuclear como fuente de energía, los motores Sterling podrían permitir estancias de larga duración en la Luna y Marte, aumentando la energía solar, las baterías, las celdas de combustible y otras fuentes de energía convencionales. La NASA está investigando actualmente la tecnología como parte

de su experimento Kilopower Reactor Using Sterling Technology (KRUSTY), que evolucionó a partir de esfuerzos anteriores para desarrollar aplicaciones de energía nuclear para la exploración espacial. La NASA y DARPA anunciaron recientemente una asociación para probar un prototipo de sistema de propulsión térmica nuclear en el espacio (programado para 2027).

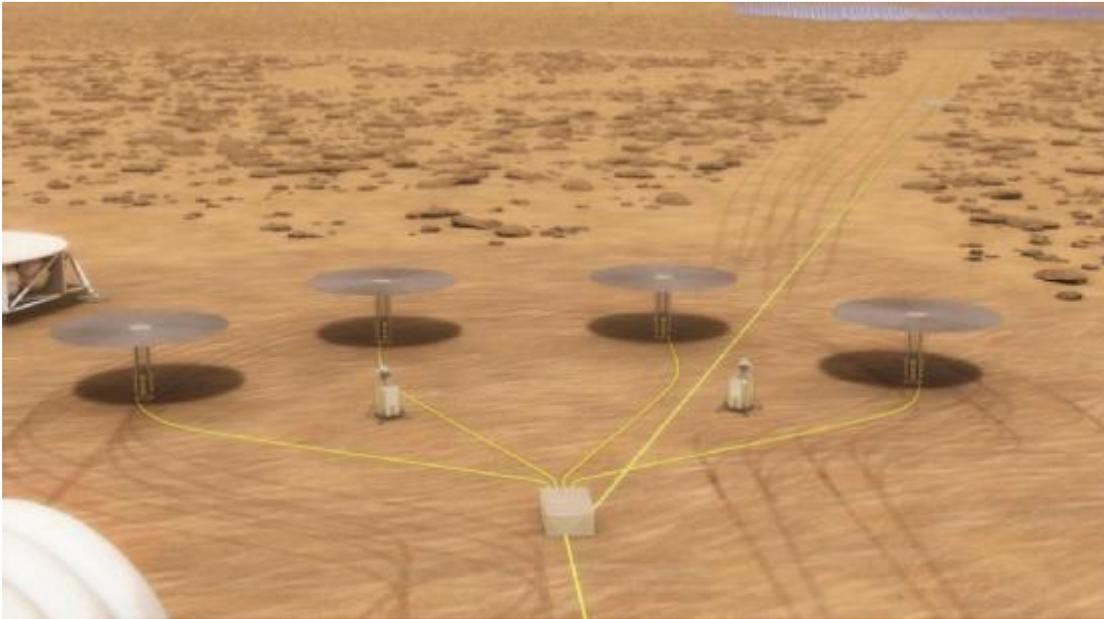


Figura 1. Impresión artística de cuatro generadores KRUSTY que suministran energía a un puesto de avanzada en la superficie de Marte. Crédito: NASA/STMD.

Poco después, la Agencia Espacial del Reino Unido (UKSA) anunció que había contratado a Rolls-Royce para desarrollar sistemas nucleares para la exploración espacial, que podrían impulsar una futura base lunar. Estos y otros intentos de realizar sistemas de propulsión y energía de próxima generación son parte de un esfuerzo creciente para realizar el próximo gran salto en la exploración espacial. También reflejan una verdad innegable sobre la era espacial moderna: es un asunto internacional caracterizado por la competencia y la cooperación.

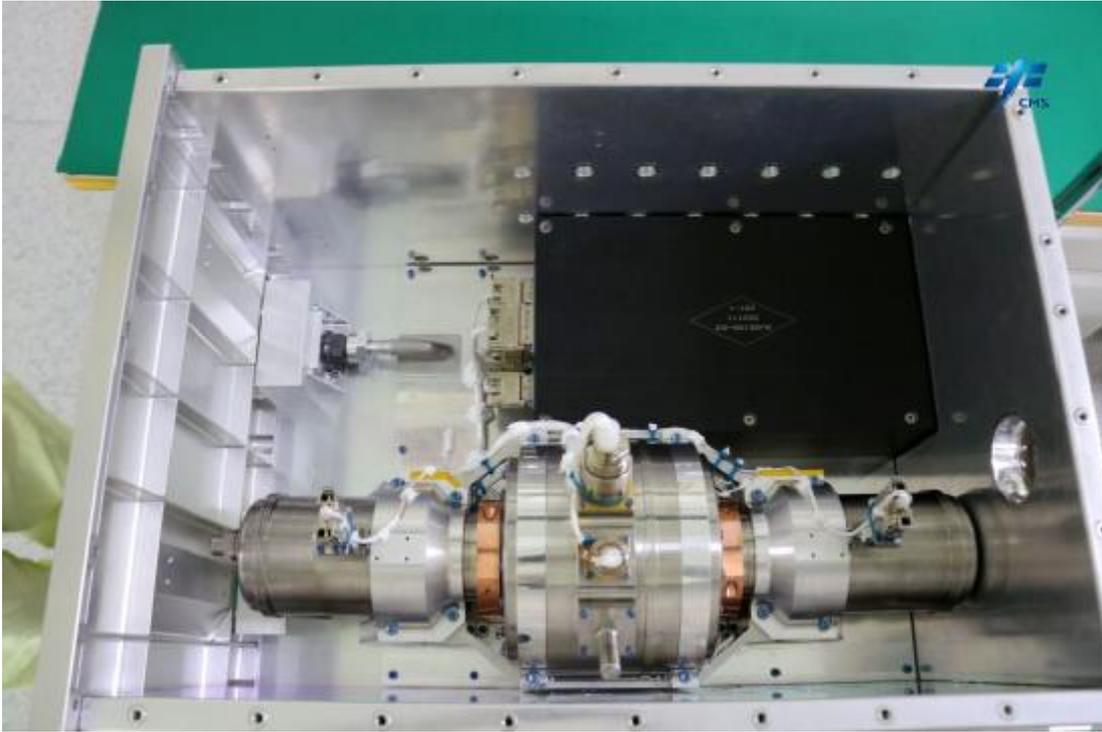


Figura 2. The uncapped Stirling thermoelectric converter. Credit: China Manned Space Agency.

Referencias

[1] Posted on April 5, 2023 by Matt Williams. *China Tests a Stirling Engine in Orbit*, Universe Today. URL: <https://www.universetoday.com/160816/china-tests-a-stirling-engine-in-orbit/>

[2] CGTN news. URL: <https://news.cgtn.com/news/2023-04-02/China-verifies-in-orbit-thermoelectric-new-energy-supply-technology-1iFznsoBq6c/index.html>

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

14. Estados excitados de núcleos exóticos

[Editar](#)

5 de abril de 2023

Una novedosa forma de llegar a los estados excitados de núcleos exóticos

por el Departamento de Energía de EE.UU.

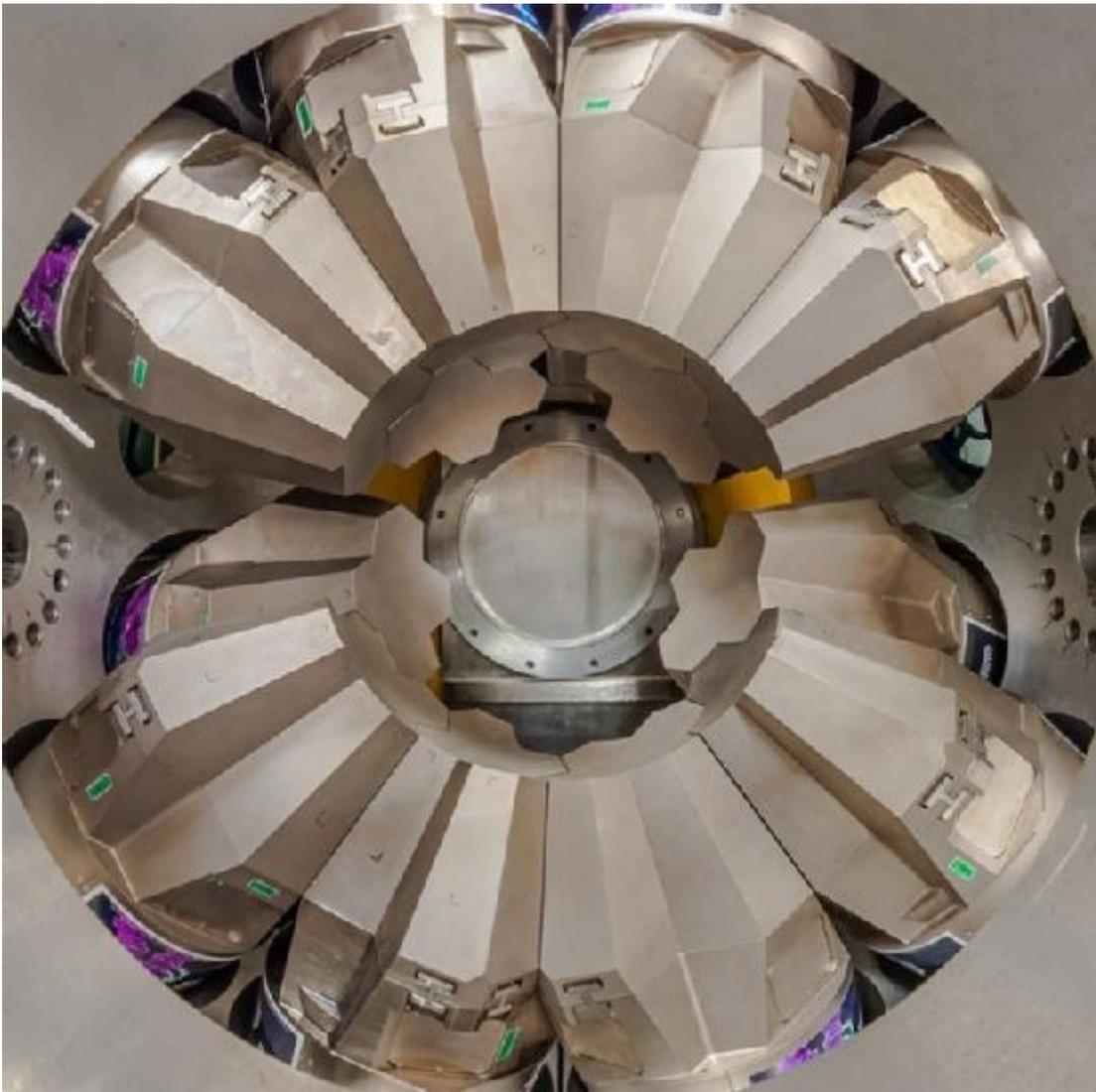


Figura 1. El espectrómetro de rayos gamma GRETINA instalado en la Universidad Estatal de Michigan midió los niveles de energía en núcleos exóticos. Crédito: Shumpei Noji, Instalación para Haces de Isótopos Raros(the Facility for Rare Isotope Beams).

Un núcleo atómico asume niveles discretos de energía cuando la energía añadida excita ese núcleo. Estos niveles de energía son la huella digital única del núcleo; no hay dos núcleos que tengan patrones de energía idénticos. Para los núcleos exóticos, que tienen un número desequilibrado de protones y neutrones y, a menudo, solo existen durante una fracción de segundo, los investigadores han ideado una variedad de métodos para medir las energías de sus niveles excitados.

Los investigadores encontraron recientemente niveles inusuales que se formaron cuando un haz de calcio-38 que viajaba al 30 por ciento de la velocidad de la luz chocó con un objetivo de berilio-9. Los núcleos de calcio-38 perdieron una cantidad sustancial de energía en el encuentro.

Los investigadores rastrearon los niveles excitados inusuales formados en el calcio-38 hasta la excitación simultánea de varios protones y neutrones. Las energías de tales estados complejos son sondas sensibles para la teoría nuclear. Son difíciles de observar en las reacciones que normalmente se realizan a altas energías de haz en los aceleradores de partículas.

Por lo tanto, tales reacciones de dispersión disipativa son una nueva herramienta en el arsenal de los investigadores nucleares que estudian y modelan núcleos. En el futuro, los investigadores pueden usar este tipo de reacciones para estudiar niveles de energía inusuales en muchos otros núcleos de vida corta para probar la teoría nuclear, por ejemplo, en la Instalación para Haces de Isótopos Raros.

Los investigadores encontraron una vía novedosa que conduce a la formación de estados excitados complejos en isótopos raros. Realizaron el experimento en el Laboratorio Nacional de Ciclotrones Superconductores, un acelerador de partículas basado en ciclotrones en la Universidad Estatal de Michigan que antes funcionaba como una instalación para usuarios de la Fundación Nacional de Ciencias. Estos estados excitados parecen implicar la reorganización de múltiples nucleones, formados en una sola colisión de proyectil-objetivo de alta energía.

Las energías de dichos estados son puntos de referencia sensibles para los cálculos del modelo de capa que se extienden a lo largo de grandes espacios modelo. Para el raro isótopo calcio-38, los investigadores observaron la población de tales niveles de energía a través de la espectroscopia de rayos γ en el haz con GRETINA.

Esto siguió después de la dispersión inelástica en la que el haz entrante de calcio-38 interactuó con un objetivo de berilio-9 a más del 30 por ciento de la velocidad de la luz. El haz entrante de calcio-38 sorprendentemente perdió más de 200 millones de electronvoltios en energía. Estos estados reveladores de estructuras complejas han estado previamente fuera de alcance en los experimentos de haz rápido de alta luminosidad típicamente sin una pérdida de energía tan alta. La mayoría de las veces eluden la observación en reacciones de baja energía, que requieren intensidades de haz mucho más altas.

Este trabajo fue realizado por una colaboración de experimentalistas y teóricos de la Universidad Estatal de Michigan, la Universidad de Washington en St. Louis, el Laboratorio Nacional de Argonne y la Universidad de Surrey en el Reino Unido. La investigación relacionada se publicó en *Physical Review Letters* y *Physical Review C*.

Referencias

[1] April 5, 2023, *A novel way to get to the excited states of exotic nuclei*, by US Department of Energy. Phys.org news, URL: <https://phys.org/news/2023-04-states-exotic-nuclei.html>

[2] A. Gade et al, *Dissipative Reactions with Intermediate-Energy Beams: A Novel Approach to Populate Complex-Structure States in Rare Isotopes*, Physical Review Letters (2022). DOI: [10.1103/PhysRevLett.129.242501](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.242501).

[3] A. Gade et al, *Exploiting dissipative reactions to perform in-beam γ -ray spectroscopy of the neutron-deficient isotopes Ca-38,Ca-39*, Physical Review C (2022). DOI: [10.1103/PhysRevC.106.064303](https://doi.org/10.1103/PhysRevC.106.064303).

Artículo editado y traducido por Juan F. González.

15. Methalox

[Editar](#)

Terran 1 quema metalox

Imagen astronómica del día ¡Descubre el cosmos! APOD

Cada día se presenta una imagen o fotografía diferente de nuestro fascinante universo, junto con una breve explicación escrita por un astrónomo profesional.
2023 6 de abril.



Figura 1. Crédito de la imagen: Relatividad / John Kraus Explicación: El cohete Terran 1 de Relativity está impreso principalmente en 3D. Quema un combustible de cohete criogénico compuesto de metano líquido y oxígeno líquido (metalox). En este primer plano del lanzamiento de un Terran 1 en la noche del 22 de marzo desde Cabo Cañaveral, trozos de hielo caen a través del impresionante marco mientras el escape azul intenso sale de sus nueve motores Aeon 1. En un vuelo en gran parte exitoso, el innovador cohete logró el corte del motor principal y la separación de etapas, pero no llegó a la órbita después de una anomalía al comienzo de su segundo vuelo de etapa. Por supuesto, este cohete Terran 1 nunca tuvo la intención de viajar a Marte. Aún así, los componentes de metano y oxígeno líquido de su combustible metalox pueden fabricarse únicamente a partir de materiales que se encuentran en el Planeta Rojo. El metalox fabricado en Marte podría usarse como combustible para cohetes que regresan al planeta Tierra.

Referencias

[1] APOD. 6 de abril de 2023.

Artículo traducido por Juan F. González.

16. GRB 221009A

[Editar](#)

Publicado el 6 de abril de 2023 por David Dickinson:

El estallido de rayos gamma más brillante arroja luz sobre la estructura de la Vía Láctea

El estallido de rayos gamma más brillante jamás visto en 2022 aún desconcierta a los astrónomos.

Cuanto más investigadores miran un evento reciente que establece un récord, más extraño se vuelve.

La historia comienza la noche del 9 de octubre de 2022, cuando el observatorio en órbita Neil Gehrels Swift de la NASA detectó un fuerte estallido de rayos X. La fuente estaba en la dirección de la constelación de Sagitta the Arrow a lo largo del plano galáctico, lo que sugiere una fuente en nuestra propia galaxia, la Vía Láctea. Sin embargo, las observaciones de seguimiento del Telescopio Espacial de Rayos Gamma Fermi de la NASA y el Very Large Telescope del Observatorio Europeo Austral con base en la Tierra pronto revelaron que la fuente estaba mucho más distante, emanando de un estallido de rayos gamma que se encontraba más allá de nuestra galaxia. Este estallido solo pareció haber ocurrido a lo largo de nuestra línea de visión, visto a través de la propia galaxia del avión desde nuestra perspectiva terrestre.

Universo hoy

Los astrónomos pronto se dieron cuenta de que tenían una oportunidad sin precedentes de presenciar un evento raro y explotarlo para la ciencia. Apodado GRB 221009A, el estallido agregó un gigavatio completo de energía, equivalente a la salida de una central eléctrica terrestre, a la ionosfera superior de la Tierra. Otras naves espaciales en todo el sistema solar, incluida la misión conjunta del Observatorio Heliosférico Solar (SOHO) de NASA/ESA, Gaia, Solar Orbiter de ESA, BepiColombo y XMM-Newton de ESA fueron testigos del evento en todo el espectro.

De hecho, GRB 221009A fue brevemente lo suficientemente brillante como para que los aficionados lo captaran, aunque no hay evidencia de que los afortunados lectores de imágenes hayan detectado el estallido. El resplandor perduró en el espectro de rayos X y rayos gamma durante algún tiempo.



Figura 1. La ubicación de GRB 221009A en el cielo. Stellarium.

Seguimiento de GRB 221009A.

Ahora, los astrónomos han publicado más observaciones del evento y recientemente revelaron los hallazgos de las observaciones del evento el 28 de marzo de 2023 en la 20ª Reunión de la División de Astrofísica de Alta Energía de la Sociedad Astronómica Estadounidense.

“Este ha sido un evento muy revelador”, dice Alicia Rouco Escorial (ESA- Research Fellow) en un comunicado de prensa reciente. “Hemos tenido mucha suerte de presenciarlo”.

Redshift finalmente clavó la tremenda distancia del GRB en $z = 0.151$, vinculando el estallido a una distancia actual de 2.400 millones de años luz de distancia, habiendo ocurrido hace 1.900 millones de años. Por contexto, esto fue al final del Gran Evento de Oxidación en la Tierra en el Eón Proterozoico. La discrepancia entre fechar distancias cosmológicas tan extremas ocurre porque el Universo mismo se está expandiendo durante el tiempo intermedio.

