

# Las CINCO formas más elegantes de morir en el Universo

Juan Antonio Ramírez Samperio

Sociedad de Astronomía de la UAEH

antonio.ramirez@global.thunderbird.edu

## RESUMEN

Seguramente todos hemos oído hablar de la hipótesis de la Gran Explosión que dio origen al Universo; sin embargo, ¿podemos imaginar cómo va a ser su final? En el presente artículo se muestran cinco maneras en que la Tierra, el Sistema Solar y el Universo entero pueden llegar a la conclusión de su existencia.

Palabras clave: Origen del Universo, extinción del Sistema Solar, final del Universo.

## ABSTRACT

We all have heard about the Big Bang theory that explains the origin of the Universe. However, have we wondered how can the Universe end? In this article, it is exposed five different ways in which the Earth, the Solar System, and the Universe could come to an end.

Keywords: Origin of the Universe, Solar System extinction, end of the Universe.

## El Universo cocinado en 5 minutos

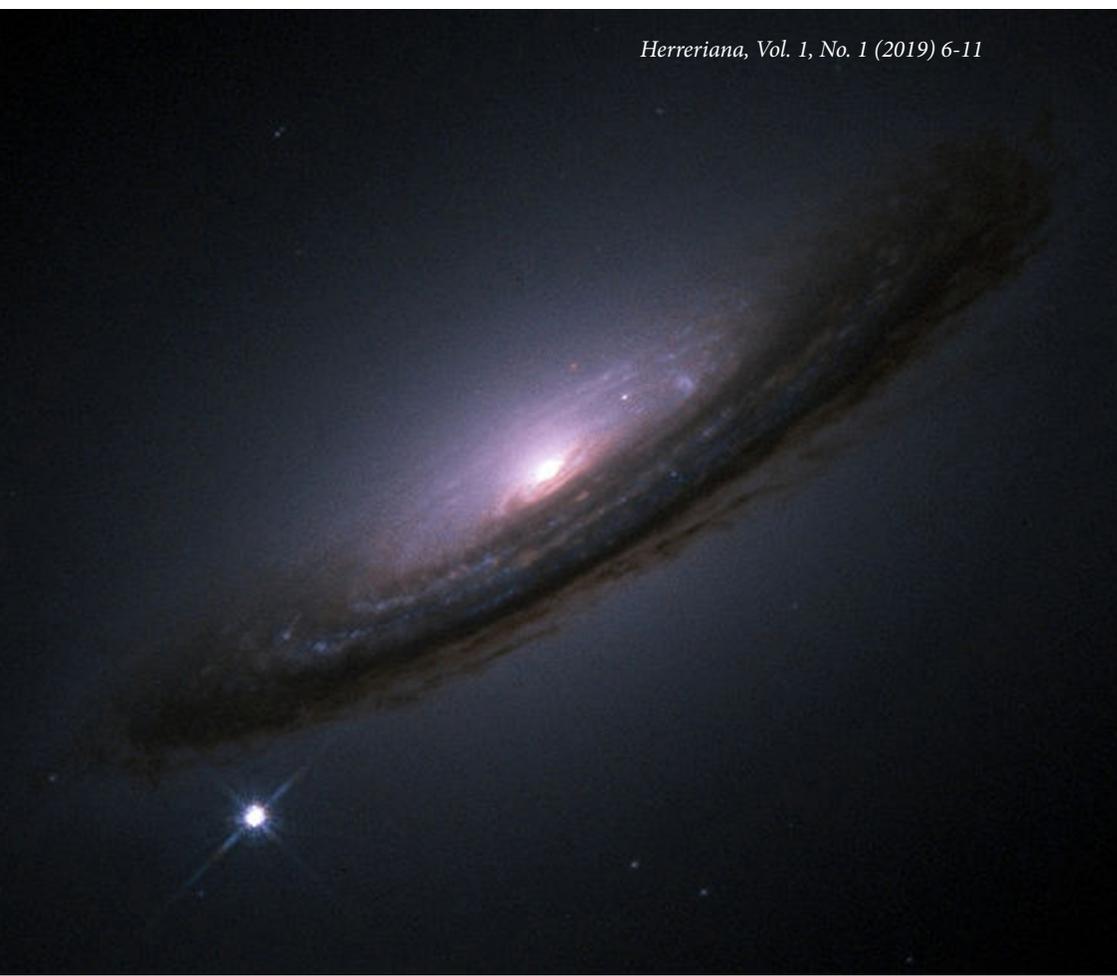
Nuestro Universo nació hace unos 13,700 millones de años de una Gran Explosión y, aunque ha pasado bastante tiempo, aún podemos ver la radiación cósmica de fondo, una especie de eco que nos recuerda el origen violento de nuestro Cosmos. Después de que se enfrió un poco, el gas de hidrógeno (principal componente del Universo) se comenzó a condensar por la fuerza de gravedad, dando origen a enormes estrellas primordiales que comenzaron a brillar por la fusión nuclear. Cuando se les terminó el combustible, estas estrellas empezaron a fusionar sus propios desechos, lo que dio origen a los demás elementos que conocemos actualmente, y si las estrellas eran lo suficientemente masivas, explotaron violentamente en forma de Supernovas, esparciendo los átomos cocinados en el interior de su horno nuclear por doquier. Dicho sea de paso, el calcio de nuestros huesos, el hierro de nuestra sangre y en general la mayoría de los átomos de lo que estamos hechos, fue creado

