

El enigma de Eta Carinae: El destino cósmico de una gigante estelar

The Enigma of Eta Carinae: The Cosmic Fate of a Massive Star

Jessica Julieth Restrepo-Guarín¹ 
Johan Sebastián Rincón-Daza² 

Cómo citar este artículo:

Restrepo-Guarín, J.J. y Rincón-Daza, J.S. (2024). El enigma de Eta Carinae: El destino cósmico de una gigante estelar. *Pre-Impresos Estudiantes*, (26), 58-66.

Introducción

El presente trabajo se centra en el estudio de la estrella Eta Carinae, una de las más grandes, luminosas y peculiares de nuestra galaxia, la Vía Láctea. La elección de este tema se debe a la fascinación que despierta esta estrella en la comunidad científica y en la sociedad en general, debido a su inestabilidad, sus espectaculares erupciones estelares y su posible destino como supernova.

El objetivo principal de este trabajo es profundizar en la comprensión de la evolución estelar de Eta Carinae, desde su nacimiento y formación en una densa nebulosa hasta su posible destino final como supernova o hipernova. Se busca ofrecer una visión panorámica de los procesos físicos extremos que tienen lugar en estrellas de alta masa como Eta Carinae, así como explorar las implicaciones de su evolución para nuestra comprensión de la astrofísica.

En este sentido, el trabajo aborda aspectos clave de la evolución estelar de Eta Carinae, desde su nacimiento como una protoestrella

en una densa nebulosa de formación estelar, pasando por su fase de secuencia principal como una estrella masiva y luminosa, hasta su eventual transformación en una supergigante roja y su posible desenlace como supernova o hipernova.

Además, se discuten los últimos hallazgos y observaciones relacionados con Eta Carinae, incluida su naturaleza como estrella binaria y las implicaciones de su inestabilidad para su posible evolución futura.

La saga de Eta Carinae: estallidos estelares y misterios cósmicos

Eta Carinae (abreviada como η Carinae o η Car) es una estrella que tiene una masa estimada de 150 veces la masa del Sol, lo que la convierte en una de las más grandes, luminosas y únicas de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Ubicada en la constelación de Carina, con una edad aproximada de tres millones de años (una estrella joven) y a una distancia de 7500 años luz (2,300 parsecs)³

1 Licenciada en Física por la Universidad Pedagógica Nacional. jrestrepog@upn.edu.co.

2 Licenciado en Física por la Universidad Pedagógica Nacional. jsrincond@upn.edu.co.

3 Los pársecs son una unidad de distancia ampliamente utilizada en astronomía para medir distancias a escala cósmica. Su nombre proviene de la contracción en inglés de *parallax of one arcsecond* (paralaje de un segundo de arco). Matemáticamente, un pársec se define como la distancia a la que una unidad astronómica (UA) subtendería un ángulo de un segundo de arco (1"). La unidad astronómica representa la distancia promedio entre la Tierra y el Sol.

de nuestro sistema solar, Eta Carinae se ha convertido en una de las estrellas más estudiadas por los astrónomos de las diferentes épocas, debido a su peculiaridad e inestabilidad. Es un cuerpo celeste binario compuesto por dos masivas y luminosas estrellas y se encuentra en el grupo de las variables luminosas azules hipermasivas, caracterizadas por ser las estrellas más brillantes y con más masa conocidas.

Figura 1. Nebulosa Carina



Nota. Tomado de "Pillars of Creation" [Imagen], por NASA, ESA y Hubble Heritage Team, 1995, Space Telescope Science Institute.

Los primeros registros consistentes de Eta Carinae fueron los realizados por Edmond Halley en 1677 desde la isla de Santa Elena. En esta serie de observaciones, el brillo emitido por la estrella resultó ser inconsistente, una tendencia que se mantuvo a lo largo del tiempo. Para 1730, su luminosidad había aumentado hasta alcanzar la magnitud 2, solo para disminuir nuevamente en 1782 a su estado anterior. Este patrón se repitió en 1801, cuando volvió a aumentar su luminosidad, y en 1811, cuando la perdió de nuevo (Ribas, s. f.).

En los siguientes años, se continuaron observando nuevos aumentos de luminosidad en Eta Carinae, destacándose los ocurridos en 1827 y 1832, con picos de magnitud aproximados de 2,2 y 1,5 respectivamente. Sin embargo, estos aumentos no eran constantes y siempre volvían

a disminuir, manteniendo la tendencia. Estas nuevas observaciones fueron realizadas por John Herschel.