Un extraño estallido de rayos gamma

Pero que fue? Los estallidos de rayos gamma son eventos altamente energéticos. Los estallidos de rayos gamma se detectaron por primera vez cuando EE. UU. lanzó la serie de satélites Vela a partir de 1963, destinados a detectar estallidos terrestres de pruebas nucleares. La mejor teoría de trabajo es que los GRB se emiten a partir de supernovas o fusiones de estrellas de neutrones. Se cree que un evento tan energético como GRB 221009A solo ocurre una vez cada pocos miles de años, lo que lleva a los astrónomos a referirse a él como un BARCO, el más brillante de todos los tiempos.

<https://www.universetoday.com/wp-content/uploads/2023/04/ezgif.com-resize.gif>

Figura 2. Fermi GRB. El telescopio espacial de rayos gamma Fermi de la NASA ve GRB 221009A. NASA

El estallido en realidad iluminó 20 nubes de polvo en nuestra propia galaxia, dando a los astrónomos una oportunidad única de estimar la distancia y la composición del grano de polvo de estas nubes de polvo a lo largo de nuestra línea de visión. El estallido de energía de GRB 221009A viajó a la velocidad de la luz durante casi dos mil millones de años antes de encontrar la primera nube de polvo en nuestra Vía Láctea hace "solo" 60.000 años e interactuar con la última hace unos 1.000 años. Estas interacciones de distancia se pueden ver en la perspectiva de los anillos concéntricos en las observaciones de XMM-Newton.

GRB

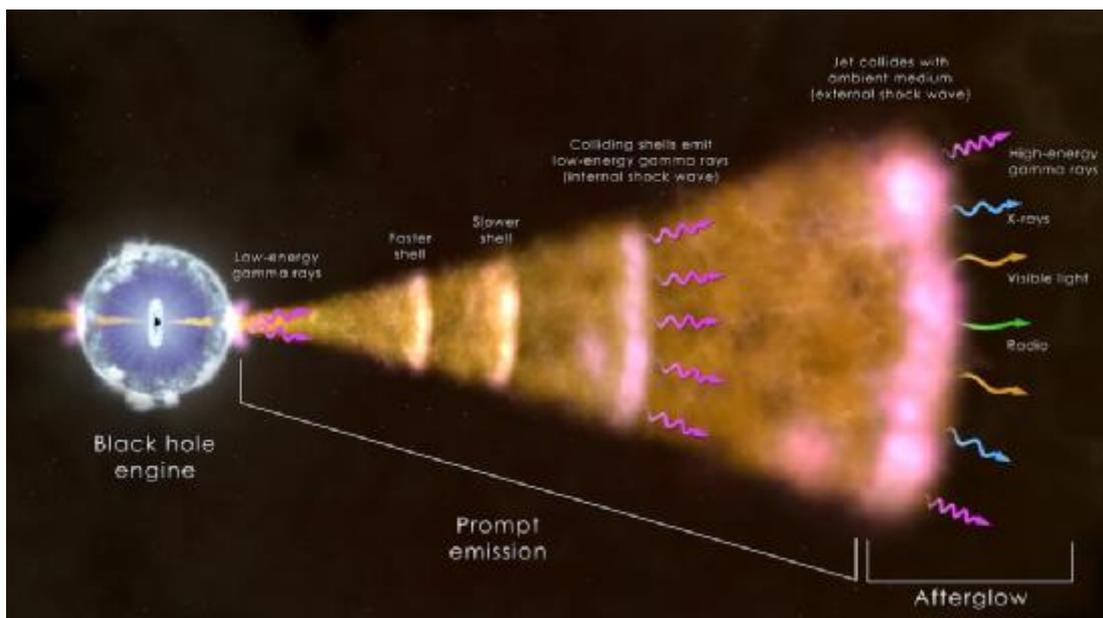


Figura 3. GRB 221009A: mirando hacia atrás en el tiempo. ESA

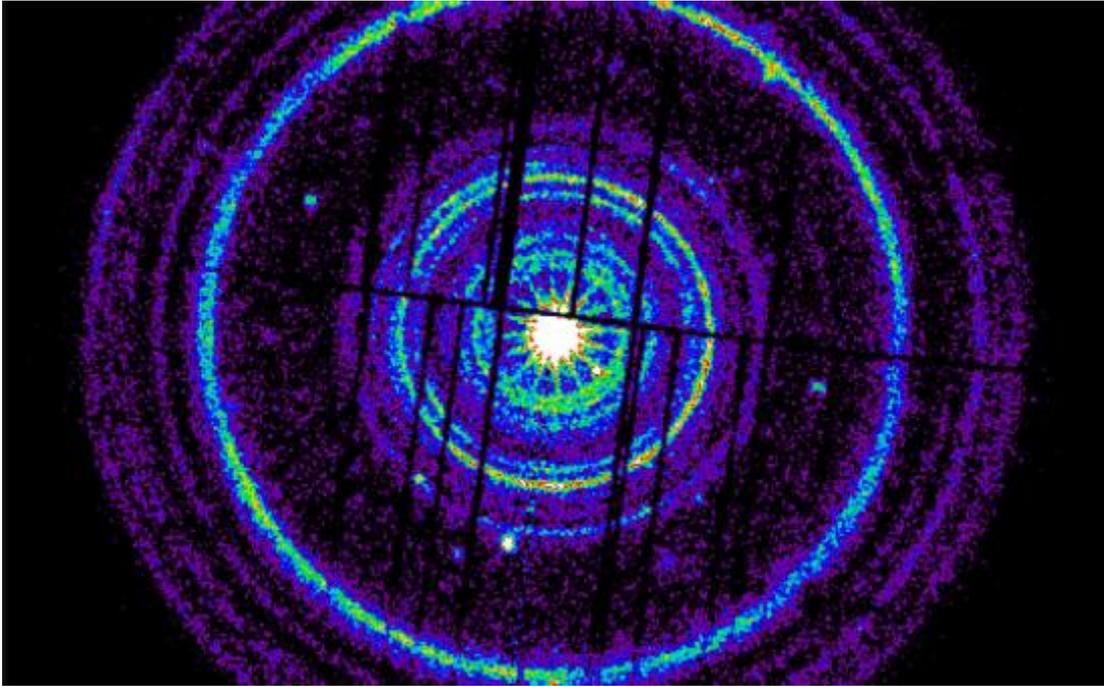
Pero las cosas se ponen aún más extrañas. El Hubble y el Telescopio Espacial James Webb han rastreado la región del estallido y hasta ahora... no han encontrado nada más que el resplandor crepuscular. Si GRB 221009A fue una explosión de supernova, el agujero negro resultante devoró rápidamente cualquier resto restante.



Figura 4. Vista del Hubble del resplandor crepuscular (en un círculo) de GRB 221008A. NASA/HST/STScI

“Eso es raro”, dice el astrónomo Andrew Levan (Universidad de Radbound-Países Bajos) en un comunicado de prensa reciente. “... y todavía no es totalmente obvio lo que significa”.

Aunque el misterio permanece, eventos como GRB 221009A continuarán arrojando luz sobre la vanguardia de la astrofísica moderna.



XMM

Newton's view of the remnant of the record-setting gamma-ray burst 221009A. ESA. Vista de XMM Newton del remanente del estallido de rayos gamma sin precedentes 221009A. ESA

Referencias

[1] Posted on April 6, 2023 by David Dickinson, *Universe Today*, *Brightest Gamma-ray Burst Shines Light on Milky Way Structure*, URL: <https://www.universetoday.com/160754/brightest-gamma-ray-burst-shines-light-on-milky-way-structure/>

[2] ESA news, URL: https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Brightest_gamma-ray_burst_illuminates_our_galaxy_as_never_before

Artículo editado y traducido por JFG.

17. Los anillos de Urano

[Editar](#)

6 de abril de 2023

Webb agrega otro mundo anillado con una nueva imagen de Urano

por la NASA.

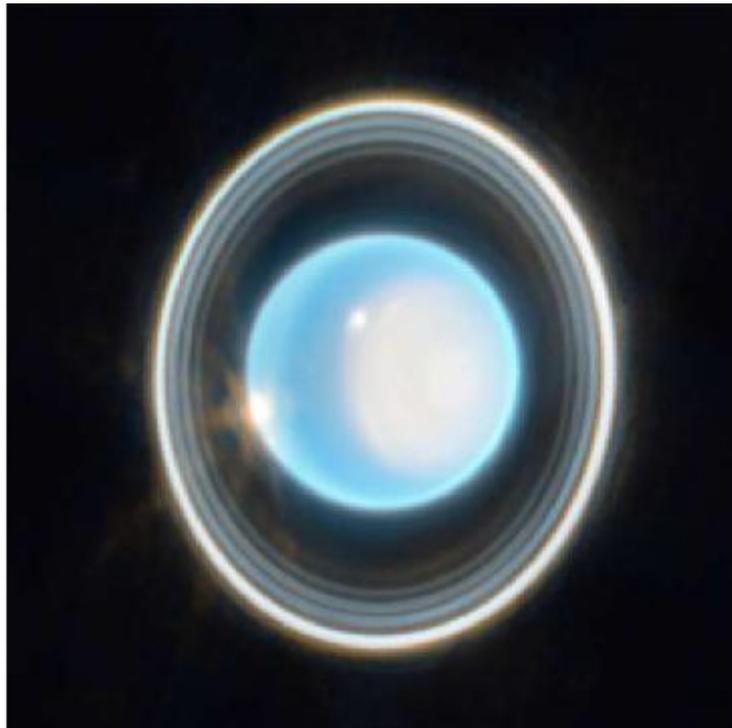


Figura 1. Esta imagen ampliada de Urano, capturada por la cámara de infrarrojo cercano de Webb (NIRCam) el 6 de febrero de 2023, revela impresionantes vistas de los anillos del planeta. El planeta muestra un tono azul en esta imagen de color representativa, creada mediante la combinación de datos de dos filtros (F140M, F300M) a 1,4 y 3,0 micrones, que se muestran aquí en azul y naranja, respectivamente. En el lado derecho del planeta hay un área de brillo en el polo que mira hacia el Sol, conocida como casquete polar. Este casquete polar es exclusivo de Urano porque es el único planeta del Sistema Solar que está inclinado de lado, lo que provoca sus estaciones extremas. Un nuevo aspecto del casquete polar revelado por Webb es un sutil brillo cerca del polo norte de Urano. En el borde del casquete polar se encuentra una nube brillante y se pueden ver algunas características extendidas más débiles más allá del borde del casquete; una segunda nube muy brillante se ve en la extremidad izquierda del planeta. Tales nubes son típicas de Urano en longitudes de onda infrarrojas y probablemente estén relacionadas con la actividad de tormentas. Crédito: NASA, ESA, CSA, STScI, J. DePasquale (STScI)

Siguiendo los pasos de la imagen de Neptuno publicada en 2022, el telescopio espacial James Webb de la NASA/ESA/CSA ha tomado una imagen impresionante del otro gigante de hielo del sistema solar, el planeta Urano. La nueva imagen presenta anillos dramáticos, así como características brillantes en la atmósfera del planeta.

Los datos de Webb demuestran la sensibilidad sin precedentes del observatorio al revelar los anillos de polvo más tenues, que solo han sido fotografiados por otras dos instalaciones: la nave espacial Voyager 2 cuando sobrevoló el planeta en 1986 y el Observatorio Keck con óptica adaptativa avanzada.

El séptimo planeta desde el sol, Urano es único: gira de lado, en un ángulo de casi 90 grados desde el plano de su órbita. Esto provoca temporadas extremas ya que los polos del planeta experimentan muchos años de luz solar constante seguidos de un número igual de años de completa oscuridad. (Urano tarda 84 años en orbitar alrededor del sol).

Actualmente, es primavera tardía en el polo norte, que es visible aquí; El verano del norte de Urano será en 2028. Por el contrario, cuando la Voyager 2 visitó Urano, era verano en el polo sur. El polo sur está ahora en el 'lado oscuro' del planeta, fuera de la vista y frente a la oscuridad del espacio.

Esta imagen infrarroja de la cámara de infrarrojo cercano de Webb (NIRCam) combina datos de dos filtros de 1,4 y 3,0 micrones, que se muestran aquí en azul y naranja, respectivamente. El planeta muestra un tono azul en la imagen de color representativo resultante.

Vídeo 1. JWST muestra los anillos de Urano como nunca antes se han visto.

El Telescopio Espacial James Webb de la NASA/ESA/CSA ha tomado una imagen impresionante del otro gigante de hielo del Sistema Solar, el planeta Urano. La nueva imagen presenta anillos dramáticos, así como características brillantes en la atmósfera del planeta. Los nuevos datos Webb de Urano ofrecen una sensibilidad exquisita, revelando los anillos polvorientos más tenues. El séptimo planeta desde el Sol, Urano es extraño: gira de lado, en un ángulo de casi 90 grados desde el plano de su órbita. Esto provoca temporadas inusuales ya que los polos del planeta experimentan 42 años de luz solar constante y 42 años de oscuridad total (Urano tarda 84 años en orbitar alrededor del Sol). Actualmente, es primavera tardía en el polo norte, que está en el lado derecho de esta imagen; El verano del norte de Urano será en 2028. Crédito: NASA

Cuando la Voyager 2 miró a Urano, su cámara vio una bola azul verdosa casi sin rasgos distintivos en longitudes de onda visibles. En longitudes de onda infrarrojas, y con la mayor sensibilidad de Webb, vemos más detalles, mostrando cuán dinámica es realmente la atmósfera de Urano.

En el lado derecho del planeta hay un área de brillo en el polo que mira hacia el sol, conocida como casquete polar. Este casquete polar es exclusivo de Urano: parece aparecer cuando el polo entra directamente en la luz solar en el verano y desaparece en el otoño; estos datos de Webb ayudarán a los científicos a comprender el mecanismo actualmente misterioso detrás de esta función. Webb ha revelado un aspecto sorprendente del casquete polar: un brillo sutil mejorado en el centro del casquete.

La sensibilidad de la NIRCам de Webb y las longitudes de onda más largas que puede ver pueden explicar por qué podemos ver esta característica polar mejorada de Urano cuando no se ha visto con otros telescopios poderosos como el Telescopio Espacial Hubble de la NASA/ESA y el Observatorio Keck.

En el borde del casquete polar se encuentra una nube brillante y se pueden ver algunas características extendidas más débiles justo más allá del borde del casquete; se ve una segunda nube muy brillante en el limbo izquierdo del planeta. Tales nubes son típicas de Urano en longitudes de onda infrarrojas y probablemente estén relacionadas con la actividad de tormentas.



Figura 2. El planeta Urano está sobre un fondo negro justo a la izquierda del centro. Es de color azul claro y muestra una gran mancha blanca en el lado derecho, así como dos puntos brillantes y un sistema circundante de anillos anidados orientados verticalmente Crédito: NASA, ESA, CSA, STScI, J. DePasquale (STScI)

Este planeta se caracteriza por ser un gigante de hielo debido a la composición química de su interior. Se cree que la mayor parte de su masa es un fluido caliente y denso de materiales "helados" (agua, metano y amoníaco) sobre un pequeño núcleo rocoso.

Urano tiene 13 anillos conocidos y 11 de ellos son visibles en esta imagen de Webb. Algunos de estos anillos son tan brillantes como los ve Webb que cuando están muy juntos, parecen fusionarse en un anillo más grande. Nueve están clasificados como los anillos principales del planeta, y dos son los anillos polvorientos más débiles (como el anillo zeta difuso más cercano al planeta) que no fueron descubiertos hasta el sobrevuelo de la Voyager 2 en 1986. Los científicos esperan que las futuras

imágenes de Webb de Urano revelará los dos débiles anillos exteriores que fueron descubiertos con el Hubble durante el cruce del plano de los anillos en 2007.

Webb también capturó muchas de las 27 lunas conocidas de Urano (la mayoría de las cuales son demasiado pequeñas y débiles para verse aquí); los seis más brillantes se identifican en la imagen panorámica. Esta fue solo una imagen de exposición corta (12 minutos) de Urano con solo dos filtros. Es solo la punta del iceberg de lo que Webb puede hacer al observar este misterioso planeta. Ahora se están realizando estudios adicionales de Urano, y se planean más en el primer año de operaciones científicas de Webb.

Referencias

[1]April 6, 2023, *Webb adds another ringed world with new image of Uranus*, by NASA. Phys.org news, URL: <https://phys.org/news/2023-04-webb-world-image-uranus.html>

[2] Universe today magazine, Posted on April 6, 2023 by Nancy Atkinson, *The Rings of Uranus Shine Bright in Stunning New JWST Image*. URL: <https://www.universetoday.com/160858/the-rings-of-uranus-shine-bright-in-stunning-new-jwst-image/>

Artículo editado y traducido por JFG.

18. CTA: Cherenkov Telescope Array

[Editar](#)

6 de abril de 2023

Un observatorio de rayos gamma de 'próxima generación' está en marcha para investigar el universo extremo

de Gavin Rowell,

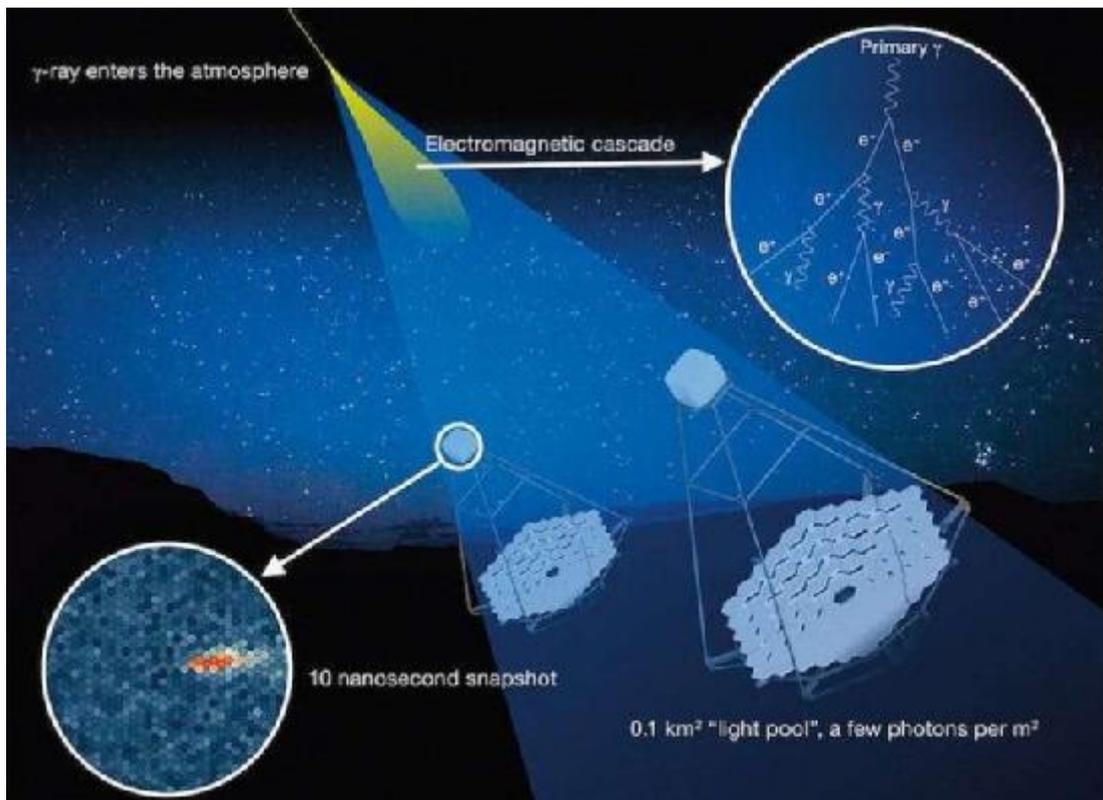


Figura 1. CTA no detectará los rayos gamma directamente. Recogerá la luz de Cherenkov, el destello de luz azul resultante de los rayos gamma que interactúan con la atmósfera de la Tierra. CTAO/ESO, CC BY

Atrás quedaron los días en que los astrónomos solo estudiaban los cielos con simples telescopios ópticos. Hoy en día, revelar los misterios del universo involucra instalaciones cada vez más grandes y complejas que detectan cosas como ondas gravitacionales y diferentes formas de radiación electromagnética, el espectro de energía que incluye la luz visible y los rayos X.