en el interior de estas estrellas que explotaron violentamente y esparcieron su contenido hasta que, mucho tiempo después, terminaron en nuestras células. En cierto sentido, estamos hechos del polvo de estrellas antiguas y somos un poco más viejos de lo que aparentamos (por algunos miles de millones de años más, que es la edad real de algunos de nuestros átomos...)

Después de una explosión de supernova, los efectos de la gravedad volvieron a juntar la materia esparcida por ahí (principalmente hidrógeno), hasta completar el ciclo del nacimiento y muerte de varias generaciones de estrellas, una y otra vez, hasta que hace unos 5,000 millones de años, en un lugar olvidado de la Vía Láctea y lejos del bullicio cataclísmico de su centro, donde ocurren cosas más interesantes, se formó una estrella amarilla de tercera generación junto con un disco protoplanetario que ahora llamamos Sistema Solar. Al estar lejos de la actividad energética de la galaxia, encontramos las condiciones apacibles para que en

**La Nebulosa de la Cabeza de Bruja** es una nebulosa de reflexión, remanente de una supernova, que está iluminada por una estrella supergigante llamada Rigel en la Constelación de Orión (visible en el invierno). Con un tamaño aproximado de 25 años luz, está a una distancia de 1,000 años luz de la Tierra y por supuesto, su forma malévola asustadiza es solo una coincidencia interpretada por nuestra predisposición de encontrar patrones (como cuando buscamos figuras en las nubes). **Fuente:** NASA. Rigel and the Witch Head Nebula. APOD 2012, noviembre 1.





**Supernova SN1994D** (estrella más brillante abajo a la izquierda) en la galaxia NGC 4526. La explosión de una Supernova es tan grande que frecuentemente iguala la luminosidad de su galaxia. Este tipo de explosiones catastróficas nos han dado la información para confirmar que el Universo continúa expandiéndose, debido a que algunas tienen la misma intensidad luminosa.

*Fuente: NASA/ESA. Hubble Space Telescope-Image of Supernova 1994D (SN1994D).*

uno de los planetas de esta estrella solitaria (el Sol) pudiera surgir una forma de organización de las moléculas y en contra de toda posibilidad, naciera la vida.

El Universo es un lugar bastante espacioso o más bien inmenso, las distancias entre cuerpos celestes es enorme y estamos limitados para viajar con un tope de velocidad, ya que nada puede transitar más rápido que la velocidad de la luz, que es de 300,000 km/s. Aun así, y a pesar de la gran distancia que nos separa de las estrellas vecinas más cercanas, estamos expuestos a ser afectados por fenómenos cósmicos ya bien conocidos y que de manera un poco extravagante son las formas más elegantes de desaparecer en el Universo, ya que cotidianamente ocurren catástrofes inimaginables, ya sea por erupciones constantes de núcleos galácticos (los llamados AGN) o por explosiones de estrellas que se convierten en Supernovas.