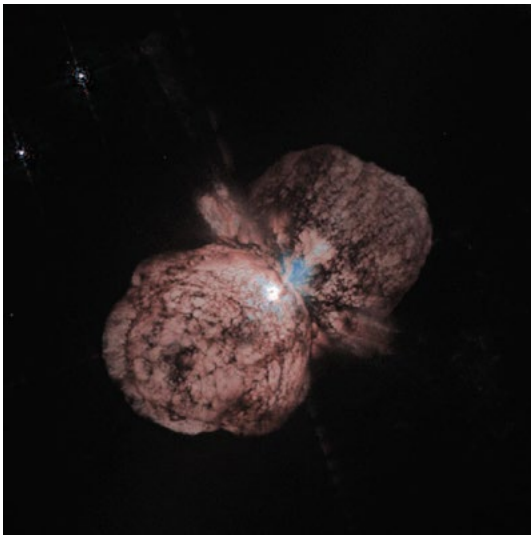
El astrónomo continuó con sus observaciones, y en 1837 fue testigo de un nuevo aumento. Este suceso se destacó por romper con las tendencias observadas antes, ya que se caracterizó por un aumento continuo en la luminosidad, que alcanzó su máximo pico en 1843. "En abril de 1843 llegó a ser la segunda estrella más brillante del cielo nocturno, apenas superada por Sirio" (Ribas, s. f.).

Herschel no era consciente de lo que había sucedido en la estrella, pero se dispuso a dibujar y a describir lo que observaba todas las noches en el transcurso de esos años. En estas ilustraciones se da cuenta de una complicada estructura nebular que se encuentra iluminada por una explosión reciente de Eta Carinae. La explosión que se postula como explicación para estos aumentos continuos en la luminosidad de Eta Carinae y que se plasma en las ilustraciones de Herschel tardó en llegar. El pico máximo se registró en 1843, pero su brillo pronto comenzó a declinar, marcando el inicio de una nueva tendencia a la baja. Aunque hubo algunos repuntes intermitentes, para finales del siglo XIX, Eta Carinae no era más que un punto de luz muy tenue (Ribas, s. f.), que no resultó ser único, ya que estaba acompañado de una serie de cuerpos estelares, un acontecimiento poco común. Este fenómeno intrigó tanto a astrónomos aficionados como a profesionales de inicios del siglo XX.

Enrique Gaviola, con base en sus observaciones en 1950, confirma la existencia y el origen de estos cuerpos. En 1843, Eta Carinae experimentó una monumental explosión, lo que justifica los incrementos significativos en su luminosidad en esa época y la génesis de los cuerpos celestes que la acompañan. Estos últimos se disponen de manera singular, adoptando una configuración en forma de infinito alrededor de la estrella (figura 2). Esta disposición, según

el astrónomo, tendrá la forma de un diminuto hombre, un homúnculo (Paolantonio, 2022). Desde ese momento los cuerpos celestes o la nebulosa que encierra a Eta Carinae se conoce como *Nebulosa del Homúnculo*. Esta, a su vez, se encontrará en el interior de la nebulosa Carina.

Figura 2. - Eta Carinae y nebulosa del Homúnculo



Nota. Tomado de "Homunculus Nebula around Eta Carinae" [Imagen], por NASA, ESA y Space Telescope Science Institute, (s. f.), Hubble Space Telescope.

Para datar la explosión, Gaviola usó un espectroscopio con el cual midió la velocidad de expansión del homúnculo. Los dos lóbulos que se están expandiendo, como se ve en la figura 2, se alejan del centro a una velocidad aproximada de 600 km/s. Basándose en las mediciones realizadas, se ha deducido que, en 1843, todo el material que estaba siendo dispersado se encontraba en el centro de la estrella (Abramson, 2014).

Como se ha mencionado a lo largo de esta primera parte, Eta Carinae es una estrella extremadamente inestable que experimenta cambios constantes. La variabilidad en su luminosidad, considerada una característica atrayente y determinante, es el resultado de diversos procesos que ocurren tanto en su interior como en su exterior. Entre estos procesos se incluyen cambios en su masa y la expulsión de material

hacia la nebulosa circundante. Estos fenómenos particulares ofrecen una oportunidad única para investigar la evolución estelar.

Tabla 1. Características de la estrella

Constelación	Carina
Clasificación estelar	Hipergigante
Masa solar	100-120 M
Radio	(80-180 R)
Luminosidad	5×10^6 (bolometric) L
Temperatura superficial	36-40.000°K
Variabilidad	Variable luminosa azul
Edad	~3 000 000 años
Sistema	Binario
Nebulosa Circundante	Nebulosa del Homúnculo

Nota. Elaboración propia.