Una rama particularmente especializada de la astronomía es la astronomía de rayos gamma. Hace lo que dice en la lata, buscando rayos gamma, que son los fotones (partículas de luz) más energéticos en el espectro electromagnético. De hecho, son millones de veces más energéticas que la luz que podemos ver.

En astronomía, los rayos gamma son producidos por algunos de los eventos más calientes y energéticos del universo, como las explosiones de estrellas y los agujeros negros que se "alimentan" violentamente de la materia circundante. Si bien los rayos gamma ahora están vinculados a docenas de diferentes tipos de fuentes, en muchos casos todavía no sabemos de manera concluyente qué tipo de partículas energéticas están creando estos rayos.

Emocionantemente, la astronomía de rayos gamma obtendrá una gran ventaja con una nueva instalación. Una vez que la matriz de telescopios Cherenkov (CTA)

distribuida globalmente esté completa, verá el cielo de rayos gamma con diez veces más sensibilidad de lo que es posible actualmente.

Con más de 60 telescopios, se espera que el CTA proporcione una visión profunda de la naturaleza de la materia oscura, un tipo hipotético e invisible de materia que constituye aproximadamente el 85% de la masa del universo. La matriz también podría ayudar a resolver uno de los misterios más antiguos de la astronomía: de dónde provienen las partículas de rayos cósmicos (núcleos energéticos y electrones en nuestra galaxia y más allá). Los rayos gamma están vinculados a estas partículas, proporcionando un medio para rastrearlas.

Destellos del espacio exterior

La astronomía de rayos gamma nació a principios de la década de 1960 cuando se desarrollaron satélites espaciales para buscar radiación energética del espacio exterior.

La misión Fermi de la NASA, lanzada en 2008 a una órbita terrestre baja, ha catalogado hasta ahora varios miles de fuentes de rayos gamma. La nave espacial Fermi continúa brindando cobertura en vivo del cielo las 24 horas, midiendo rayos gamma con energías que alcanzan varios 1,000 giga-electronvoltios de energía. Eso es aproximadamente un billón de veces la energía de la luz visible.

Para estudiar los rayos gamma con energías aún más altas, necesitamos usar métodos terrestres. Aunque la atmósfera de la Tierra nos protege contra la radiación del espacio exterior, todavía podemos detectar los efectos secundarios de este escudo en el suelo.

Eso es porque cuando un rayo gamma interactúa con la atmósfera de la Tierra, provoca una cascada electromagnética o "lluvia de aire" de más de mil millones de partículas secundarias. Estas partículas son en su mayoría electrones y sus compañeros de antimateria, llamados positrones. Estas duchas de aire aportan alrededor del 30-50% de la radiación natural que experimentamos en nuestras vidas.



Figura 2.El resplandor azul que se ve en el agua que enfría el núcleo de un reactor nuclear se conoce como radiación Cherenkov. Crédito: Parilov/Shutterstock.

Haciendo visible lo invisible

Si bien nada puede ir más rápido que la velocidad de la luz en el vacío, las partículas cargadas, como los electrones y los positrones (antielectrones), en realidad pueden moverse más rápido que la luz cuando se mueven por el aire.

Cuando esto sucede, se crea una onda de choque como un destello de luz azul y ultravioleta. Este destello, llamado radiación de Cherenkov, lleva el nombre del físico soviético Pavel Cherenkov, quien detectó el fenómeno por primera vez en 1934 (y recibió el Premio Nobel de Física de 1958 junto con dos colegas). El resplandor azul de la radiación de Cherenkov se puede ver en los estanques de enfriamiento de agua que rodean los reactores de energía nuclear.

A nivel del suelo, los telescopios con grandes espejos y cámaras sensibles pueden detectar la luz de Cherenkov producida por un rayo gamma que golpea nuestra atmósfera. Estas cámaras necesitan solo unos diez nanosegundos para capturar un flash Cherenkov contra el fondo brillante de la luz de las estrellas y la luna.

Los primeros telescopios Cherenkov se desarrollaron en la década de 1960. Tras muchas variantes, fue el Telescopio Whipple de Estados Unidos el que en 1989 descubrió fotones de rayos gamma procedentes de la Nebulosa del Cangrejo.

Esta fue la primera vez que se detectaron rayos gamma con energías de más de 1000 gigaelectronvoltios (o 1 teraelectronvoltio, TeV). Así nació la astronomía de rayos gamma de tera-electrón-voltios. Buscando los extremos

Hoy, las tres mejores instalaciones de rayos gamma TeV del mundo (HESS en Namibia, MAGIC en La Palma, España y VERITAS en Arizona) han descubierto más de 200 fuentes de rayos gamma TeV. Estos poderosos rayos están vinculados a regiones cósmicas de aceleración de partículas, como púlsares, remanentes de supernovas, cúmulos estelares masivos y agujeros negros supermasivos en la Vía Láctea y otras galaxias.

HESS ha demostrado que nuestra galaxia, la Vía Láctea, es rica en "luz" de rayos gamma TeV, incluso en el centro de la galaxia.

Los rayos gamma TeV también se ven en misteriosos estallidos de rayos gamma y otros eventos fugaces y transitorios. Estos ahora informan nuestra comprensión de las condiciones extremas en las que se crean los rayos gamma.

El CTA de próxima generación utilizará las lecciones aprendidas de HESS, VERITAS y MAGIC, ampliando el número de telescopios desplegados en tierra a más de 60 telescopios. CTA también utilizará una combinación de tres tamaños de telescopio diferentes optimizados para tres bandas de energía de rayos gamma, proporcionando un rendimiento y una "nitidez" sin precedentes.

Tendrá arreglos en dos sitios en tierra: uno en Paranal, Chile (51 telescopios) en el Hemisferio Sur, y otro en La Palma (13 telescopios) en el Hemisferio Norte.

CTA ha atraído a miembros de más de 1000 científicos, incluidos científicos australianos de siete universidades. Está progresando bien, con el primer telescopio del norte ya detectando rayos gamma de la Nebulosa del Cangrejo y varias erupciones de rayos gamma de galaxias activas alimentadas por agujeros negros supermasivos.

Dentro de unos años, esperamos ver los primeros telescopios del sur que también detecten rayos gamma, lo que producirá muchos más descubrimientos. Con CTA, obtendremos nuevos conocimientos sobre dónde se está produciendo una aceleración extrema de partículas en nuestra Vía Láctea.

Referencias

[1] 6 de abril de 2023, *Un observatorio de rayos gamma de 'próxima generación' está en marcha para investigar el universo extremo*

de Gavin Rowell, Phys.org news, URL: <https://phys.org/news/2023-04-next-generation-gamma-ray-observatory-underway-probe.html>

[2] La conversación, URL: <https://theconversation.com/a-next-generation-gamma-ray-observatory-is-underway-to-probe-the-extreme-universe-191772>

Artículo editado y traducido por JFG.

19. Un nuevo exoJúpiter

[Editar](#)

6 de Abril de 2023.

Astrónomos descubren un exoplaneta cálido del tamaño de Júpiter

por Tomasz Nowakowski, Phys.org

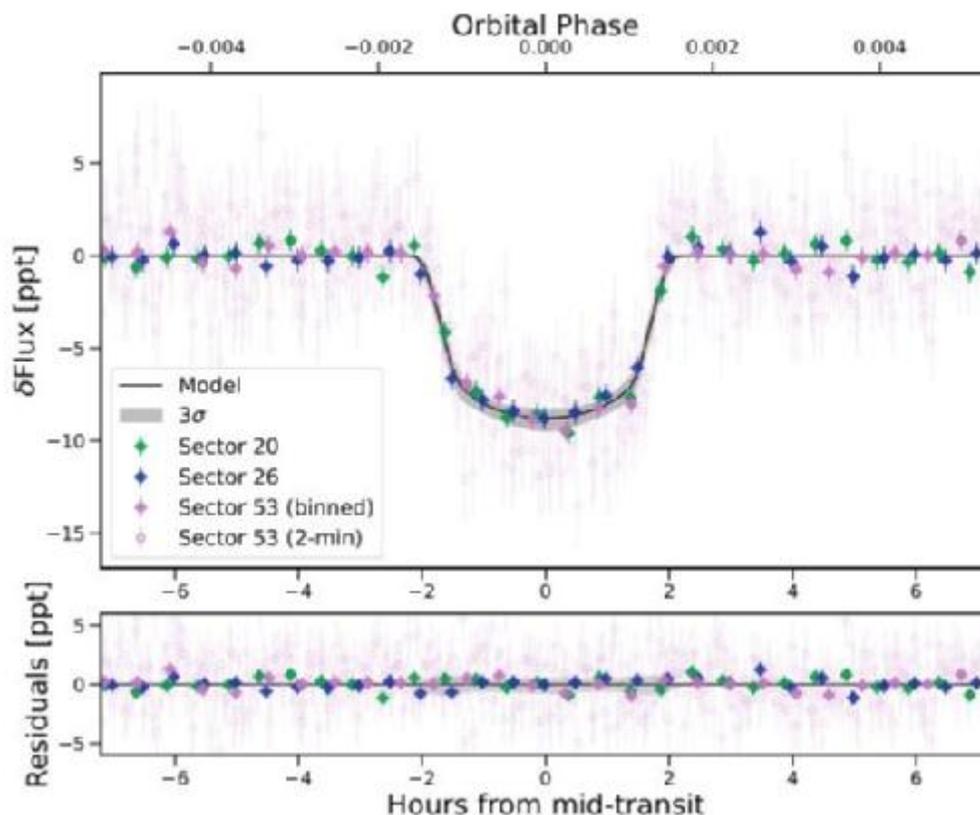


Figura 1. Datos TESS en tránsito para TOI-4127 b, doblados al período orbital ajustado. Crédito: Gupta et al, 2023.

Utilizando el Satélite de Sondeo de Exoplanetas en Tránsito (TESS) de la NASA, un equipo internacional de astrónomos ha detectado un nuevo exoplaneta cálido del tamaño de Júpiter que orbita una estrella enana. El mundo alienígena recién descubierto, denominado TOI-4127 b, es más de dos veces más masivo que Júpiter. El hallazgo se informa en un artículo publicado el 25 de marzo en el servidor de preimpresión arXiv.

TESS está realizando un estudio de unas 200000 de las estrellas más brillantes cerca del sol con el objetivo de buscar exoplanetas en tránsito. Hasta el momento, ha identificado más de 6200 exoplanetas candidatos (OBJETOS DE INTERÉS TESS, o TOI), de los cuales 3031 han sido confirmados hasta el momento.

Un grupo de astrónomos dirigido por Arvind F. Gupta de la Universidad Estatal de Pensilvania (PSU) ahora confirmó otro TOI monitoreado por TESS. Informan que se ha identificado una señal de tránsito en la curva de luz de una estrella enana de tipo F tardía conocida como TOI-4127. La naturaleza planetaria de esta señal fue confirmada por observaciones espectroscópicas de seguimiento.

"En este trabajo, presentamos el descubrimiento del Júpiter cálido altamente excéntrico TOI-4127 b con TESS, y la confirmación y caracterización de la señal del exoplaneta con los espectrógrafos NEID y SOPHIE", escribieron los investigadores.

Según el documento, TOI-4127 b tiene un radio de casi 1,1 radios de Júpiter y su masa es de 2,3 masas de Júpiter, lo que da una densidad de aproximadamente 2,17 g/cm³. El planeta orbita a su anfitrión cada 56,4 días, a una distancia de unas 0,31 UA de él, en una órbita muy excéntrica, con una excentricidad de casi 0,75. La temperatura de equilibrio de TOI-4127 b se estimó en unos 605,1 K, por lo que el planeta se clasificó como un "Júpiter cálido".

Al analizar los parámetros de TOI-4127 b, los investigadores concluyeron que el planeta puede ser un progenitor de "Júpiter caliente", pero solo si está presente un compañero perturbador. Los llamados Júpiter calientes tienen características similares al planeta más grande del sistema solar, con períodos orbitales de menos de 10 días. Estos exoplanetas tienen temperaturas superficiales altas, ya que orbitan muy de cerca a sus estrellas madre.

"Se supone que los Júpiter cálidos pueden pasar una fracción de sus vidas en una ruta de migración de mareas de alta excentricidad si están sujetos a oscilaciones de excentricidad seculares, a través de las cuales intercambian momento angular con un perturbador distante para alcanzar periódicamente excentricidades más altas y

distancias de pericentro más estrechas. que la observada actualmente", explicaron los autores del artículo.

En el caso del sistema TOI-4127, la separación actual del periastro del planeta recién descubierto es demasiado grande para que la migración de mareas de alta excentricidad circularice su órbita. Los astrónomos notaron que es poco probable que TOI-4127 b sea un progenitor de Júpiter caliente a menos que esté experimentando un intercambio de momento angular con un compañero exterior no detectado. Sin embargo, hasta el momento no se ha encontrado evidencia de cuerpos adicionales en este sistema.

Cuando se trata de la estrella madre TOI-4127, tiene un radio de casi 1,3 radios solares y una masa de aproximadamente 1,23 masas solares. La estrella tiene unos 4800 millones de años, tiene un nivel de metalicidad de 0,14 y su temperatura efectiva es de 6.096 K.

Referencias

[1] Phys.org new, *Astronomers discover a warm Jupiter-sized exoplanet*, by Tomasz Nowakowski , Phys.org. URL: <https://phys.org/news/2023-04-jupiter-sized-exoplanet-tess.html>

[2] Arvind F. Gupta et al, *A High-Eccentricity Warm Jupiter Orbiting TOI-4127*, arXiv (2023). DOI: [10.48550/arxiv.2303.14570](https://doi.org/10.48550/arxiv.2303.14570)

Artículo editado y traducido por JFG.

20. La gravedad crea luz

[Editar](#)



Figura 1. Una estrella está siendo consumida por un agujero negro supermasivo distante. Los astrónomos llaman a esto un evento de interrupción de mareas (TDE). A medida que el agujero negro desgarrar la estrella, dos chorros de material que se mueven casi a la velocidad de la luz se lanzan en direcciones opuestas. Uno de los chorros estaba dirigido directamente a la Tierra. Crédito de la imagen: Carl Knox (OzGrav, Centro de Excelencia ARC para el Descubrimiento de Ondas Gravitacionales, Universidad Tecnológica de Swinburne)

Publicado el 7 de abril de 2023 por Paul M. Sutter
Físicos descubren que la gravedad puede crear luz

Los investigadores han descubierto que en las condiciones exóticas del universo primitivo, las ondas de gravedad pueden haber sacudido el espacio-tiempo con tanta fuerza que crearon radiación espontáneamente.

El concepto físico de resonancia nos rodea en la vida cotidiana. Cuando estás sentado en un columpio y quieres ir más alto, naturalmente empiezas a mover las piernas de un lado a otro. Rápidamente encuentras el ritmo correcto exacto para hacer que el swing sea más alto. Si se sale del ritmo, el swing deja de subir. Este tipo particular de fenómeno se conoce en física como resonancia paramétrica.

Tus piernas actúan como un mecanismo de bombeo externo. Cuando coinciden con la frecuencia de resonancia del sistema, en este caso su cuerpo sentado en un columpio, pueden transferir energía al sistema haciendo que el columpio suba más.

Este tipo de resonancias ocurren en todas partes, y un equipo de investigadores ha descubierto que una forma exótica de resonancia paramétrica puede haber ocurrido incluso en el universo extremadamente primitivo.

Quizás el evento más dramático que ocurrió en toda la historia del universo fue la inflación. Este es un evento hipotético que tuvo lugar cuando nuestro universo tenía menos de un segundo de edad. Durante la inflación nuestro cosmos se hinchó a proporciones dramáticas, volviéndose muchos órdenes de magnitud más grandes de lo que era antes. El final de la inflación fue un asunto muy complicado, ya que las ondas gravitacionales se agitaron de un lado a otro por todo el cosmos.

Normalmente, las ondas gravitacionales son extremadamente débiles. Tenemos que construir detectores que sean capaces de medir distancias menores que el ancho de un núcleo atómico para encontrar ondas gravitacionales que atraviesan la Tierra. Pero los investigadores han señalado que en el universo extremadamente primitivo estas ondas gravitacionales pueden haberse vuelto muy fuertes.

Y es posible que incluso hayan creado patrones de ondas estacionarias donde las ondas gravitacionales no viajaban pero las ondas se detuvieron, casi congeladas en su lugar en todo el cosmos. Dado que las ondas gravitacionales son literalmente ondas de gravedad, los lugares donde las ondas son más fuertes representan una cantidad excepcional de energía gravitacional.

Los investigadores descubrieron que esto podría tener consecuencias importantes para el campo electromagnético existente en el universo primitivo en ese momento. Las regiones de intensa gravedad pueden haber excitado el campo electromagnético lo suficiente como para liberar parte de su energía en forma de radiación, creando luz.

Este resultado da lugar a un fenómeno completamente nuevo: la producción de luz solo a partir de la gravedad. No hay ninguna situación en el universo actual que pueda permitir que suceda este proceso, pero los investigadores han demostrado que el universo primitivo era un lugar mucho más extraño de lo que podríamos imaginar.

Vídeo 1. Ondas gravitacionales. F. Cain(autor).

Referencias

[1] Universe today magazine, URL: <https://www.universetoday.com/160838/physicists-discover-that-gravity-can-create-light/> Posted on April 7, 2023 by Paul M. Sutter, *Physicists Discover that Gravity Can Create Light*.

[2] *Graviton to Photon Conversion via Parametric Resonance*, Robert Brandenberger, Paola C. M. Delgado, Alexander Ganz, Chunshan Lin. ArXiv: <https://arxiv.org/abs/2205.08767>

Artículo traducido y editado por JFG.

21. Infinitos sin fin en la Física

[Editar](#)

Cómo domar los infinitos infinitos que se esconden en el corazón de la física de partículas

En las matemáticas de la física de partículas, cada cálculo debería resultar en infinito. Los físicos solucionan esto simplemente ignorando ciertas partes de las ecuaciones, un enfoque que proporciona respuestas aproximadas. Pero al usar las técnicas conocidas como "resurgimiento"(resurgence), los investigadores esperan terminar con los infinitos y terminar con predicciones perfectamente precisas.