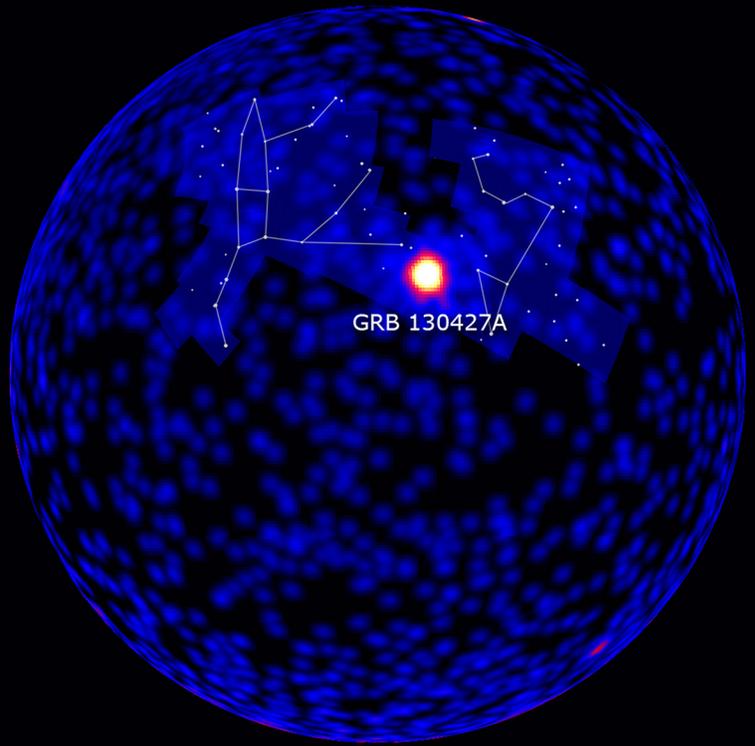
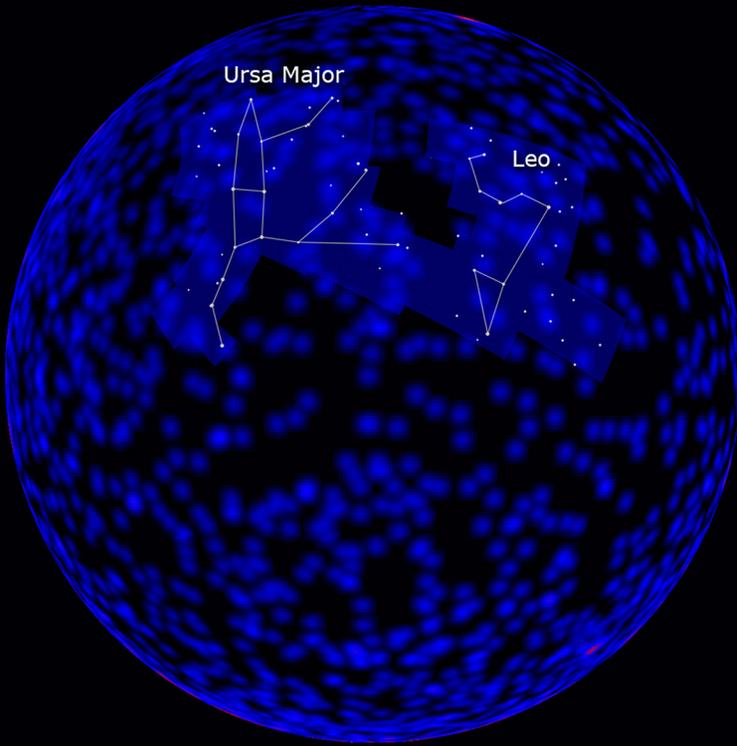
Afortunadamente para nosotros el Sol, junto con su Sistema Solar, está en el borde de uno de los apacibles brazos de la Vía Láctea, donde francamente casi no ocurre nada interesante, comparado con otros brazos de la galaxia u otras galaxias que podemos observar desde aquí. La tranquilidad de nuestro vecindario fue una de las condiciones para que la vida pudiera desarrollarse en nuestro precioso planeta y podríamos decir que podemos continuar haciendo planetas...aunque lo que verás a continuación te pondría los cabellos de punta y empezarás a convencerte de que no debes dejar para mañana lo que puedes hacer hoy, pues aquí te presentamos las cinco formas más elegantes de morir en el Universo (sin previo aviso).