Evolución estelar y Eta Carinae: los misterios de una gigante celestial y su inminente transformación revelados

Es crucial destacar la evolución de la estrella Eta Carinae debido a numerosas razones de interés científico. Desde tiempos inmemoriales, la observación del cielo ha fascinado a la humanidad (Solano *et al.*, 2004), y con el avance tecnológico, hemos profundizado nuestro conocimiento más allá de simplemente reconocer estrellas y constelaciones. Ahora podemos estudiar la evolución temporal de estas entidades celestes, como Eta Carinae, una estrella masiva y extremadamente luminosa. Este gigante estelar actúa como un laboratorio natural para investigar los procesos físicos extremos que tienen lugar en estrellas de alta masa, lo que nos brinda una mejor comprensión de su funcionamiento y desarrollo a lo largo del tiempo.

Además, el posible destino de Eta Carinae como supernova plantea implicaciones significativas para la vida en la Tierra y para nuestra

comprensión de la astrofísica. Aunque las probabilidades de que una supernova cercana afecte considerablemente a nuestro planeta son bajas, comprender estos fenómenos nos permite estar preparados para entender y, quizás, mitigar cualquier impacto potencial en nuestro sistema de comunicación. Es por ello por lo que iniciamos este estudio de la evolución de Eta Carinae, una estrella que no solo podría tener un final espectacular e inevitable, sino que también, debido a su prominencia en nuestra bóveda celeste, podría ser predecible para futuros eventos próximos e inesperados.

El resplandor cósmico: surgimiento y evolución de Eta Carinae

El nacimiento de Eta Carinae se considera un evento cósmico de gran magnitud que tuvo lugar en una densa y activa nebulosa de formación estelar en la Vía Láctea, específicamente en la constelación de Quilla, hace alrededor de dos a tres millones de años. Aunque el proceso exacto de formación de una estrella tan masiva como Eta Carinae no está completamente definido, se sugiere que pudo haberse originado en el seno de una nebulosa compuesta principalmente de gas de hidrógeno, que se aglutinó debido a la atracción gravitatoria (Observatorio Astronómico Nacional de España, s. f.). Este hidrógeno se fue acumulando a lo largo de millones de años mientras la nube giraba, y junto con otras partículas presentes en la nebulosa, se fusionaron debido a la fuerza gravitatoria, formando una masa cada vez más densa que intentaba contrarrestar esta fuerza, lo que generó una intensa turbulencia en este cuerpo celeste en formación y desencadenó su contracción.

“La NASA detalla que las colisiones que ocurren entre los átomos de hidrógeno comienzan a calentar el gas de la nube y es hasta que alcanza los 15 millones de grados Celsius cuando comienza la fusión nuclear” (Forbes, 2023).

Según el Observatorio Astronómico Nacional de España (s. f.) durante esta etapa inicial de

formación estelar se experimentó un incremento significativo en la densidad y temperatura dentro de la estrella en desarrollo. Las reacciones nucleares generan una presión desde el núcleo estelar hacia el exterior, la cual fue contrarrestada por la acción de la gravedad, lo que impidió que la estrella en formación colapsara sobre sí misma.

La estrella en proceso de formación continuó siendo alimentada por discos de gas circundantes, como podemos apreciar en la figura 6. El estar en una nebulosa con tantos gases para consumir le permitió a la estrella bebé alcanzar un mayor tamaño y una acumulación de masa extremadamente grande. A este tipo de estrella bebé se le denomina *protoestrella* y eventualmente se convirtió en nuestro gigante estelar, Eta Carinae (Valenzuela, 2023).

Durante esta fase, la protoestrella siguió contrayéndose y atrayendo material de la nebulosa circundante, durante algunos años, lo que resulta en un incremento gradual de la temperatura y la presión en su núcleo. Este proceso culmina eventualmente en la fusión nuclear del hidrógeno en helio, lo que libera una enorme cantidad de energía en forma de radiación electromagnética. Fue así como la protoestrella, inicialmente en su etapa de “estrella bebé” (o protoestrella), inició su fase juvenil como una estrella de la secuencia principal (Valenzuela, 2023).