El secreto para arreglar un defecto fatal en el corazón de la teoría cuántica puede estar en tres oscuros libros de texto de la década de 1980. Pero se puede perdonar a los físicos por pasar por alto las ideas potencialmente transformadoras que contienen, ya que los volúmenes parecen a la vez amateurs e intimidantes.

Las pocas copias físicas que existen de la obra magna de Jean Écalle parecen poco más que fotocopias glorificadas. Los símbolos matemáticos de gran tamaño garabateados con tinta negra y gruesa interrumpen con frecuencia las oraciones escritas con precisión. El texto también está escrito en francés, un inconveniente para los investigadores del mundo de habla inglesa.

Las propias matemáticas plantean otra barrera. Las 1110 páginas de la trilogía están repletas de objetos matemáticos originales y acuñaciones extrañas. Abundan los términos que suenan extraños como "trans-series", "gérmenes analizables", "derivaciones alienígenas" y "suma acelerada".

“Si le echas un vistazo a esto por primera vez y no lo lees con mucha atención, podrías pensar que es un chiflado escribiendo algunas locuras”, dijo Marcos Mariño, físico matemático de la Universidad de Ginebra que guarda lo que él llama a los “documentos históricos” de su estantería y utiliza herramientas desarrolladas por el diario Écalle. “Por supuesto que no lo es. Es uno de esos matemáticos visionarios”.

Sus matemáticas visionarias podrían ser justo lo que se necesita para superar una profunda vergüenza conceptual, una que los físicos han estado ignorando más o menos durante los últimos 70 años. En ese tiempo, los físicos han aprendido a hacer predicciones asombrosamente precisas sobre el mundo subatómico. Pero estas predicciones, por muy precisas que sean, son aproximaciones. Si uno busca precisión absoluta, la teoría cuántica de los libros de texto se desmorona y produce infinitas respuestas, resultados sin sentido que muchos físicos consideran basura matemática.

Al estudiar los libros de texto antiguos de Écalle, los físicos están llegando a sospechar que estas respuestas infinitas contienen innumerables tesoros y que, con el esfuerzo suficiente, las herramientas matemáticas que desarrolló deberían permitirles tomar cualquier infinito y desenterrar una respuesta finita y sin fallas a cualquier pregunta cuántica.

“De hecho, funciona muy bien” en muchos casos, dijo Marco Serone, un físico que estudia esta estrategia, que se conoce con el nombre de “resurgimiento”. “En algún momento este proceso termina, y lo que tienes frente a tus ojos es la solución exacta a tu problema original”.

La comunidad de resurgimiento es pequeña pero ha logrado un progreso constante a lo largo de los años. Una protoversión de la técnica obtuvo resultados exactos en la mecánica cuántica, que se limita al comportamiento de las partículas. Y encarnaciones más sofisticadas han permitido a algunos físicos aventurarse aún más en las turbias aguas de la teoría cuántica de campos y, recientemente, de la teoría de cuerdas. Pero eso es solo el comienzo de los grandes sueños albergados por los practicantes del resurgimiento. Su objetivo es nada menos que una nueva forma de pensar sobre los infinitos en las teorías físicas, una que se adapte mejor a nuestro mundo finito en la teoría y, tal vez, también en la práctica.

Posibilidades explosivas

La teoría del campo cuántico, la noción de que las partículas como los electrones son realmente ondas sostenidas en un campo cuántico subyacente, obligó a los físicos de la posguerra a enfrentar el infinito de frente.

Estos campos cuánticos son bestias inimaginablemente complicadas, con ondas transitorias y ondas coherentes que recorren un espacio aparentemente vacío. Estas ondas pasajeras pueden, en principio, aparecer en cualquier momento, en cualquier número y con cualquier energía, desafiando a los físicos a tener en cuenta una serie

interminable de mezclas subatómicas para comprender el resultado preciso incluso de experimentos simples.

En la década de 1940, Shin'ichirō Tomonaga, Julian Schwinger y Richard Feynman idearon formas equivalentes de obtener respuestas finitas a partir de la infinita complejidad del campo electromagnético cuántico. Más conocido hoy en la presentación de Feynman, el cálculo tomó la forma de una cadena infinita de "diagramas de Feynman" que representan un desfile de posibilidades cuánticas cada vez más bizantinas. Comienzas con el diagrama del evento más simple posible (por ejemplo, un electrón que se mueve por el espacio) y calculas alguna propiedad medible, como cuánto se tambalea el electrón en un campo magnético. A continuación, agrega el resultado de un escenario más complicado, como el electrón expulsando brevemente y luego reabsorbiendo un fotón sobre la marcha. Luego agrega el drama subatómico que involucra dos ondas transitorias, luego tres y así sucesivamente, en una técnica matemática ampliamente utilizada conocida como teoría de la perturbación.

Vídeo 1. El físico Richard Feynman ideó un sistema de dibujos lineales que simplificó los cálculos de las interacciones de partículas y ayudó a rescatar el campo de la electrodinámica cuántica. Dirigida por Emily Driscoll y animada por Mette Ilene Holmriis para Quanta Magazine.

Sobre el papel, un cálculo de esta propiedad crea una "serie de potencias" interminable: una ecuación que involucra un cierto valor crítico, que llamaremos x , luego x al cuadrado, x al cubo y potencias cada vez mayores de x , todas multiplicado por diferentes coeficientes:

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{1000000}x^{1000000} + \dots$$

Para el campo electromagnético, el valor de x es una constante fundamental de la naturaleza, alfa, que está cerca de $1/137$. Es un número pequeño acorde con la relativa debilidad de la fuerza, y elevar este pequeño número a potencias mayores hace que los términos se reduzcan rápidamente.

Los diagramas de Feynman dan a los físicos los coeficientes de cada término, las a , que son las partes difíciles de calcular. Tome el cálculo del "factor g " del electrón, un número relacionado con la forma en que la partícula se tambalea en un campo magnético. El diagrama de Feynman más simple te da a_0 , que es exactamente igual a 2. Pero si consideras un diagrama de Feynman un poco más complicado, uno en el que aparece la primera onda temporal, necesitas calcular el término a_1 , y ahí es donde el infinito asoma la cabeza. Tomonaga, Schwinger y Feynman idearon una manera

de hacer finito este término. Su cálculo de aproximadamente 2,002 para el factor g del electrón coincidió con las mediciones experimentales de esa generación, demostró que la teoría cuántica de campos podía tener sentido y les valió a los tres el Premio Nobel de Física de 1965.

Su enfoque también lanzó una nueva era, en la que los físicos tenían que escalar montañas cada vez más altas de diagramas de Feynman para calcular más a . Esas montañas se vuelven empinadas y rápidas. En 2017, un físico terminó un trabajo de amor de dos décadas, un cálculo preciso del factor g del electrón que requirió calcular ecuaciones peludas de 891 diagramas de Feynman. El resultado reveló solo el quinto término de la serie.

"No sabemos cómo simular el mundo, incluso en principio, incluso con recursos computacionales ilimitados." Emanuel Katz, Universidad de Boston.

Los diagramas de Feynman siguen siendo de vital importancia en la física moderna. Una colección de cálculos similares pero aún más complicados para el muón, el corpulento primo del electrón, fue noticia en 2021. Un experimento reveló una discrepancia de octava decimal con respecto a las predicciones teóricas. La anomalía modesta representa una de las mejores esperanzas para ver lo que hay más allá del imponente edificio que ha crecido a partir del trabajo de Feynman y sus colegas.

Pero esta serie de victorias experimentales ha ocultado el hecho de que, en el fondo, esta forma de abordar la teoría cuántica de campos no funciona en absoluto.

Los diagramas de la caída de Feynman

Freeman Dyson, otro pionero de la posguerra, fue el primer físico en darse cuenta de que la teoría cuántica perturbativa probablemente estaba condenada al fracaso. Era el año 1952, y mientras otros celebraban el hecho de que los dos primeros términos de la serie de poder de Feynman podían hacerse pequeños y finitos, Dyson estaba preocupado por el resto de la serie.

Los físicos esperaban ingenuamente que el tratamiento del diagrama de Feynman del campo electromagnético resultara ser lo que los matemáticos llaman "convergente". En una serie convergente, cada término subsiguiente es mucho más pequeño que el término anterior, y cuantos más términos hay, más converge la suma a un solo número finito. Por el contrario, una serie también puede ser "divergente": los términos posteriores son más grandes que los términos anteriores y la serie crece sin límite. La suma "diverge", sin dar una respuesta significativa obvia.

De hecho, los primeros términos de la suma de Feynman se redujeron, como consecuencia del pequeño valor de alfa, y el propio Dyson concluyó al principio que el electromagnetismo cuántico perturbativo debería ser convergente en general.

Pero luego Dyson mezcló el razonamiento matemático y físico para hacer una conjetura más sofisticada sobre el destino de la serie. Pensando matemáticamente, Dyson sabía que una serie de potencias convergentes converge más rápido cuando x se vuelve más pequeña, porque los términos superiores (que involucran potencias de x) se reducen más rápidamente.

Pero cuando permitió que x pasara por cero, todo se vino abajo.

La razón tiene que ver con nuestro vacío, que constantemente produce pares transitorios de ondas con cargas positivas y negativas. Esas ondas normalmente se atraen y desaparecen. Pero si alfa se volviera negativo, esas ondas se separarían y se convertirían en partículas reales. La erupción continua de partículas de la nada desencadenaría una fusión cósmica, una "desintegración explosiva del vacío", como lo expresó Dyson.

Físicamente, cualquier alfa negativo es un problema. Sin embargo, matemáticamente, el signo de x es irrelevante: si una serie diverge para una pequeña x negativa, también debería diverger para una pequeña x positiva. Por lo tanto, para un alfa positivo pequeño (es decir, $1/137$), la serie también debería diverger. La situación física catastrófica de Dyson implicaba que la célebre forma de manejo del electromagnetismo cuántico de Feynman predecía, eventualmente, el infinito.

An Untamed Infinity

Physicists usually study quantum fields, such as the electromagnetic field, using unending sums. The first few terms in these sums get smaller and smaller, providing an approximate answer. Later terms explode, and the sum seems to lose all meaning.

Example sum

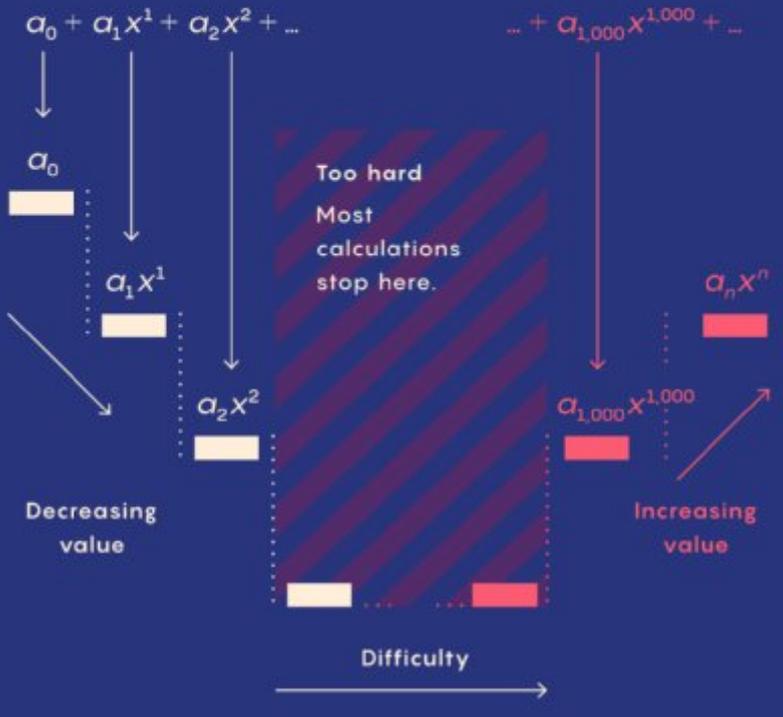


Figura 2. Revista Merrill Sherman/Quanta.

Hoy en día, los físicos esperan que la electrodinámica cuántica (como se llama la teoría cuántica de campo del electromagnetismo) comience a divergir en algún lugar alrededor del término 137. Es decir, quizás, $a_{138 \times 138}$ puede ser más grande que $a_{137 \times 137}$, e incluirlo en la suma hará que la predicción sea menos, en lugar de más, precisa.

El problema es que los términos más altos conducen a un crecimiento explosivo (crecimiento factorial) en el número de diagramas de Feynman. Eso significa que calcular a_9 requerirá aproximadamente $9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$ (alrededor de 362880) diagramas, y a_{10} requerirá alrededor de $10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$ (3628800). Este crecimiento factorial en los diagramas que contribuyen a las a_n eventualmente superará la reducción de los poderes de alfa, y la suma crecerá indómitamente hacia el infinito.

Las series divergentes son invención del diablo, y es una pena basar en ellas cualquier demostración.Niels Henrik Abel (1828)

Para la mayoría de los físicos, la inevitable divergencia de incluso la teoría cuántica de campos más simple sigue siendo un problema abstracto, como la muerte de nuestro sol en aproximadamente mil millones de años. En un momento en que calcular, y mucho menos probar, incluso el décimo término de la serie parece ciencia ficción, ¿por qué preocuparse por los peligros que acechan mucho más allá del 100?

Pero para unos pocos elegidos, el hecho de que la teoría mejor entendida de la física moderna técnicamente brinde infinitas respuestas a cualquier pregunta que desee formular sigue siendo profundamente inquietante. “No sabemos cómo simular el mundo, ni siquiera en principio, incluso con recursos computacionales ilimitados”, dijo Emanuel Katz, físico de la Universidad de Boston que estudia nuevos métodos para ir más allá de los diagramas de Feynman.

La divergencia del diablo

Mientras tanto, los matemáticos habían estado desconcertados por las series divergentes durante más de un siglo antes de que Dyson comenzara a preocuparse por la teoría cuántica.

“Las series divergentes son un invento del diablo, y es vergonzoso basar cualquier demostración en ellas”, bromeaba Niels Henrik Abel en 1828. “En su mayor parte, los resultados son válidos, es cierto, pero es algo curioso. Estoy buscando la razón.”

Abel murió al año siguiente, a los 26 años. Pero cerca de finales de siglo, Henri Poincaré dio un paso significativo hacia la comprensión de lo que hacía que las series divergentes fueran tan resbaladizas: no eran satánicas, simplemente incompletas.

Poincaré estaba respondiendo a una vieja pregunta: ¿Cómo podrían tres cuerpos celestes orbitar entre sí? Se dispuso a abordar el problema utilizando la teoría de la perturbación, tal como lo harían Feynman y Dyson cuando se encontraron con los campos cuánticos un siglo después. Poincaré buscó construir la función misteriosa, presumiblemente complicada, que describe las trayectorias de los tres cuerpos utilizando una suma infinitamente larga de unidades más simples, un proceso similar a construir un automóvil con piezas simples de Lego. La esperanza era que la serie convergiera en una respuesta finita, una señal de que la serie era una representación perfecta de una función única.

Inicialmente, pensó que había tenido éxito. En 1890, el rey Oscar II de Suecia y Noruega otorgó a Poincaré un premio por su progreso en el famoso problema. Pero poco antes de que se publicara su solución, pidió al rey que detuviera las imprentas. La serie fue divergente. Un análisis posterior (que sentaría las bases de la teoría del caos) reveló que no coincidía con una sino con dos funciones distintas. Era una complicación con la que los físicos ahora están muy familiarizados.

“Sería un completo milagro si el problema de física que le interesa estuviera realmente asociado con una serie convergente”, dijo Carl Bender, un destacado físico matemático de la Universidad de Washington en St. Louis. (Hoy en día, los físicos saben que tres cuerpos celestes pueden interactuar en innumerables formas muy diferentes, y ninguna ecuación simple puede contener todas las posibilidades).

Bender compara el tipo de series divergentes que encontró Poincaré con una visión borrosa de una función. El desenfoque se adapta a muchas funciones posibles, al igual que la silueta en bloque de un vehículo Lego podría coincidir con cualquier número de autos deportivos. Cuando expande una función complicada en una serie tan "asintótica", "ha perdido información", dijo Bender.

Desde los días de Poincaré, matemáticos y físicos han llegado a apreciar que existen otros tipos de términos, que están “más allá de todo orden”, que son incluso más pequeños que el más pequeño término de poder. Estos términos “exponencialmente pequeños” pueden tener la forma de $e^{-1/x}$, por ejemplo, y proporcionan la información perdida. Si los incluye en su serie y selecciona un procedimiento de "reanudación" apropiado para hacer que la serie sea finita, puede deshacerse de parte, si no de todo, del desenfoque. Son los bloques de nano-Lego necesarios para distinguir un Ferrari de un Lamborghini.

Los físicos llaman a estos términos adicionales "no perturbativos", porque están más allá del alcance de la teoría de perturbaciones. Puedes pasar un billón de años dibujando diagramas de Feynman y calculando a, y nunca aprenderás sobre ciertos eventos físicos codificados en estos términos no perturbativos. Si bien los efectos descritos por estos pequeños términos pueden ser raros o sutiles, pueden marcar una gran diferencia en el mundo real.

Tome la ecuación de Schrödinger de la mecánica cuántica, por ejemplo, que describe el comportamiento ondulatorio de las partículas. Es una ecuación complicada que los físicos suelen aproximar utilizando la teoría de perturbaciones. Aunque la serie infinita resultante predice maravillosamente muchos experimentos, pasa por alto por completo un evento extremadamente improbable (pero no imposible) conocido

como túnel, en el que la partícula esencialmente se teletransporta a través de una barrera.

La formación de túneles es uno de los muchos fenómenos no perturbadores de la física cuántica, pero los efectos no perturbadores están en todas partes: el crecimiento ramificado de los copos de nieve, el flujo de un líquido a través de una tubería con agujeros, las órbitas de los planetas en un sistema solar, la ondulación de las ondas atrapadas entre círculos. Islas y otros innumerables fenómenos físicos no son perturbadores.

“Están ahí y son cruciales”, dijo Daniele Dorigoni, físico de la Universidad de Durham. "La teoría de la perturbación por sí sola no es suficiente".

Debido a su naturaleza universal, hordas de matemáticos y físicos han trabajado en varios aspectos del metaproblema de cómo calcular términos no perturbativos. Y hacia fines del siglo XX, una variedad de investigadores comenzó a encontrar indicios tentadores de que las series perturbativas parecían saber más de lo que deberían.

Entre estos investigadores, un grupo del Centro de Investigación Nuclear Saclay en Francia en la década de 1980 ayudó a desarrollar una forma de combinar términos de potencia perturbativa con términos exponenciales no perturbadores para obtener resultados exactos para la creación de túneles en la mecánica cuántica. Su técnica funcionó en la medida en que podían confiar en una tecnología matemática crucial de principios de siglo conocida como resumen de Borel. El resumen de Borel era la herramienta más poderosa del momento para obtener números finitos de series divergentes, pero tenía sus límites. De vez en cuando daba resultados erróneos o contradictorios, lo que frustraba a los físicos que esperaban que una serie pudiera predecir correctamente el resultado de un experimento.