## 1 Aniquilados por antimateria

La antimateria es la sustancia más explosiva que existe en el Universo, podemos fabricarla en ínfimas cantidades utilizando un gigantesco acelerador de partículas, pero se requeriría invertir una gran cantidad de energía para ello (aun así, es completamente factible crear antimateria). Cuando la materia y la antimateria se unen, se aniquilan completamente entre las dos en una violenta explosión, emitiendo únicamente energía en forma de rayos gamma y eliminando completamente todo rastro molecular. Albert Einstein nos lo demostró con su famosa ecuación  $E=mc^2$  que la materia es equivalente a una cantidad inmensa de energía y esta es la forma más elegante de morir en el Universo, ya que nuestros átomos perderían toda estructura y efectivamente nos convertiríamos en energía pura viajando por el Universo a la velocidad de la luz eternamente.

En la Tierra, las explosiones de rayos gamma podrían afectarnos directamente, ya que la intensa radiación puede provocar mutaciones en los seres vivos o incluso cambios en la atmósfera misma. Recientemente el Telescopio Espacial Fermi de Rayos Gamma ha detectado tormentas de rayos Gamma, tal vez producidos por la interacción de materia-antimateria, y continúa estudiando el origen de estas explosiones para entender un poco más su origen y cómo podrían afectarnos.

Mientras tanto, si llegas a encontrarte a tu otro yo hecho de antimateria, por favor no lo saludes de mano porque ambos desaparecerán en un flash (literalmente, un flash de rayos gamma).



Before and after Fermi LAT views of GRB 130427A, centered on the north galactic pole

En abril del 2013, el Telescopio Espacial Fermi detectó la explosión de rayos gamma más intensa jamás encontrada con una energía de más de 94 MeV (Mega electrón-voltios). En comparación, la explosión de rayos gamma más poderosa detectada en el Sol ha sido de 4 GeV (Giga electrón-voltios). Fuente: NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration.

## 2 Absorbidos por un agujero negro milimétrico

Los agujeros negros son cuerpos masivos en los cuales la impresionante gravedad impide que la luz salga de su superficie. Aunque un agujero negro sea pequeño, digamos 9 milímetros, tendría la masa del Monte Everest y podría tener tal densidad que destruiría todo a su paso. Si un agujero negro de este tamaño se aproximara a la Tierra, en primer lugar, la atravesaría como un cuchillo caliente a la mantequilla, se dirigiría a nuestro centro de gravedad y comenzaría a oscilar, como un péndulo. Si fuéramos lo bastante desafortunados como para que el agujero negro milimétrico entrara a la atmósfera en algún lugar de México, atravesaría el centro de la Tierra hasta salir en nuestro punto antípoda (extremo opuesto en el planeta), que en este caso es en la isla de la República de Mauricio, en el suroeste del Océano Índico (a 900 km de Madagascar).

Inmediatamente y por la interacción de la gravedad, nuestro agujero negro regresaría nuevamente a la Tierra para salir del otro lado (debido a que la Tierra está en rotación, habría un cinturón de agujeros resultado de esta destructiva oscilación) y así sucesivamente hasta que el agujero negro entrara en reposo y descansara en el núcleo de la Tierra para empezar a absorberla por completo (posiblemente devorando a nuestra Luna como postre), muy lentamente hasta que no quedara nada más que un punto oscuro supermasivo que usurparía el lugar de la Tierra y se quedaría en órbita alrededor del Sol, como si nada.

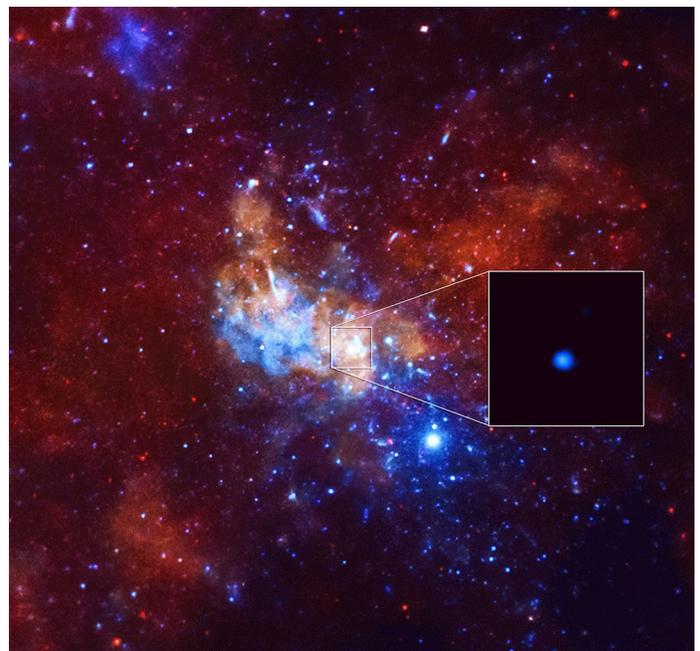
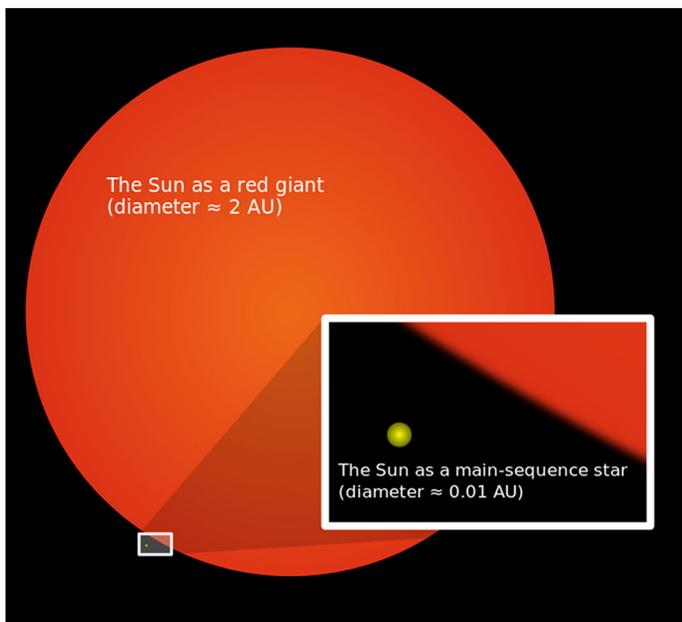


Imagen de la detección de una explosión de Rayos X del Agujero Negro Supermasivo Sagittarius A\* en el centro de nuestra galaxia: la Vía Láctea. Cuando un cuerpo con suficiente masa es devorado por un agujero negro, por la fricción de la materia cayendo hacia el Agujero Negro emite radiación en forma de Rayos X.

Fuente: NASA/CXC/Stanford/I. Zhuravleva et al.