“Cuando los físicos encontraban una serie que no era sumable de Borel, esencialmente se daban por vencidos”, dijo Mariño.

Sin que ellos lo supieran, un excéntrico matemático que trabajaba de forma aislada a pocos kilómetros del grupo de Saclay ya había realizado una exploración sin precedentes de los picos infinitamente altos de las series asintóticas.

Los diagramas de Feynman contraatacan

Jean Écalle se ha sentido cautivado por las matemáticas del infinito desde que era un adolescente. Recuerda relajarse en la orilla de un arroyo de montaña un verano en la escuela secundaria y preguntarse si podría haber una versión más general de la

operación derivada, un ejercicio en infinitesimales que los estudiantes aprenden primero en cálculo elemental.

A medida que continuaba su educación, Écalle desarrolló el gusto por trabajar solo. Incluso trató de evitar leer el trabajo de sus compañeros matemáticos, por temor a que su pensamiento lo llevara a las rutinas establecidas.

“Soy temperamentamente reacio a perderme en la literatura matemática”, dijo Écalle. “También pude observar, una y otra vez, cómo una inmersión demasiado profunda en la literatura matemática tendía a sofocar la creatividad”.

A principios de la década de 1970, la curiosidad de Écalle lo llevó a seguir los pasos de Poincaré. Comenzó a analizar objetos matemáticos aún más abstractos que surgieron en el estudio de los cuerpos celestes. Las series asintóticas surgieron en el camino, al igual que la derivada más general sobre la que había especulado en la escuela secundaria. Écalle eventualmente desarrollaría lo que describió como "una estructura precisa y de contornos nítidos, un cálculo alienígena, que surge espontáneamente de lo que parecería ser el contexto más poco prometedor y amorfo: la divergencia".

El cálculo alienígena de Écalle es abstracto y multifacético. Pero el mensaje que contenía para los físicos que eventualmente lo encontrarían era claro. Una serie perturbativa, aunque diverja, esconde una biblioteca completa de información no perturbativa. La serie contiene todo lo que se necesita para actualizarla de una manera que elimina el desenfoque, restaurando una imagen nítida de una función correspondiente única. Los bloques de Lego, quizás, sean suficientes después de todo.

A pesar de sus profundas consecuencias, la obra de Écalle languideció al principio. Era demasiado oscuro y demasiado abstracto para los físicos (incluso los de habla francesa). Y no fue lo suficientemente riguroso como para llamar la atención de los matemáticos.

“Es uno de esos genios que piensa que las pruebas detalladas, con todos los casos, no son importantes. Lo realmente importante es la gran vista”, dijo Mariño.

Écalle esbozó por primera vez los conceptos básicos del resurgimiento en tres artículos en 1976, y entre 1981 y 1985 escribió sus tres libros de texto, en los que expuso minuciosamente el cálculo alienígena del resurgimiento. Nunca aparecieron en una revista matemática. En cambio, publicó la trilogía a través del departamento de matemáticas de su universidad, completando ecuaciones a mano.

Si los físicos hubieran logrado profundizar en sus libros de inmediato, su experiencia no habría sido diferente al contacto con una civilización extraterrestre inteligente. Se habrían encontrado con maquinaria matemática años luz antes de lo que estaban acostumbrados.

“La resurgencia es muy elegante”, dijo Bender. Pero, para decirlo de la manera más simple posible, permite a los profesionales profundizar en los términos distantes de una serie asintótica (calculada usando diagramas de Feynman, por ejemplo) y descubrir las piezas faltantes necesarias para especificar una función única (una que describa la creación de túneles cuánticos, por ejemplo) . En resumen, revela un puente que une los eventos físicos descritos por la teoría de la perturbación con los descritos por los términos no perturbativos. “Es una relación muy complicada”, dijo Bender, antes de negarse cortésmente a intentar explicarlo.

Cuando Écalle, ahora de 76 años, fue contactado por la revista Quanta con preguntas sobre la historia del resurgimiento, respondió componiendo un tratado de 24 páginas sobre el tema en seis días, un placer para los investigadores ávidos de más información sobre el resurgimiento y su desarrollo. “Es un tesoro”, dijo David Sauzin, matemático del Instituto de Mecánica Celeste de París y reconocido decodificador Écalle.

Aquí hay una versión de dibujos animados extremadamente tosca del enfoque:

Primero, escriba la serie perturbativa típica. Los términos se reducen al principio, pero eventualmente crecen rápidamente a medida que las a se hacen realmente grandes. Traza el crecimiento de las a y verás que se disparan hacia arriba con una velocidad que casi, pero no exactamente, coincide con el crecimiento factorial. Estudie la diferencia entre la línea trazada por las a y una curva que crece factorialmente para aprender el primer término no perturbador: el más grande de los ladrillos nano-Lego.

Pero eso es solo el comienzo. Aplicar el primer paso de una reanudación de Borel. Esto elimina el crecimiento factorial, permitiéndote ver el comportamiento de los términos perturbativos con más detalle. La gráfica resultante de las a modificadas debería crecer exponencialmente. Pero estúdielo detenidamente y verá que los datos perturbadores están un poco equivocados. Esta desviación proviene de una serie asintótica completamente nueva, que se multiplica por el primer término no perturbativo.

El procedimiento continúa. Elimine el crecimiento exponencial de los datos perturbativos y, si tiene buen ojo, puede detectar más desviaciones que revelen un

segundo término no perturbativo. Mire más de cerca y encontrará que este término no perturbativo viene con otra serie asintótica.

Al final del día, puede haber cualquier número de términos no perturbativos con series asintóticas adjuntas. Encuentre tantos de estos como tenga estómago y tendrá un objeto llamado serie trans en sus manos. La serie trans comienza con la conocida serie perturbativa. Luego viene un término no perturbativo (con una serie), y luego otro y otro.

La serie trans de Écalle superó las dificultades con la reanudación de Borel que previamente habían dejado perplejos a los físicos. Si conoce la serie trans que describe alguna medida, como el factor g del electrón, la reanudación de Borel le dará una respuesta única y correcta. Además, el resurgimiento afirma que las desviaciones sutiles en la familiar serie perturbativa a la cabeza de la serie trans le dicen todo lo que necesita saber sobre el desfile potencialmente infinito que sigue.

Surgiendo en la física

La conciencia del descubrimiento de Écalle, que se puede acceder en secreto al conocimiento no perturbativo a través de la teoría de la perturbación, se ha filtrado lentamente en el mundo de la física matemática. Allí, los físicos ya lo han utilizado para identificar nuevas piezas ocultas en dos de las teorías más intensamente estudiadas del siglo XXI: la teoría de la fuerza fuerte y la teoría de cuerdas.

Mithat Ünsal, físico de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, ha dedicado gran parte de su carrera a intentar comprender la fuerza fuerte que mantiene unidos a los quarks para formar protones y otras partículas. En 2008, después de leer sobre el resurgimiento en un artículo de 1993 sobre series divergentes, buscó una visión general del trabajo de Écalle. “Mi francés está muy oxidado, pero había un prefacio en inglés con terminología sugerida”, recordó Ünsal. “Lo dominé y traté de entenderlo”.

Más tarde conoció a Gerald Dunne, de la Universidad de Connecticut, en una conferencia, y mientras conversaban mientras tomaban un café, descubrieron que el mismo artículo los había inspirado a ambos para comenzar a aprender sobre el resurgimiento. Decidieron unir fuerzas.

Ambos físicos estaban motivados por el hecho de que estaban tratando de comprender algo aún más complicado que lo que confrontaron Dyson y Feynman. Esos físicos tuvieron suerte con el campo electromagnético. Es extremadamente débil, con un alfa de solo $1/137$. Otra fuerza fundamental, la interacción débil,

demostró ser igualmente fácil de domar, siendo su versión alfa 10.000 veces más pequeña aún. La teoría de la perturbación funciona para estas dos fuerzas porque son tan débiles que es casi como si no existieran en absoluto.

Gerald Dunne, físico de la Universidad de Connecticut, está buscando formas de hacer que el resurgimiento sea práctico para los cálculos de la teoría cuántica de campos.

Pero esa suerte terminó cuando los físicos intentaron abordar la fuerza fuerte. La fuerza fuerte es alrededor de 100 veces más fuerte que la fuerza electromagnética, con un análogo alfa de alrededor de 1, y se niega a ser ignorada. Elevar al cuadrado o al cubo 1 no crea ningún efecto de reducción, por lo que la serie perturbativa se dirige directamente hacia el infinito desde los primeros términos. Los físicos han pasado décadas desarrollando una forma alternativa de manejar la fuerza fuerte utilizando supercomputadoras, logrando resultados espectaculares en el camino. Pero los cálculos numéricos no dan mucha idea de cómo la fuerza fuerte hace lo que hace.

Ünsal y Dunne reconocieron que el resurgimiento, con su poder para domesticar series divergentes, podría llevarlos un paso hacia el sueño de comprender la fuerza fuerte con lápiz y papel. En particular, se propusieron resolver un misterio que había plagado la teoría de la fuerza fuerte durante 40 años.

En 1979, los físicos Gerard 't Hooft y Giorgio Parisi infirieron la existencia de términos diminutos y extraños en los cálculos de fuerza fuerte. Los llamaron renormalons, y nadie sabía qué hacer con ellos. Los renormalones no parecían corresponder a ninguna ondulación específica u otro comportamiento de campo concreto. Pero allí estaban, arruinando los cálculos, no obstante.

Ünsal y Dunne abordaron las renormalizaciones con resurgimiento. A pesar de que estaban trabajando en un análogo 2D de la fuerza fuerte, les llevó aproximadamente un año. Pero en 2012, demostraron que, al menos en su modelo simplificado, las renormalizaciones de 't Hooft y Parisi coincidían con comportamientos que los físicos entendían.

Ellos “resolvieron el misterio y pudieron encontrar a qué correspondían las renormalizaciones”, dijo Jordan Cotler, físico de la Universidad de Harvard, aunque agrega que aún quedan otros misterios. Actualmente está montando un intento similar para comprender algunos de esos misterios en una teoría más realista de la fuerza fuerte.

El año pasado, sin embargo, los investigadores utilizaron el resurgimiento para agregar una nueva arruga. Mariño y sus colaboradores realizaron un cálculo más riguroso (aunque también en una teoría simplificada) y descubrieron nuevas renormalizaciones más allá de lo que el grupo llama “el lore estándar” de 't Hooft y Parisi. Mariño ahora sospecha que las renormalizaciones son solo la punta de un iceberg no perturbativo. El resurgimiento y otros métodos no perturbadores pueden revelar que los físicos se han echado a perder por su éxito histórico al relacionar términos matemáticos individuales con eventos específicos. Si tiene razón, es posible que algún día el mundo cuántico se vuelva aún más difícil de visualizar de lo que ya es.

Esta imagen matemática tiene dos consecuencias sorprendentes para los físicos. Primero, sugiere que podrían existir resultados exactos, no meras aproximaciones, para campos cuánticos y otros sistemas complicados. Si es así, establecería la teoría cuántica como finita y sensible.

“Establecer que en la teoría cuántica de campos las cosas están sujetas a un resurgimiento sería un gran avance”, dijo Serone.

En segundo lugar, sugiere que la variedad potencialmente infinita de piezas no perturbativas puede deducirse por completo de la serie perturbativa cuya divergencia preocupaba a Dyson. Lo que durante décadas parecían reinos independientes de la física están, de hecho, íntimamente relacionados.

“En lugar de pensar en la serie perturbadora como algo que va a divergir y causar muchos problemas”, dijo Mariño, “es solo la entrada a un mundo muy complejo y fascinante”.

De hecho, de ahí viene el nombre de resurgimiento, dijo Gökçe Başar, físico de la Universidad de Carolina del Norte, Chapel Hill: "El comportamiento de los últimos términos en la serie perturbativa 'resurge' en esos términos no perturbadores". Es enrevesado, dijo, pero "es bastante hermoso".

“Tengo dudas de que esta imagen, una exponencial [a] un objeto, vaya a pasar por las teorías generales de campo”, dijo. “Puede suceder que el mundo de las correcciones exponenciales sea realmente salvaje”.

Mariño también ha sido un actor clave en el descubrimiento de un nuevo efecto no perturbativo en la teoría de cuerdas, la noción especulativa y no probada de que el universo no está hecho de partículas puntuales sino de objetos extensos como

cuerdas. El movimiento de tales cuerdas determinaría las propiedades de las partículas que observamos.

La teoría de cuerdas, como la teoría cuántica, generalmente se trata como una serie perturbativa de diagramas similares a Feynman que representan cuerdas que se fusionan y se dividen en formas cada vez más complicadas. Pero a diferencia de los teóricos cuánticos, los teóricos de cuerdas carecen incluso de la más mínima guía sobre los efectos no perturbadores de la teoría. Suponen que, así como la teoría cuántica contiene túneles y renormalizaciones, la formulación no perturbativa completa de la teoría de cuerdas también contiene dragones.

En la década de 1990 se descubrió un ejemplo sorprendente de fenómenos no perturbativos en la teoría de cuerdas, objetos en forma de lámina conocidos como D-branas. Las D-branas impulsarían más tarde algunos de los mayores desarrollos de la teoría de cuerdas.

Mariño se preguntó qué más podría haber por ahí.

Formó parte de un grupo que en 2010 notó una serie de contrapartes negativas escondidas en la sombra de los términos de la brana D. No estaba claro qué fenómeno físico podrían describir estos términos asociados.

Una pista llegó seis años después, cuando Cumrun Vafa de Harvard y sus colaboradores exploraron una teoría de cuerdas generalizada en la que ciertas cantidades podían volverse negativas. Encontraron D-branas con tensión negativa, la versión brana de tener masa negativa. Estas bestias exóticas deformaron la estructura de la realidad a su alrededor, creando múltiples dimensiones de tiempo y violando el principio fundamental de que las probabilidades siempre deben sumar 100%. Pero el grupo no encontró indicios de que estos objetos deban escapar de su extraño mundo y aparecer en la teoría de cuerdas estándar.

Ahora Ricardo Schiappa, amigo de Mariño y físico teórico de la Universidad de Lisboa, cree haber encontrado evidencia de lo contrario. En los últimos meses, Schiappa y sus colaboradores utilizaron el resurgimiento para analizar un puñado de modelos simples de teoría de cuerdas. Descubrieron que las branas D de tensión negativa de Vafa coincidían exactamente con los términos exponencialmente pequeños que Mariño había encontrado en 2010. Las branas D negativas son socios inevitables de las branas D, argumentó el grupo en una preimpresión de enero. “Lo que hemos descubierto ahora es que son fundamentales para la teoría de perturbaciones”, dijo Schiappa.

Otros teóricos aún no están seguros de qué hacer con el nuevo hallazgo. Vafa señala que el equipo de Schiappa hizo sus cálculos en modelos de cuerdas simplificados y que no se garantiza que el resultado se sostenga en formulaciones más sofisticadas. Pero si lo hace, y si la teoría de cuerdas realmente describe nuestro universo, debe contener alguna otra forma de detener la formación de D-branas negativas.

“No deberían estar allí como un objeto regular en esa teoría”, dijo Vafa. De lo contrario, “esto abre toda una caja de rompecabezas de Pandora”.

Cisnes negros y otras anomalías

A pesar de su progreso en la detección de renormalones y branas negativas, los físicos citan dos obstáculos formidables para coronar el resurgimiento como el sucesor oficial de la teoría de la perturbación.

En primer lugar, no se ha demostrado que todas las teorías tengan una estructura resurgente. La pregunta es particularmente aguda para las teorías cuánticas de campos, que los físicos han estado comprobando caso por caso. Es un proceso laborioso, un poco como estudiar mamíferos una especie a la vez. Después de observar humanos, delfines y gatos, es posible que comience a sentirse seguro de que el nacimiento vivo es una característica universal de los mamíferos. Pero siempre existe la posibilidad de que a la vuelta de la siguiente esquina encuentres un ornitorrinco poniendo un huevo.

Es por eso que Serone ha dedicado los últimos tres años al resurgimiento de las pruebas de estrés en ciertas teorías cuánticas de campos. En 2021, él y sus colaboradores estudiaron una teoría que comparte características clave con la fuerza fuerte, pero aún es lo suficientemente simple como para permitirles calcular las muchas a necesarias para realizar el resurgimiento. Calcularon la energía del espacio vacío en dicho universo utilizando el resurgimiento y otros dos métodos, demostrando que los tres estaban de acuerdo. Ha habido argumentos cualitativos de que el resurgimiento debería mantenerse en la teoría cuántica de campos, pero este fue uno de los primeros cálculos concretos, lo que encendió un mayor optimismo.

“En la mayoría de los casos que se han probado hasta ahora, el resurgimiento funciona o tenemos buenas razones para creer que entendemos cuando no es así”, dijo Serone.

El problema más grave es que, para detectar piezas no perturbadoras, es necesario conocer una gran cantidad de términos perturbadores. En su investigación reciente, por ejemplo, Serone eligió teorías cuánticas de campos con puertas traseras

matemáticas que le permitieron generar miles de términos. Pero para la fuerza fuerte, calcular solo ocho o nueve está actualmente fuera de discusión. Incluso los pioneros del método no se andan con rodeos sobre cuándo esperan verlo producir un número real como la masa del protón (una hazaña matemática que vale un premio de un millón de dólares).

“Es extremadamente difícil”, dijo Ünsal, suspirando. “No veo una forma inmediata”.

“Lo que decía Écalle es que la respuesta está rigurosamente ahí en principio. Pero obtener la respuesta es muy, muy difícil”, dijo Bender. “Mi consejo sería, no te pares en un pie mientras esperas”.

Una nueva esperanza

Pero la abrumadora dificultad no ha acabado con el sueño de tratar de obtener predicciones reales del resurgimiento. Por un lado, la técnica ya ha producido resultados inalcanzables de otro modo en la mecánica cuántica. En la década de 1980, los físicos matemáticos franceses de Saclay utilizaron métodos proto-resurgentes para hacer una predicción exacta del túnel de partículas, un problema que los físicos anteriormente solo habían podido aproximar. Dunne y Ünsal han realizado cálculos similares con lápiz y papel usando las herramientas más refinadas de Écalle. Otro grupo ha comprobado estos resultados utilizando métodos estándar. Solo pudieron llegar hasta seis decimales, un esfuerzo hercúleo que tomó meses de tiempo y una potencia informática sustancial.

Tales ejemplos dramáticos han motivado a Dunne a desarrollar formas hipereficientes de practicar el resurgimiento, con la esperanza de trasladarlas algún día a las teorías cuánticas de campos. En los últimos cinco años, junto con Ovidiu Costin, matemático de la Universidad Estatal de Ohio, ha encontrado técnicas que obtienen más rendimiento por el dinero perturbador. En algunos casos (que aún están lejos de las teorías del mundo real), han descubierto que solo 10 o 15 términos son suficientes. “Ese número podría haber resultado ser 1,000, y me habría dado por vencido y me habría ido a otro lado”, dijo. “Es un poco tentador”.

El trabajo de Dunne y Costin incluso ha logrado llamar la atención del propio Écalle. El fundador del resurgimiento no ha seguido de cerca las olas que desató su trabajo, llamándose a sí mismo “un ignorante consumado en física teórica”. Sin embargo, aunque le preocupa que cualquier trabajo sobre modelos especulativos como la teoría de cuerdas pueda estar “construido sobre arenas movedizas”, elogia los

esfuerzos de los investigadores para darle al resurgimiento una puesta a punto matemática.

“Incluso si el terreno físico cede, los impresionantes resultados matemáticos de, digamos, O. Costin y G. Dunne están ahí para quedarse”, dijo.

Para Écalle, el resurgimiento es algo así como un capítulo pasado. Han pasado casi 40 años desde su trilogía original. Continuó desarrollando el cálculo extraterrestre hasta alrededor del año 2000, y pasó los últimos 20 años explorando una rama más algebraica. Si alguna vez decide publicar una trilogía secuela que reúna todos sus hallazgos en un solo lugar, quién sabe qué tesoros encontrarán los físicos dentro.

“Creo que ha descubierto muchas herramientas que aún están por explorar”, dijo Mariño.

Referencias

[1] Quanta magazine. *How to Tame the Endless Infinities Hiding in the Heart of Particle Physics*. Charlie Wood Staff Writer. April 6, 2023 URL: <https://www.quantamagazine.org/alien-calculus-could-save-particle-physics-from-infinities-20230406/>

[2] Jean Ecalle, *Guided tour through resurgence theory*. (Paris-Saclay, January 2022). URL https://www.imo.universite-paris-saclay.fr/~jean.ecalle/fichiersweb/WEB_tour_resur.pdf

[3] *Resurgence and $1/N$ Expansion in Integrable Field Theories*, Lorenzo Di Pietro, Marcos Mariño, Giacomo Sberveglieri, Marco Serone, ArXiv: <https://arxiv.org/abs/2108.02647>

[4] *All the D-Branes of Resurgence*, Ricardo Schiappa, Maximilian Schwick, Noam Tamarin, ArXiv: <https://arxiv.org/pdf/2301.05214.pdf>

Artículo editado y traducido por JFG.

22. La forma y topología del Universo.

Posibles formas del universo

En el transcurso del tiempo hemos ido imaginando como el universo se creó, pero una cosa que no hemos dado mucha importancia es la forma.

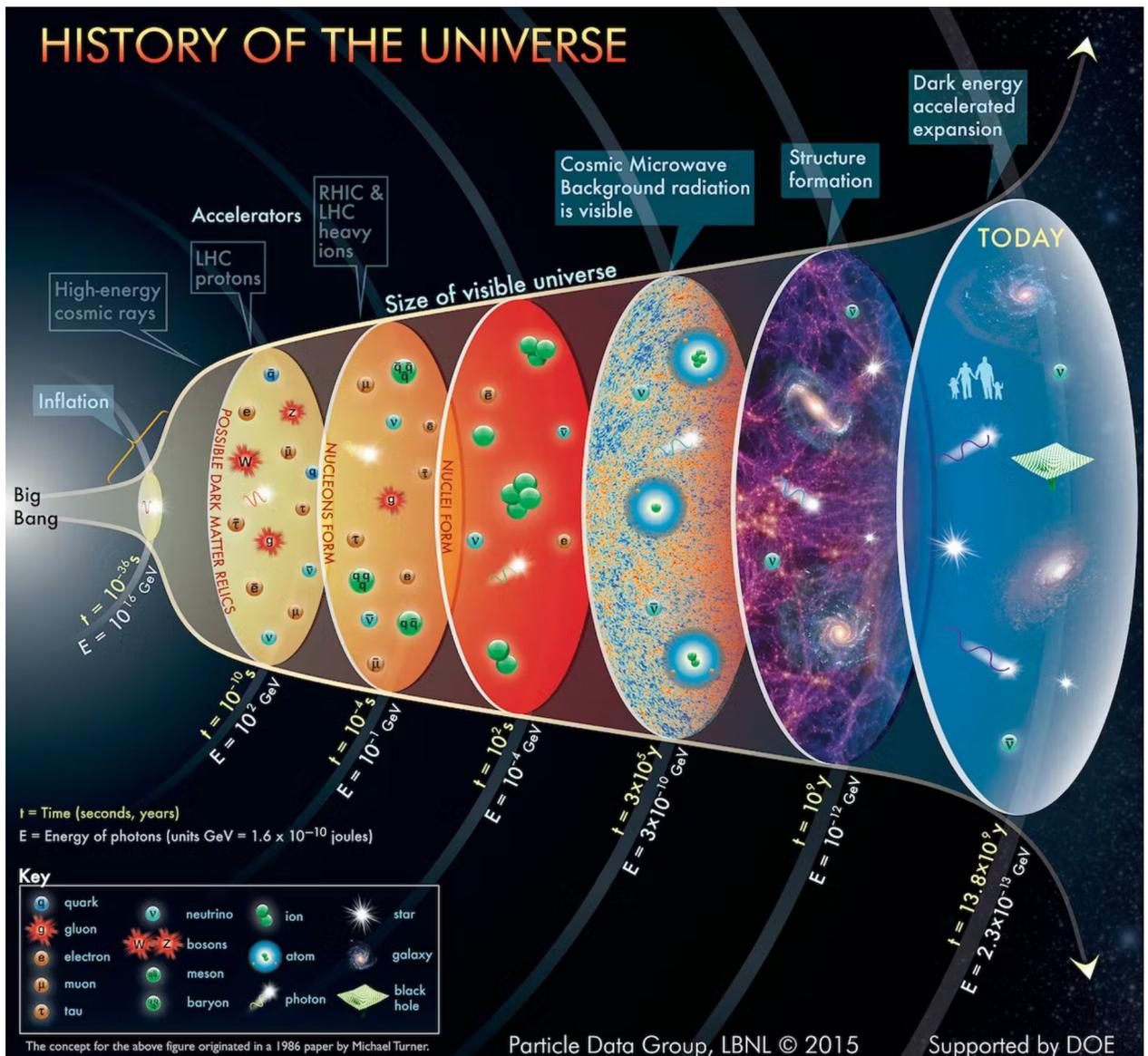


Figura 1. Historia del Universo. Crédito: PDG.

¿Por qué esto es importante?

La forma del Universo que habitamos es una cuestión muy importante para la Cosmología.

El final de él depende de la forma que tenga. Sin embargo, aún hoy en día la forma del Universo es imposible de averiguar.

¿Qué forma tiene el universo?

Realmente no sabemos cómo es el universo, aunque si disponemos de algunas teorías. Iremos viéndolas desde las más famosas y corroboradas hasta las más interesantes.

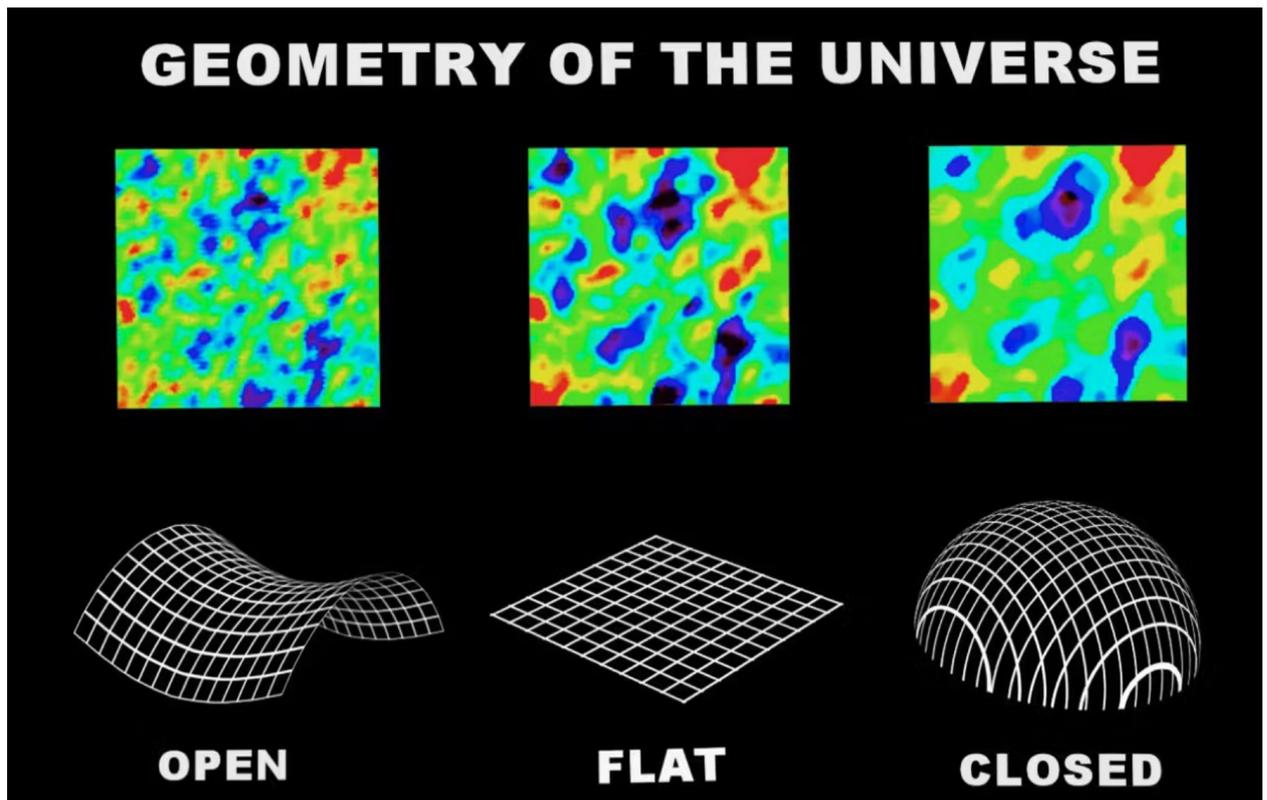


Figura 2. Geometrías o topologías sencillas del Universo. En una primera aproximación, el Universo podría ser una patata pringle o silla de montar, una lámina de queso cúbico o ser esférico. Luego hay otras topologías más exóticas.

Teoría 1. Hipótesis euclídea:

Esta hipótesis defiende que el universo es plano y al ser el universo plano esto provocaría que el universo fuese infinito ya que no tendría bordes.

Teoría 2. Hipótesis esférica:

Esta hipótesis dice que el universo sería una esfera cerrada, pero a diferencia de la anterior, al ser el universo de forma esférico este sería finito.

Teoría 3 . Hipótesis hiperbólica:

Esta hipótesis como su nombre indica dice que el universo sería la de una hipérbola por lo tanto sería una curva abierta, de la similitud a una patata pringles y el universo al no estar cerrado sería infinito.

Teoría 4. Hipótesis toroidal: el universo es como un Donut (también popularizado por Homer en los Simsons).

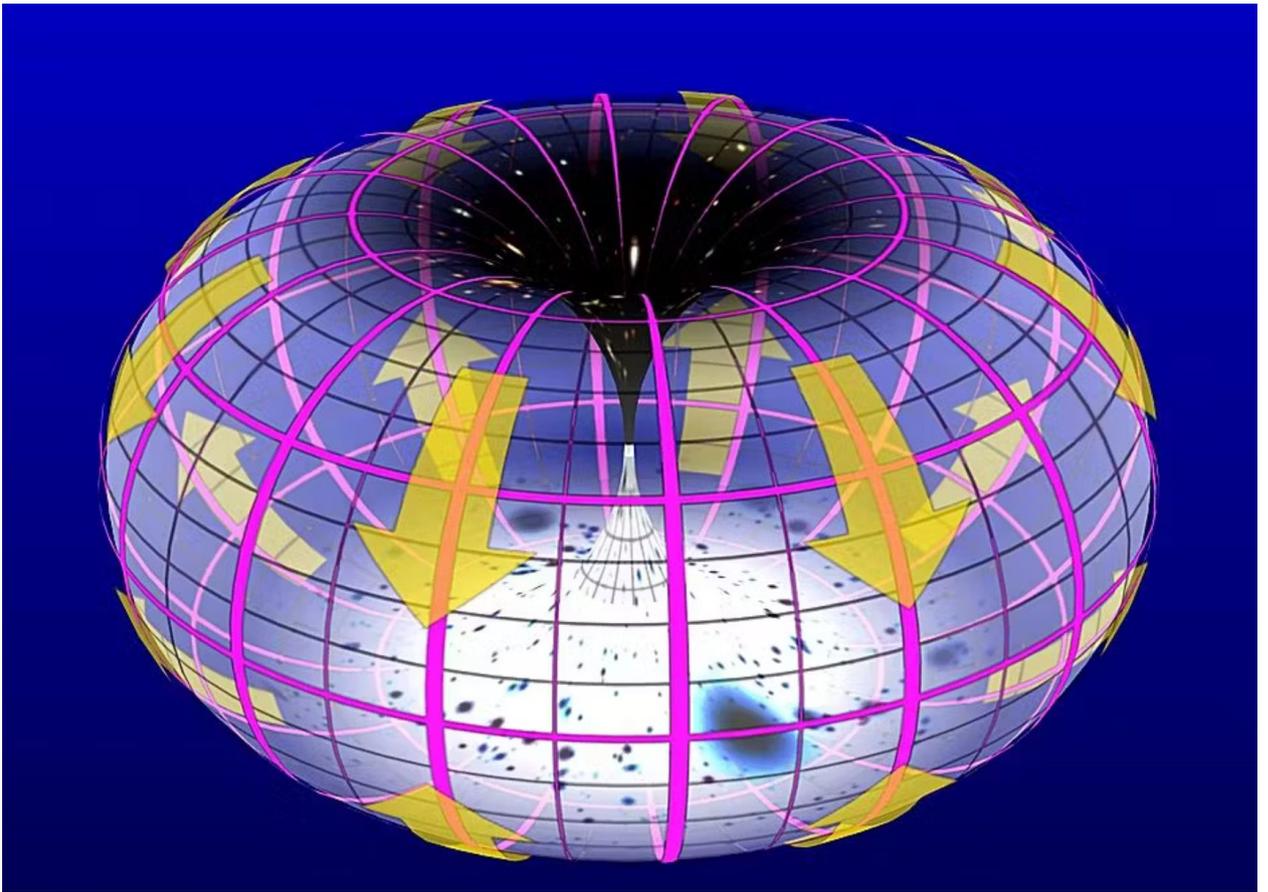


Figura 3. Universo toroidal.

Esta hipótesis viene a decir que el universo tendría forma de donut sería de curva cerrada, pero sería finito.

Ahora después de ver las posibles formas del universo descartemos algunas. La hipótesis de que el universo es un donut es la primera en ser descartada, debido a que dependiendo de la curvatura la luz vendría de distinta forma. Ahora gracias al fondo cósmico de microondas sabemos que el universo es no tiene curvatura, con lo cual se nos quedaría la opción de que el universo es plano.

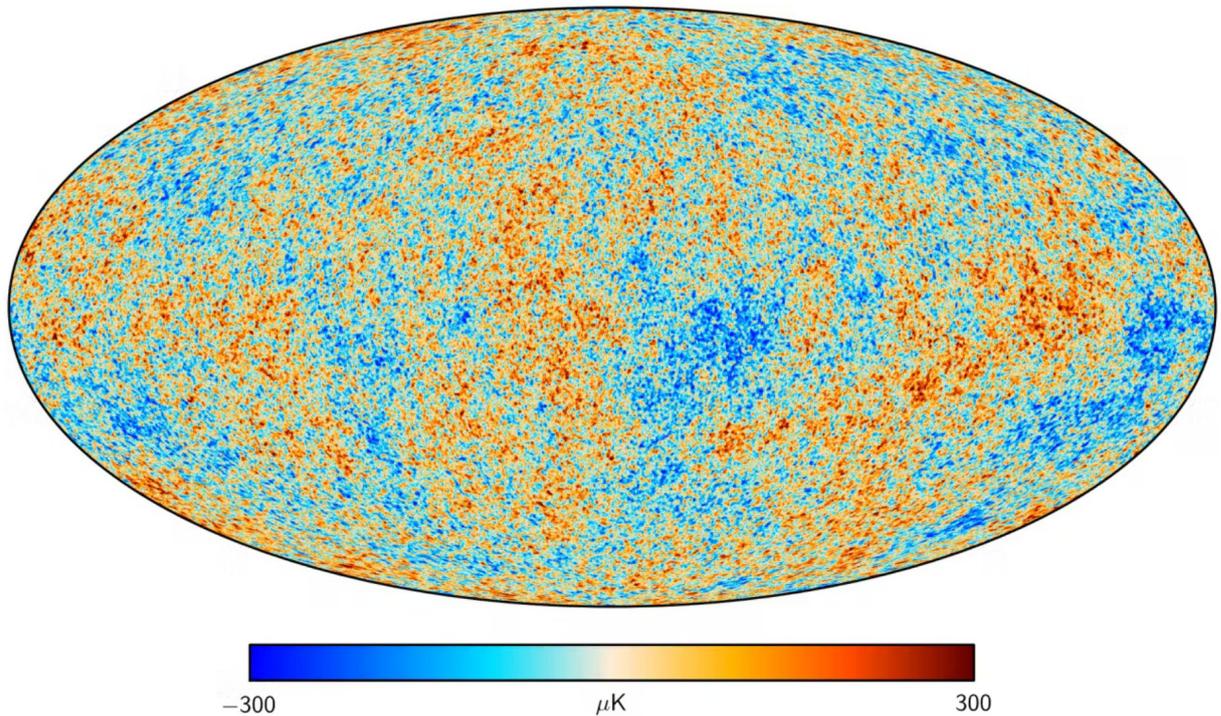


Figura 4. El fondo cósmico de microondas visto por el satélite Planck.

Si deseas saber más sobre este tema y tratarlo más a fondo te recomiendo este video: <https://www.youtube.com/watch?v=w9nxAAmapPc>

Vídeo 1. La forma del Universo. Pol Beltrán.

Referencias

[1] Revista Astromia.com, *La forma del Universo*.
URL: <https://www.astromia.com/universo/formauniverso.htm#:~:text=Las%20teor%C3%ADas%20de%20Einstein%20plantean,opina%20que%20es%20casi%20plano.>

[2] LA FORMA DEL UNIVERSO | ¿Universo Donut? Los Misterios de la Geometría del Universo
Autor: Pol Beltrán.

[3] Video: LA FORMA DEL UNIVERSO | ¿Universo Donut? Los Misterios de la Geometría del Universo ¿Qué forma tiene el Universo?
Autor: Pol Bertran Prieto.

Escrito por Óliver Aragón Martínez de 3ºD ESO.

Editado y corregido por Juan F. González.

23. Isaac Newton.

Isaac Newton



Figura 1. Isaac Newton.

¿Quién es Isaac Newton?