### 3 Devorados por el Sol

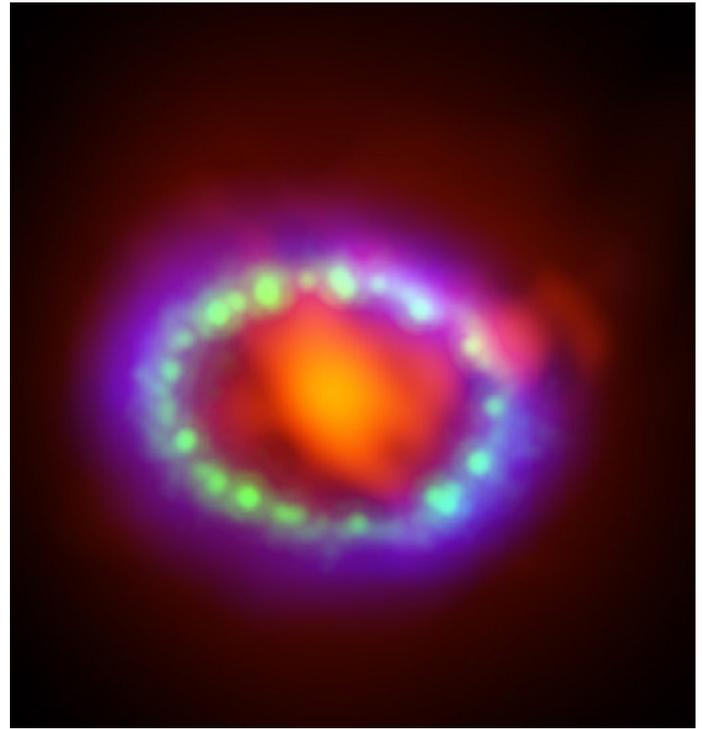
Dentro de 5,000 millones de años se le va a acabar el combustible al Sol, es decir que se terminará el hidrógeno que actualmente se está convirtiendo en helio, dando como resultado el calor y la energía que emite y da sustento a nuestra vida diaria. De esta manera su núcleo se contraerá y en una violenta explosión se convertirá en una estrella Gigante Roja, una estrella moribunda cuyo diámetro llegará a la órbita de Marte, devorando a todos los planetas interiores del Sistema Solar, incluida la Tierra. Antes de que esto ocurra, el Sol comenzará a comportarse de forma extraña hasta que suceda una poderosa explosión que evaporará instantáneamente los océanos de la Tierra y se funda la corteza terrestre convirtiéndola en magma. Debido a que la cantidad de hidrógeno contenida en el Sol es finita, la Tierra no tiene escapatoria y no hay otra opción más que emigrar y colonizar nuevos mundos si queremos sobrevivir como especie. Por supuesto que, para ese tiempo, tal vez ya habremos colonizado otros exoplanetas, posiblemente alguno que tenga las mismas características que nuestra hermosa Tierra, pero en un Sistema Solar vecino o más allá.



El tamaño actual del sol en color amarillo comparado contra su tamaño estimado cuando se convierta en una estrella gigante roja dentro de 5,000 millones de años (AU=Unidad Astronómica equivalente a la distancia entre el Sol y la Tierra, que es de 149.6 millones de kilómetros). Fuente: Oona Räisänen.

### 4 Eliminados por una Supernova

Si una estrella es lo suficientemente masiva (más del doble que el Sol), cuando se le termine el hidrógeno, explotará violentamente en forma de Supernova, que es el cataclismo cósmico que libera más energía en muy poco tiempo. Este tipo de eventos es tan energético que muchas supernovas llegan a igualar el brillo de la galaxia entera donde se encuentran. Si una estrella cercana se convierte en supernova, unas horas antes de que nos llegue