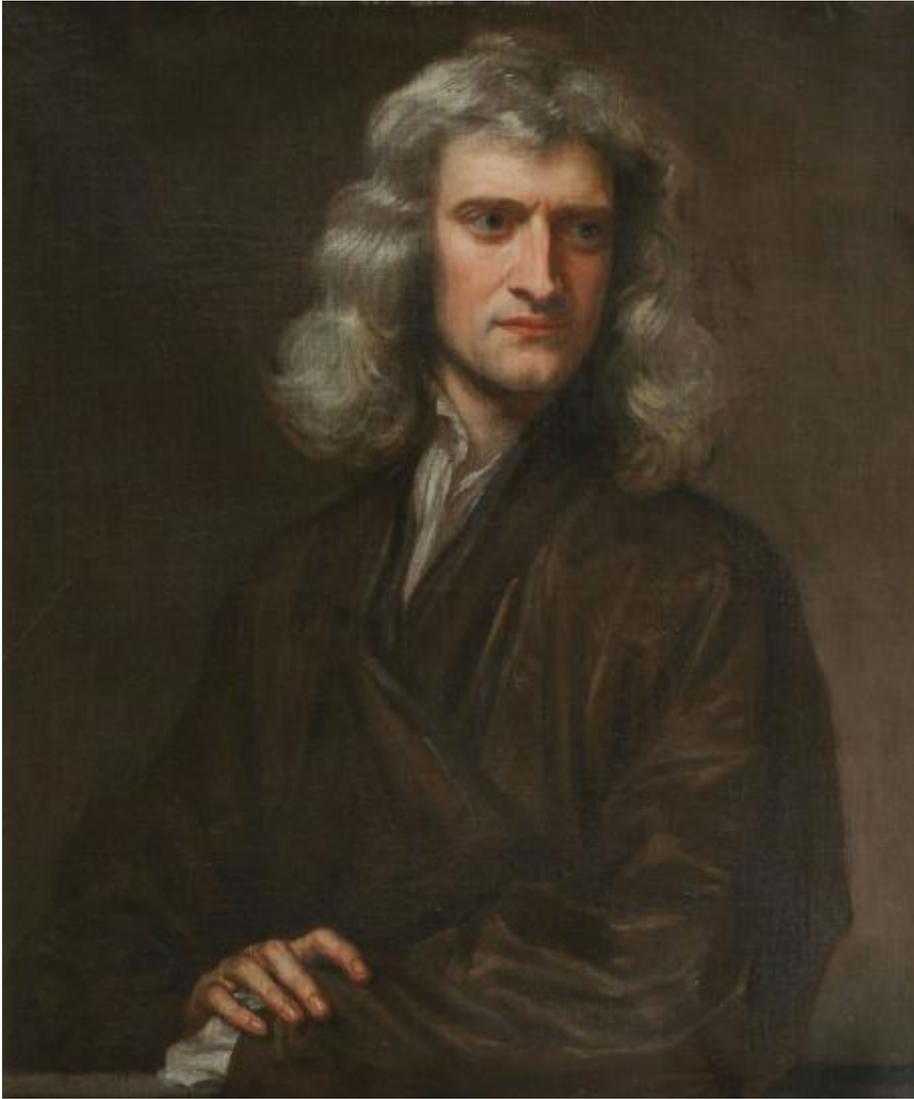


Figura 2. Isaac Newton 1689.

Sir Isaac Newton (Woolsthorpe, Lincolnshire; 4 de enero de 1643- Kensington, 31 de marzo de 1727) fue un físico, teólogo, inventor, alquimista y matemático inglés.

Es autor de los *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, más conocidos como los Principia, donde describe la ley de la gravitación universal y estableció las bases de la mecánica clásica mediante las leyes que llevan su nombre.

Entre sus otros descubrimientos científicos destacan los trabajos sobre la naturaleza de la luz y la óptica (que se presentan principalmente en su obra *Opticks*), y en matemáticas, el desarrollo del cálculo infinitesimal.

¿Qué enfermedad tenía Isaac Newton?



Figura 3. Newton. ¿Tenía Asperger?

Al parecer Isaac Newton presentaba un comportamiento social que recogieron testimonios del momento y que en biografías posteriores se ha querido ver como posibles síntomas de síndrome de Asperger. Él no tenía pasatiempos ni interés en interactuar con nadie, recibiendo escasas visitas y realizando por su cuenta muy pocas.

El Síndrome de Asperger es un trastorno del neurodesarrollo; el cerebro de la persona con Síndrome de Asperger funciona de manera diferente a la habitual, especialmente en la comunicación e interacción social y en la adaptación flexible a las demandas diarias. Comparte las características nucleares del autismo.

¿Cuál fue la causa de su muerte?

Sus numerosos problemas renales acaban causándole la muerte el 31 de marzo de 1727. Newton es enterrado con grandes honores en la abadía de Westminster.

¿Qué llegó a descubrir Isaac Newton?

- Definición de la gravedad.
- Teorías y leyes del movimiento.
- Inventó el cálculo.
- Sentó las bases de la ciencia moderna con Principia.
- Descubrió el teorema binomial generalizado.
- Definió la forma de la tierra.
- Definición de la óptica.
- Identificó la luz como la fuente de la sensación de color.
- Inventó el primer telescopio reflector.
- Salvó la moneda de Gran Bretaña.
- Leyes de Newton.
- Las leyes de la dinámica.

Las leyes de Newton, también conocidas como leyes del movimiento de Newton son tres principios a partir de los cuales se explican una gran parte de los problemas planteados en mecánica clásica, en particular aquellos relativos al movimiento de los cuerpos, que revolucionaron los conceptos básicos de la física y el movimiento de los cuerpos en el universo.

Primera ley de Newton o de la inercia:

Esta ley del movimiento establece que un cuerpo no puede cambiar su estado inicial de reposo o de movimiento recto con una velocidad constante si no se le aplica una o varias fuerzas externas.

Fórmula: $\sum_i F_i = 0 \rightarrow dv/dt = 0$

Segunda ley de Newton o ley de la interacción y la fuerza:

La segunda ley de Newton define la relación exacta entre fuerza y aceleración matemáticamente. La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él e inversamente proporcional a la masa del objeto, Masa es la cantidad de materia que el objeto tiene.

Fórmula: $F = m \cdot a$ ó $F = dp/dt$

Tercera ley de Newton o principio de acción y reacción:

Esta ley plantea que toda acción genera una reacción de igual intensidad, pero en sentido opuesto. Es decir, siempre que un objeto ejerza una fuerza sobre otro, este último devolverá una fuerza de igual magnitud, pero en sentido opuesto al primero.

Esta ley nos dice que la suma de fuerzas actuando sobre un objeto es directamente proporcional a su aceleración y a su masa.

Fórmula: $F(1 \rightarrow 2) = -F(2 \rightarrow 1)$.

Ley de gravitación universal

La ley de gravitación universal es una ley mecánica clásica que describe la fuerza o interacción gravitatoria entre distintos cuerpos con masa, fue formulada por Isaac Newton en su libro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, publicado el 5 de julio de 1687, donde establece por primera vez una relación proporcional (deducida empíricamente de la observación) de la fuerza con que se atraen dos objetos con masa. Así, Newton dedujo que la fuerza con que se atraen dos cuerpos tenía que ser proporcional al producto de sus masas dividido por la distancia entre ellos al cuadrado. Para grandes distancias de separación entre cuerpos se observa que dicha fuerza actúa de manera muy aproximada como si toda la masa de cada uno de los cuerpos estuviese concentrada únicamente en su centro de gravedad, es decir, es como si dichos objetos fuesen únicamente un punto, lo cual permite reducir enormemente la complejidad de las interacciones entre cuerpos complejos.

Así, con todo esto resulta que la ley de la gravitación universal predice que la fuerza ejercida entre dos cuerpos de masas:

$$F = Gm_1m_2/r^2$$

F=Módulo de la fuerza ejercida entre ambos cuerpos, cuya dirección se encuentra en el eje que los une

G=Constante	de	gravitación	universal
m_1 =Masa	de	cuerpo	1
m_2 =Masa	de	cuerpo	2
r=Distancia	entre los centros de masas de los dos cuerpos		

Referencias:

1. Isaac Newton, Wikipedia, La Enciclopedia libre, Fundación Wikimedia. URL: https://es.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton

(9 de marzo de 2016)

2. Asperger y Newton. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/grandes-cientificos-que-pudieron-sufrir-del-sindrome-de-asperger/#:~:text=Isaac Newton>

,por su cuenta muy pocas. (junio de 2013)

3. Autismo y Asperger. <https://autismo.org.es/sindrome-asperger/#:~:text=El Síndrome de Asperger>

es,las características nucleares del autismo. (14 de febrero de 2018)

3. Newton: científico y alquimista, National Geographic.com magazine. URL:

https://historia.nationalgeographic.com.es/a/isaac-newton-cientifico-y-alquimista_10246#:~:text=1727-

4. Los descubrimientos más importantes de Isaac Newton. URL: <https://algunwey.com/los-10-descubrimientos-mas-importantes-de-isaac-newton/>

5. Leyes de Newton, Wikipedia, la Enciclopedia libre. URL:https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_Newton#cite_ref-FOOTNOTE

6. Leyes de Newton, varias páginas web:

URL: <https://www.ferrovial.com/es/stem/leyes-de-newton/>

URL : <https://www.studysmarter.es/resumenes/fisica/interaccion-gravitatoria/leyes-de-newton/>

URL:

https://imagine.gsfc.nasa.gov/observatories/learning/swift/classroom/docs/law2_guide_spanish.pdf

URL: <https://es.khanacademy.org/science/hs-physics/x215e29cb31244fa1:forces-and-motion/x215e29cb31244fa1:force-mass-and-acceleration/v/newton-s-second-law-of-motion>

URL: <https://www.ferrovial.com/es/stem/leyes-de-newton/>

7. Ley gravitacional de Newton o ley de gravitación universal, Wikipedia, la Enciclopedia Libre. Fundación Wikimedia. URL: https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_gravitación_universal

Artículo original de Paula Tapiador Martín 4ºD ESO.

Artículo editado y corregido por JFGH.

24. Retrocausalidad y Física Cuántica

[Editar](#)

Autor del artículo original: Huw Price y Ken Wharton.

Fecha de publicación: 18/03/23

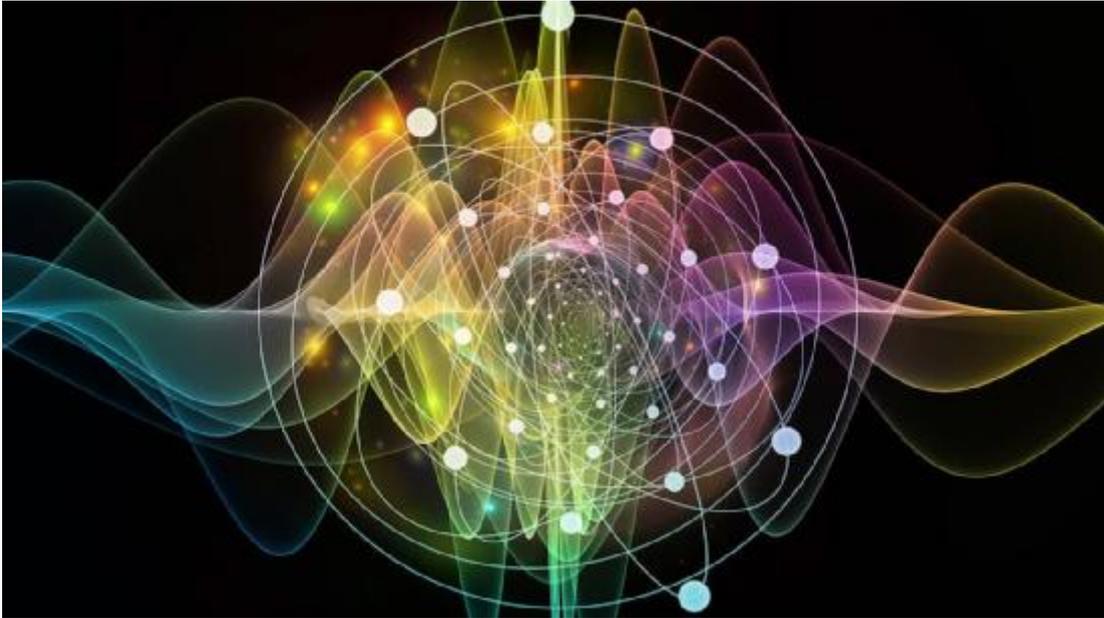


Figura 1. ¿Son las ondas cuánticas retrocausales?

¿Afecta el futuro al presente? Según la Física Cuántica, podría ocurrir este extraño y antiintuitivo proceso de que el futuro afecte al pasado. Es lo que se llama retrocausalidad, algo que las leyes de la Física Clásica no permiten...

La mecánica o la física cuántica estudia el mundo a nivel de átomos y partículas subatómicas.

¿Qué es la mecánica cuántica?

Es una rama de la física que estudia el comportamiento de la materia cuando las dimensiones de esta son muy pequeñas tales como el núcleo atómico, el átomo y las moléculas, principalmente.

En nuestra vida cotidiana muchas aplicaciones contiene mecánica cuántica. Los principales progresos se prevén en los campos de la computación e inteligencia artificial, el desarrollo de sensores la ayuda a la navegación y las comunicaciones.

En 2022 , se otorgó el premio Nobel de Física a un trabajo experimental que demuestra que el mundo cuántico debe romper algunas de nuestras ideas fundamentales sobre cómo funciona el universo.

Muchos miran esos experimentos y concluyen que el desafían la localidad, el principio de que los objetos distantes necesitan un medidor físico para interactuar. Otros en cambio piensan que los experimentos desafían el realismo .

Y si ambas hipótesis pueden salvarse a expensas de una tercera? Un grupo creciente de expertos piensa que deberíamos abandonar la suposición de que las acciones

presentes no pueden afectar los eventos pasados. Denominado retrocausalidad. Sin embargo, nada nos hace pensar que esto es así y es bastante difícil de probar experimentalmente los efectos de la retrocausalidad.

¿Qué pretende entonces la retrocausalidad? Esta opción pretende rescatar tanto la localidad como el realismo. Aunque tiene problemas para explicar la Naturaleza actual de los sucesos.

La física cuántica amenaza la localidad, que indica que los objetos distantes necesitan un mediador físico para interactuar, pero que la Mecánica Cuántica parece no cumplir en los estados denominados entrelazados. Es algo que surge de un argumento del físico de Irlanda del Norte John Bell en la década de 1960. John Bell fue premiado con el Nobel de Física en el año 2022.

Bell consideró experimentos en los que dos físicos hipotéticos Alice y Bob reciben partículas de una fuente común. Bell se dio cuenta de que la mecánica cuántica predice que habrá extrañas correlaciones. Se dice que el argumento de Bell representa una amenaza para la teoría de la relatividad especial de Albert Einstein. Aunque, sin embargo, NO es así, porque, hasta el momento, nadie ha demostrado que se pueda transmitir a mayor velocidad que la luz en el vacío usando la no localidad. De hecho, la Física Cuántica relativista es coherente con la relatividad especial.

En Mecánica cuántica aplica para la mecánica cuántica una ecuación llamada ecuación de Schrödinger para calcular la expresión de la función de onda en función del tiempo y el llamado operador unitario para conocer el valor de la función de onda al cabo de otro tiempo.

El oscilador armónico cuántico

Un oscilador no puede tener cualquier energía si no solo energías dadas por esta fórmula, $E=nhf$, siendo la f la frecuencia del oscilador h una cte (Planck) y n un número (cuántico) que toma valores enteros.

Explicado con más detalles en el siguiente vídeo:

Vídeo 1. La ecuación de Schrödinger.

The Schrödinger equation

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V \right] \psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$$

The operator $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ is the Laplacian in Cartesian coordinates.

ψ is the wavefunction.

V is the potential.

\hbar is the Planck constant divided by 2π .

The particle mass is represented by m .

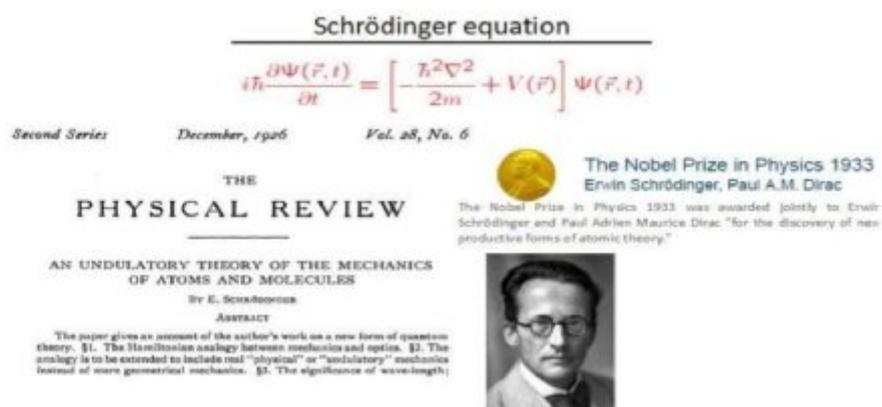


Figura 2.La ecuación de Schrödinger in a nutshell...

Referencias

[1] *Mecánica cuántica: qué tan posible es que el futuro influya en el pasado*, Huw Price y Ken Wharton. BBC news. URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-64922483>

[2] *Por qué el entrelazamiento cuántico revoluciona nuestro entendimiento de la naturaleza*. Carlos Palazuelos, Edición y coordinación: Ágata A. Timón G Longoria

(ICMA). URL : <https://elpais.com/ciencia/cafe-y-teoremas/2022-10-17/por-que-el-entrelazamiento-cuatico-revoluciona-nuestro-entendimiento-de-la-naturaleza.html>

[3] *Mecánica cuántica*, Química. com, enciclopedia online de Química. URL: https://www.quimica.es/enciclopedia/Mec%C3%A1nica_cu%C3%A1ntica.html#Descripcion_de_la_teor%C3%ADa

Artículo original escrito por Victoria Anahi Simbaña Velasco 3ºD-ESO.

Editor y corrector de la noticia JFGH.

25. Las centrales nucleares

[Editar](#)

Todos alguna vez hemos escuchado sobre las centrales nucleares que si son contaminantes muy productivas etc. Este método ha sido muy cuestionado a lo largo de la historia y aparte hay una gran cantidad de bulos sobre este tema, pero en este artículo vas a descubrir cómo funciona de verdad y si es tan problemática o mala como dicen.



Figura 1. Central nuclear.

¿Qué es una central nuclear?

Una central nuclear es una instalación industrial que genera electricidad a partir de la energía nuclear que veremos más adelante. Esta central forma parte de la familia de las centrales termoeléctricas, esto significa que utiliza el calor para generar la energía eléctrica. Dicho calor proviene de la fisión de materiales como el uranio y el plutonio. Más adelante veremos qué es lo que causa. Estas centrales a diferencia de las de otro tipo están construidas milimétrica mente ya que un mínimo fallo y esta ocasiona un gran problema

¿Como se obtiene la energía en un central nuclear?

El funcionamiento de una central nuclear se basa en aprovechar el calor producido por la fisión de átomos de uranio y plutonio para mover una turbina por la acción del vapor de agua que se produce, la cual mueve una turbina que está conectada a

un generador eléctrico. ¿Pero que es la fisión nuclear? Pues esto consiste en la separación de un átomo el cual al separarse produce energía en forma de calor que es lo que se aprovecha en las centrales nucleares donde luego este calor evapora el agua de los tanques de refrigeración tanto para enfriar el reactor y para que este pase a vapor de agua el cual asciende y acaba moviendo la turbina que es la que “genera” electricidad.



Figura 2. Central nuclear. Fuente: El País.