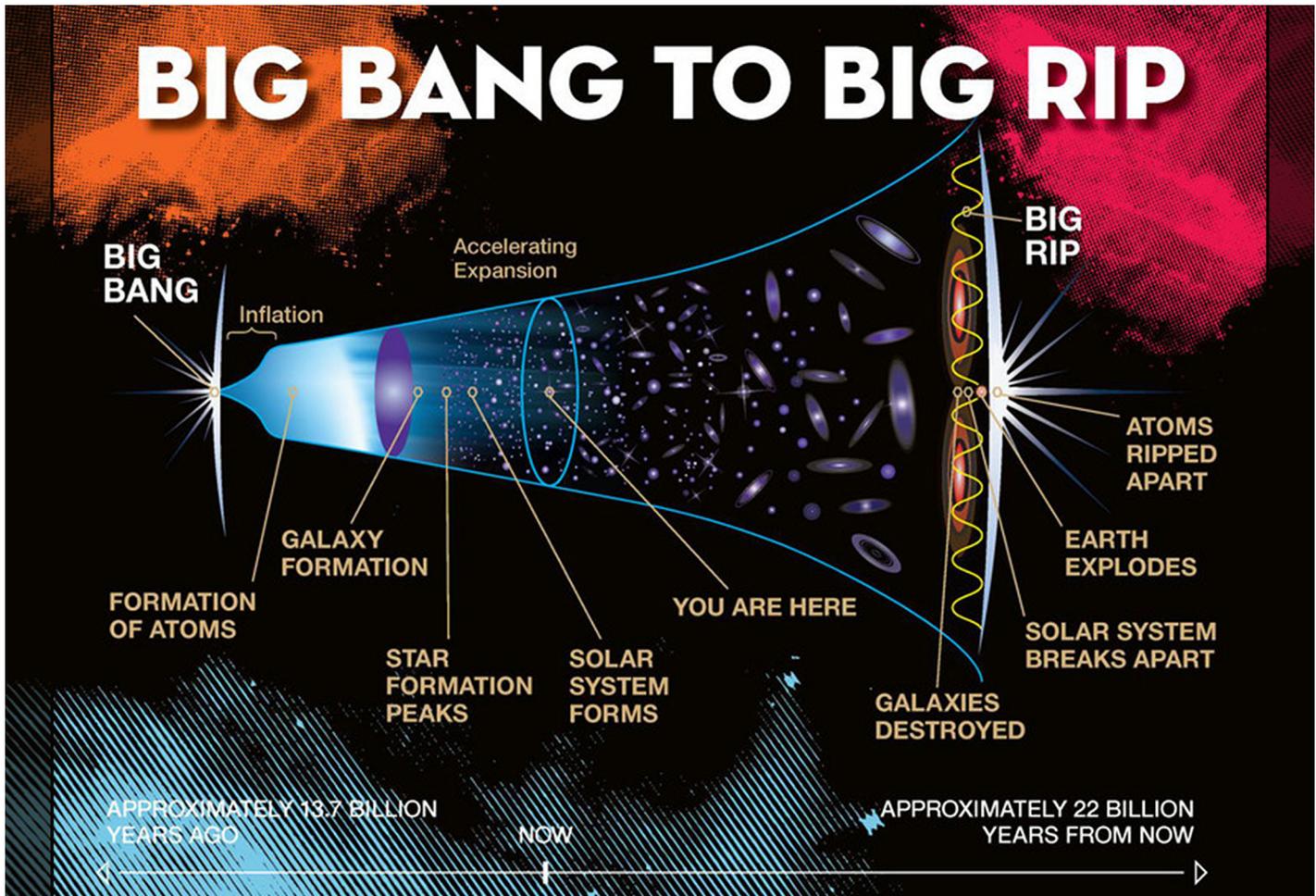


Remanente de la Supernova SN 1987A mostrando la onda de choque de un radio de 0.66 años luz y expandiéndose a una velocidad de 7,000 km/s. Fuente: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/A. Angelich. Visible light image: the NASA/ESA Hubble Space Telescope. X-Ray image: The NASA Chandra X-Ray Observatory.

Los datos ALMA (en rojo) muestran el nuevo polvo formado en el centro de la remanente. Hubble (en verde) y Chandra (en azul) muestran la onda de choque expansiva.

la onda expansiva se produce una lluvia de neutrinos que son perfectamente detectables, lo que nos daría unos momentos para anticiparnos para el Pulso Electromagnético que deshabilitaría todos nuestros sistemas electrónicos (tales como satélites, computadoras, televisiones, radios, celulares, autos, etc.), así como para protegernos de la lluvia de rayos gamma que acabaría con el 60% de los seres vivos en la superficie del planeta y, por supuesto, prepararnos para la onda expansiva de la explosión, que podría afectar el campo magnético de la Tierra. De hecho, se cree que una explosión de rayos gamma con una duración de 10 segundos pudo haber dañado severamente nuestra biosfera (i.e. eliminación de la capa de ozono e incremento de la radiación UV) y pudo haber contribuido a la extinción masiva de la vida en la Tierra a finales del periodo Ordovícico hace 440 millones de años (Melott, 2018).

Dentro de nuestro radio de alcance se encuentran algunas estrellas candidatas a convertirse en supernovas, como las estrellas gigantes Antares, Spica, Gamma Velorum, Mu Cephei y otras 28 más. No es para entrar en pánico, ya que las supernovas explotan con una frecuencia de una cada 100 años aproximadamente (¡gulp!); la última más cercana ocurrió el 24 de febrero del año de 1987 y estuvo bastante lejos, a unos 167,885 años luz de distancia, conocida como la Supernova SN 1987A en la Gran Nube de Magallanes. Sin embargo, no estaría por demás tomar algunas previsiones, como empezar a construir en la casa un búnker blindado de plomo, bajo tierra y con comida y agua para 6 meses...



La Historia del Universo desde la Gran Explosión (Big Bang) hasta el Gran Desgarramiento (Big Rip). De acuerdo a las últimas observaciones, la Energía Oscura está acelerando la materia de tal forma que, en unos 22 mil millones de años, todos los átomos del Universo podrían ser estirados y despedazados en una fracción de segundo. Fuente: TEAFORD, VANDERBILT UNIVERSITY. El viscoso camino del 'Big Bang' al 'Big Rip'.

## 5 El fin del Universo

Siguiendo el sentido común, si el Universo comenzó con una Gran Explosión, es de esperarse que con el tiempo la cosa se enfríe, la materia expulsada lentamente pierda energía y se detenga, las estrellas quemen todo su combustible y dejen de brillar y lentamente el Universo muera de frío en obscuridad por eones hasta que toda actividad atómica cese al llegar al cero absoluto de temperatura. Sin embargo, se ha comprobado que hay una fuerza denominada Energía Oscura que causa que el Universo se expanda y no solo eso, es causa de que esta expansión se acelere.

Eventualmente, y con los datos que tenemos de la expansión del Universo, dentro de unos 22 mil millones de años (aunque depende de la cantidad de Energía Oscura en el Universo) las galaxias comenzarán a desintegrarse, debido a que la fuerza de aceleración superará a la fuerza de gravedad que las mantiene enteras. Por un tiempo, aún podríamos ver algunas, pero debido a su lejanía estaríamos viendo un pasado distante (cuando estaban enteras) y no lo que sucede en tiempo real, cuando la Vía Láctea se desintegre.

Posteriormente, los planetas serán arrancados de sus estrellas y no existirán más Sistemas Solares, dando lugar a estrellas y planetas vagabundos en la inconmensurable oscuridad del espacio. Poco

después, cuando la aceleración de la materia que se expande se acerque a la velocidad de la luz, los electrones serán arrancados de los núcleos de nuestros átomos y luego los mismos núcleos atómicos serán desintegrados en sus partículas elementales por la energía oscura una fracción de segundo antes del final del tiempo (Caldwell, 2018). Tal vez (y solo tal vez) en algún punto del inmenso vacío resultante, alguna perturbación aleatoria, alguna interacción entre las subpartículas atómicas o incluso algún efecto cuántico improbable, pueda dar origen a otra Gran Explosión... **H**

### Referencias

Caldwell, R. R., Kamionkowski, M. y Weinberg, N. N. 2003. Phantom Energy: Dark Energy with  $w < -1$  Causes a Cosmic Doomsday. *Physical Review Letters*, 91(7): 071301. DOI: 10.1103/PhysRevLett.91.071301.

Melott, A. L., Lieberman, B. S., Laird, C. M., Martin, L. D., Medvedev, M. V., Thomas, B. C., Cannizzo, J. K., Gehrels, N. y Jackman, C. H. 2004. Did a gamma-ray burst initiate the Late Ordovician mass extinction? *International Journal of Astrobiology*, 3(1): 55-61. DOI: 10.1017/S1473550404001910.