Este proceso consta de 5 fases:

1. La fisión del uranio se lleva a cabo en el reactor nuclear, liberando una gran cantidad de energía que calienta el agua hasta evaporarla.
2. Este vapor se transporta al generador mediante un circuito de vapor.
3. Una vez ahí, las aspas de la turbina giran por la acción del vapor y mueven el generador, que transforma la energía mecánica en electricidad.
4. Cuando el vapor de agua ha pasado por la turbina, se envía a un condensador donde se enfría y se vuelve líquido.
5. Después, el agua se transporta para volver a conseguir vapor, cerrando así el circuito del agua.

¿Dónde ocurre todo este proceso?

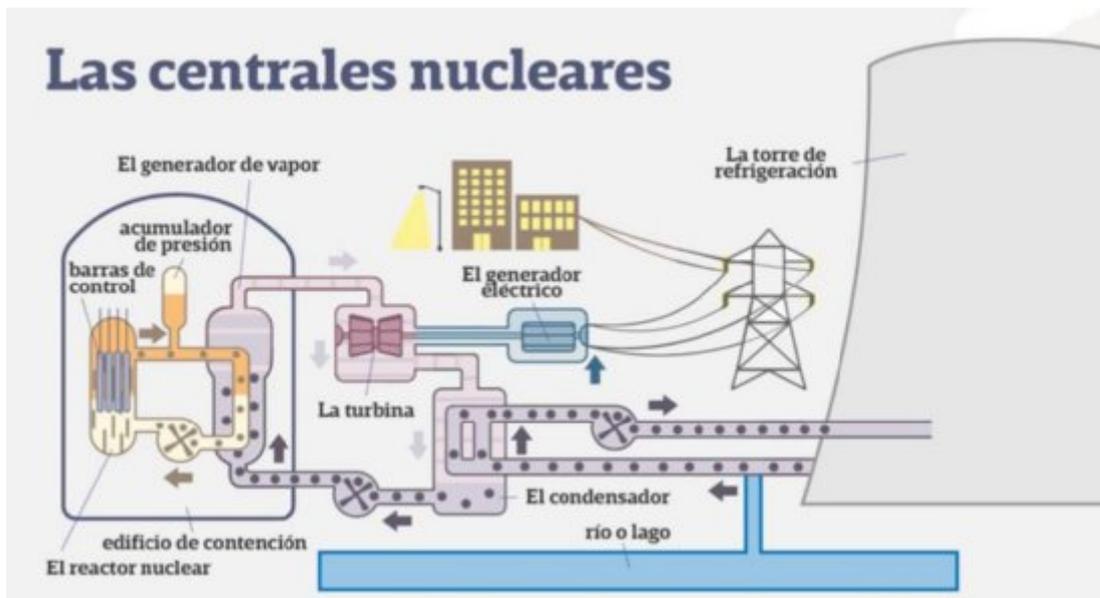


Figura 3. Esquema de central. Fuente: La Vanguardia.

Aunque las centrales nucleares están conformadas por muchos edificios u estructuras este proceso ocurre en un generador de fusión que suele estar al lado de la torre de refrigeración. Un reactor nuclear de fisión es la instalación capaz de iniciar, mantener y controlar las reacciones de fisión en cadena, y al poder ser un proceso bastante peligroso por la radiación y otros residuos estos tienen grandes medidas de seguridad y elementos de contención. Sus elementos principales son:

- Combustible. Formado por un material fisionable (Elemento químico con el que se puede hacer la fisión), generalmente compuesto de uranio o plutonio en el que tienen lugar las reacciones de fisión. Es la fuente de generación de calor.
- Moderador. Hace disminuir la velocidad de los neutrones rápidos generados en la fisión, manteniendo la reacción. Se acostumbra a utilizar agua, agua pesada, helio, grafito o sodio metálico. Es decir, se encarga de controlar la temperatura del reactor para mantenerlo bajo control.
- Elementos de control. Permiten controlar en todo momento la población de neutrones y mantener estable el reactor. Aquí podemos encontrar las barras de control las cuales son decenas de barras de metal las cuales bajan o suben para regular la estabilidad y presión del reactor.
- Refrigerante. Extrae el calor generado por el combustible. Generalmente se utilizan refrigerantes líquidos como el agua ligera, el agua pesada o gases como el anhídrido carbónico y el helio.
- Blindaje. Evita que las radiaciones y los neutrones del reactor se escapen al exterior. Por lo general, se utiliza hormigón, acero o plomo.

- Elementos de seguridad. Todas las centrales nucleares de fisión disponen de múltiples sistemas de seguridad para evitar que se libere radioactividad al exterior.

Tipos de reactores nucleares

Hay una gran cantidad de tipos de reactores nucleares y esta es una pequeña y simplificada de los más utilizados alrededor del mundo.

Reactores de agua ligera donde dentro de él podemos encontrar dos tipos:

-Reactor de agua a presión: Utilizan agua como moderador y refrigerante. El combustible utilizado es el uranio ligeramente enriquecido en forma de dióxido de uranio.

-Reactor de agua en ebullición: En este tipo de reactor, una parte del agua del refrigerante (que a la vez actúa como moderador) pasa a la fase vapor en el propio reactor, es decir la misma agua abarca las distintas funciones tanto como refrigerante y como moderador para producir el vapor de agua.

-Reactor de agua pesada: El reactor de agua pesada utiliza el uranio natural como combustible, mientras que el agua pesada se usa como moderador y como refrigerante.

-Reactor de uranio natural y grafito: Utiliza el uranio natural en forma metálica como combustible; el grafito como moderador, y el anhídrido carbónico como refrigerante. Luego podemos encontrar reactores menos comunes como el reactor avanzado de gas y el reactor de grafito y agua ligera .

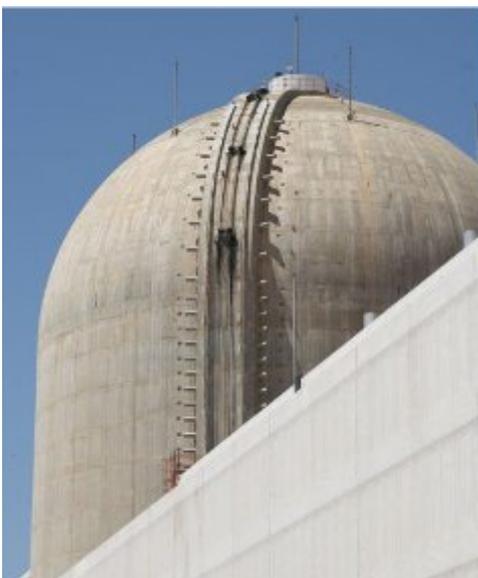


Figura 4. Elementos de control: la torreta.

Los residuos y los problemas de la energía nuclear, la radiación.

Ahora ya sabemos cómo funciona una central nuclear y su proceso hablaremos de los residuos y problemas que puede ocasionar este tipo de energía. La energía nuclear produce desechos radioactivos los cuales son bastantes peligrosos y perjudiciales para la salud ya que son “imparables” e “incurables” y tampoco son visibles, esto ocurre ya que cuando se produce alguna transformación en los núcleos atómicos se emiten partículas y radiaciones electromagnéticas de elevada frecuencia (muy peligrosas). Hay elementos que pueden producir este fenómeno de manera natural y hay otros de los que se pueden obtener isótopos radioactivos de forma artificial que es lo que ocurre en las centrales nucleares cuando se separan los átomos. Pero primero repasemos ¿Qué es la radioactividad? La radioactividad se trata de un fenómeno físico que consiste en la emisión o propagación de energía en forma de ondas o de partículas subatómicas como, por ejemplo, las ondas electromagnéticas emitidas por el Sol o las partículas emitidas por sustancias radioactivas. Donde dentro de ella podemos encontrar la radioactividad natural y la artificial.

Radioactividad natural: Es la radioactividad que existe en la naturaleza sin intervención humana. Puede ofrecer tres tipos de transiciones radioactivas, a cada una de las cuales le corresponde un tipo de radiación.

-Radiación Alfa: La radiación alfa consiste en partículas alfa a alta energía / velocidad. La producción de partículas alfa se denomina desintegración y las partículas alfa consisten en dos protones y dos neutrones unidos en una partícula idéntica a un núcleo de helio. Las partículas alfa son relativamente grandes y tienen una carga positiva doble. No son muy penetrantes y un simple trozo de papel puede detenerlos. Viajan solo unos pocos centímetros, pero depositan todas sus energías a lo largo de sus cortos caminos.

-Radiación beta: La radiación beta consiste en electrones libres o positrones a velocidades relativistas. Las partículas beta (electrones) son mucho más pequeñas que las partículas alfa. Llevan una sola carga negativa. Son más penetrantes que las partículas alfa, pero el metal de aluminio delgado puede detenerlas. Pueden viajar varios metros, pero depositan menos energía en cualquier punto a lo largo de sus caminos que las partículas alfa.

-Radiación gamma: Se refieren a la radiación electromagnética de muy altas energías. Los rayos gamma son fotones de alta energía con longitudes de onda muy cortas y, por lo tanto, de muy alta frecuencia. Dado que los rayos gamma son en sustancia solo fotones de muy alta energía, son materia muy penetrante y, por lo tanto, biológicamente peligrosos. Los rayos gamma pueden viajar cientos de kilómetros en el aire y pueden pasar fácilmente a través del cuerpo humano. Este tipo de radiación es la más peligrosa

Radioactividad artificial: La radiactividad artificial es la producción de isótopos radiactivos por parte del medio humano. Se produce mediante el bombardeo de un elemento con partículas aceleradas, lo que provoca la fisión del núcleo y la formación de nuevos isótopos. La radiactividad artificial se utiliza en una variedad de aplicaciones, incluyendo la investigación científica, el diagnóstico médico y el tratamiento del cáncer.

Los residuos radioactivos y su impacto ambiental.

Las centrales nucleares están sujetas a un estricto control reglamentario institucional difícil de igualar por parte de otras actividades industriales esto debido a su peligrosidad con la radiación, de hecho, tenemos el ejemplo de Chernóbil en 1986 que era un central nuclear que tuvo distintos problemas y la cual podía haber dejado a Europa deshabitada por la radiación por esto y más factores las centrales nucleares son uno de los lugares más protegidos y vigilados. Esta reglamentación tiene en cuenta todas y cada una de las fases que forman el ciclo de producción, contemplando también la protección de los trabajadores es, el público en general y el desmantelamiento de la central al final de su vida útil. Hay que recalcar que las centrales nucleares no influyen en nada en el cambio climático a contrario de lo que se dice en muchas fakes news, aparte en muchas ocasiones se dice que el “humo” que sueltan las centrales es contaminante y radioactivo, pero en realidad es solo vapor de agua. La producción de energía eléctrica en centrales nucleares genera residuos radioactivos de larga duración que deben almacenarse en la misma central y en depósitos especiales para materiales radioactivos. Estos residuos o materiales radioactivos son muy peligrosos y tardan mucho tiempo en desaparecer, y entonces ¿Qué se hace con ellos? Estos residuos o se guardan en lugares especiales en las mismas centrales nucleares o bien se entierra en depósitos nucleares que se encuentran a cientos de metros bajo tierra, esto para intentar reducir al máximo el efecto de dichos residuos. Y la pregunta mas importante ¿Que puede hacer la radiación a las personas como tanto al medioambiente? Cuando hay un accidente central nuclear, los niveles de radiación que generalmente se liberarían resultan

mortales para cualquier planta, animal o persona que se vea expuesta. Según el nivel de intensidad de esta radiación, los efectos son mortales a corto, mediano o largo plazo, por ejemplo, causando malformaciones o tumores.

Cuando hablamos de consecuencias catastróficas, la magnitud de estos accidentes es tal que hasta muchas décadas después no se puede hacer un balance global. Además, no solo afecta a la zona más cercana, sino que las nubes radiactivas pueden desplazarse a miles de kilómetros por el aire o el agua. Otro gran problema es que es imposible saber si hay radiación si no tienes ningún aparato para medirla ya que no se ve, no se oye, no se siente y no se huele. El mayor ejemplo de lo que puede causar la radiación si sale de una central nuclear es el de Chernóbil donde la radiación llegó desde Ucrania hasta Francia y dejó cientos de kilómetros a la redonda de la central despoblados y aparte destruyó todo el medioambiente de la zona matando a gran cantidad de animales y personas. Pero hay que recalcar en gran medida que es muy improbable que suceda un accidente nuclear.

Videos informativos:

Aquí tenéis unos videos para que podáis entender mejor cómo funciona una central nuclear de una manera mas visual

Vídeo 1. Cómo funciona una central nuclear - YouTube

Vídeo 2. ¿Qué HACER en caso de un DESASTRE NUCLEAR? - YouTube

Este video empieza a hablar sobre que hacer en caso de un desastre nuclear en el minuto 2:19 y acaba de explicar que hacer en el 3:48. Antes del 2:19 habla sobre el accidente nuclear de Chernóbil y sus consecuencias y después del 3:48 habla sobre las centrales nucleares en Latinoamérica.

Referencias

[1] *Centrales nucleares* (fundacionendesa.org). URL: [Centrales nucleares \(fundacionendesa.org\)](http://fundacionendesa.org)

[2] *¿Cómo funciona una central nuclear?* - Foro Nuclear.
URL: <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/como-funciona-una-central-nuclear/>

[3] *Cómo afecta la energía nuclear al medio ambiente y al ser humano* (ecologiaverde.com). URL: <https://www.ecologiaverde.com/como-afecta-la-energia-nuclear-al-medio-ambiente-y-al-ser-humano-1664.html>

[4] *Radiactividad artificial - Qué es, descubrimiento y ejemplos* - Muy Tecnológicos (muytecnologicos.com). URL: <https://muytecnologicos.com/diccionario-tecnologico/radiactividad-artificial>

[5] *Rayos gamma* - Wikipedia, la enciclopedia libre.
URL: https://es.wikipedia.org/wiki/Rayos_gamma

[6] *7 claves para entender cómo funciona la energía nuclear y qué desafíos enfrenta para reemplazar al gas y al petróleo* - BBC News Mundo.
URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-60948209>

Artículo original escrito por Daniel Puig Jiménez. 4ºF ESO.

Artículo editado y corregido por Juan F. González.

26. PROYECTO TORRIJA

[Editar](#)



Figura 1. Torrijas. No me gustan las torrijas, pero usando un proverbio klingon, ...

Le he dado la vuelta y empecé hace semanas lo que denominé PROYECTO TORRIJA, y es cierta vendetta personal es llamar a un proyecto ultrasecreto como la comida que menos me gusta junto al cocido madrileño. Que me perdonen los que disfruten de tales comidas.

PLAN:

1) Que alumnos de 4º ESO buscaran información o un trabajo breve sobre un tema de Física y Química conectado con el temario de 4º. Podían hacer infografías, powerpoints, pero no muy largos.

2) Tendrían que exponerlo a Vds., padres, madres, amigos, profesores,...Así que si no entienden algo, les deberán preguntar a ellos, no a mí (un irreverente riguroso "misfit" de la Ciencia).

Observaciones: No comparen calidades, cantidades y formatos (todos tienen más o menos errores), y aprecien la diversidad de los temas y los contenidos, o en caso de quienes han hecho el mismo tema, los diferentes enfoques. Los que han participado en el Proyecto Torrija, han usado al menos algo de energía en poner algo de interés. También, les tendrán que preguntar a ellos, no a mí (un irreverente riguroso "misfit" de la Ciencia).

Espero que les sirva en algún momento a ellos, más allá de la nota, y lo aprecien (ellos y Vds.) algún día.

Enlace con los archivos en el cloud de EducaMadrid con los archivos (pueden leerse y descargarse, pero no modificarse en este cloud):

<http://cloud.educa.madrid.org/index.php/s/3y81JKXRtQ4e30j>

JFGH

27. Cierre del Noticiero de FyQ.

Estimad@s lectores del Noticiero:

Tras dos años de funcionamiento y "proyecto", intentando que todos conocieran, entendieran, se interesaran y leyeran la Ciencia y sus métodos (luchando contra la

misma adversidad que se ha cargado decenas de miles de artículos de Investigación Y Ciencia, ya desaparecida), he decidido cerrar este proyecto. Ha supuesto mucho tiempo personal y ya he comprobado el nivel de interés que ha suscitado, y el apoyo (muy puntual y reducido) que he recibido.

Dado que el respeto a este trabajo lo considero esencial para un trabajo sostenido, cierro este Noticiero hasta que otro/s quiera/n darle "una vuelta de tuerca", o se encargue de él con nuevos impulsos y energías. No tengo ningún interés ni ganas en proseguir ya con él. Pero otros podrán hacerlo si cogen el testigo como acabo de decir. La idea no me parece mala...Y puede ser reciclada de diversos modos.

Agradecimientos a los que han colaborado (alumnos míos y no míos), y a los (pocos) que me han reconocido el esfuerzo Y tiempo empleado, y a los lectores que hayan querido leerme a mí y los alumnos que han colaborado, y a los que han respetado mi libertad de expresión (no todos lo han hecho, y eso también me llevo).

Agradecimientos a todos, hayan aprendido algo (más o menos) con este Noticiero o no (verbigracia, citar bibliografía, citar referencias y figuras, contrastar información, traducir textos, chequear informaciones y comprobar vocabulario científico-técnico).

Los artículos quedarán publicados en tomos en mi blog, (aunque queda un último volumen incompleto que publicaré en verano), y también supongo aquí en educamadrid.

Si he sido obtuso y persistente 2 años ha sido porque aún tenía esperanzas de redención para tener una sociedad científicamente informada. Visto lo visto, me temo que la mayoría caerá en fake news, y noticias de dudoso rigor y veracidad. Espero que no todos, sin embargo, y que al menos los que han participado aquí, se lleven esas cosas y lecciones importantes que pienso había aquí que enseñar y mostrar.

Dicho esto, ha sido un honor y un privilegio poder compartir noticias con todos Vds., un saludo y hasta que nuestras geodésicas vueltan a encontrarse, en el infinito o no, en las fronteras que separan este Universo de otro u otra dimensión.

JFGH

Índice

1. **La supergalaxia U2885.**
2. **Nuevo isótopo del uranio.**
3. **Nueva medida cosmológica reta nuestra visión del Universo.**
4. **Una galaxia muy, muy, pero que muy lejana.**
5. **La naturaleza de la materia primigenia.**
6. **Computación cuántica y cero absoluto: un nexo termodinámico.**
7. **Telescopios membrana.**
8. **Más galaxias lejanas via JWST.**
9. **Ryugu y el origen de los aminoácidos terrestres.**
10. **El corazón del cúmulo Abell 1201.**
11. **El JWST y las lentes gravitacionales en toda su gloria.**
12. **Explosión espacial tipo “Estrella de la Muerte”**

- 13. China prueba un generador de radioisótopos Stirling.**
- 14. Estados excitados de núcleos exóticos.**
- 15. Methalox.**
- 16. GRB 221009A.**
- 17. Los anillos de Urano.**
- 18. CTA: Cherenkov Telescope Array.**
- 19. Un nuevo exoJúpiter.**
- 20. La gravedad crea luz.**
- 21. Infinitos sin fin en la Física.**
- 22. La forma y topología del Universo.**
- 23. Sir Isaac Newton.**
- 24. Retrocausalidad y Física Cuántica.**
- 25. Las centrales nucleares.**
- 26. Proyecto Torrija.**
- 27. Cierre del Noticiero de FyQ.**