El espectáculo cósmico de una gigante en su secuencia principal

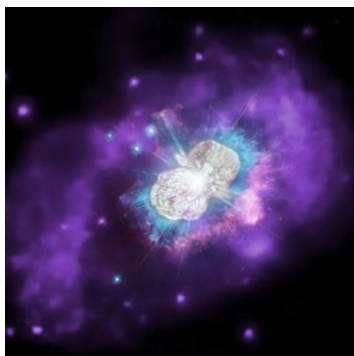
Después de su formación, Eta Carinae ingresó en la fase de secuencia principal, donde la fusión nuclear de hidrógeno impulsó su brillo extremo. Esta energía liberada por la fusión nuclear equilibró la fuerza gravitatoria que intentaba colapsar la estrella, manteniéndola estable en un estado de equilibrio dinámico. Para estrellas extremadamente masivas como Eta Carinae, la duración de esta etapa es mucho más corta en comparación con estrellas menos masivas, como nuestro Sol. Como menciona Valenzuela “cuanta más masa tiene una estrella,

más combustible tiene para alimentar su 'motor' y brilla más, pero vive menos tiempo" (2023, p. 2). Se estima que Eta Carinae permaneció en la secuencia principal durante aproximadamente tres a cuatro millones de años.

Cuando una estrella masiva y de temperatura tan alta como Eta Carinae está en la secuencia principal, por lo general tiene un color azul y es altamente propensa a violentas eyecciones de materia (Damineli, 2000). Eta Carinae, en su etapa evolutiva actual, exhibe una inestabilidad atribuida a su extrema luminosidad. Su temperatura superficial, que oscila entre 30 000 y 40 000°K, contribuye a esta condición. En el diagrama de clasificación estelar conocido como Hertzsprung-Russell se ubica en una región marcada por el límite de Eddington⁴. Esta posición específica corresponde a la parte superior izquierda del diagrama (Medina Botero, 2023).

En esta fase de la vida estelar es cuando surgen las famosas y espectaculares erupciones estelares, entre las que destaca la última, registrada en 1843, que fue observada desde la Tierra y que se conoce como "la gran erupción": "Se ha especulado que esta erupción pudo haber sido causada por la caída sobre la estrella primaria de otra estrella menor hoy desaparecida" (Bachiller, 2016, p. 3).

Figura 3. Eta Carinae y su Nebulosa Homúnculo



Nota. Tomado de "Artist's impression of Eta Carinae and the Homunculus Nebula" [Ilustración científica], por NASA, ESA y Space Telescope Science Institute, (s. f.).

⁴ El límite de Eddington es un límite natural de la luminosidad normal de las estrellas. Este explica las elevadas tasas de pérdida de masa observadas en los estallidos de η Carinae entre 1840 y 1860.

Aunque aún no se comprende plenamente su origen, las teorías actuales proponen que estas erupciones pudieron ser resultado de la acumulación de material debido a la intensa luminosidad de la estrella (Damineli, 2000). Además, se dice que dicha explosión expulsó hasta cuarenta veces la masa de nuestro Sol, lo que dio vida a una enorme nube que hoy se conoce como la Nebulosa Homúnculo. A mediados de la década de 1960, la Nebulosa Homúnculo creció hasta que su gran nube de polvo terminó por ocultar a Eta Carinae.

Sin embargo, como todo proceso vital, el destino de Eta Carinae se halla sujeto al cambio. Una nueva etapa emerge cuando su principal fuente de combustible comienza a menguar, lo que impacta directamente en las fuerzas nucleares internas. Estas, a su vez, empiezan a debilitarse, y la fuerza gravitatoria inicia su ascenso, lo que afecta el equilibrio estelar (Damineli, 2000). Así, damos paso a la etapa actual de la vida estelar, un momento crítico que precede a su inevitable desenlace, la fase final antes de su apoteósica muerte.

Gigante roja o supergigante

Después de millones de años fusionando hidrógeno en su núcleo como una estrella supermasiva en la secuencia principal, Eta Carinae está preparada para una transformación radical en su evolución estelar. Con el agotamiento de su suministro de hidrógeno, la estrella experimenta un proceso de contracción y su temperatura aumenta, lo que facilita la aparición de nuevas reacciones nucleares. Estas reacciones tienen lugar en las capas exteriores de la estrella, que rodean al núcleo agotado y en contracción (Valenzuela, 2023).

Como resultado, estas capas externas se expanden, lo que lleva a un incremento en el tamaño total de la estrella. Este aumento de volumen es el responsable del cambio de color. Dado que Eta Carinae es una estrella masiva, se observa un mayor enfriamiento en sus capas

externas, lo que determina el color que emite. La temperatura superficial de Eta Carinae se sitúa en un rango aproximado de 3000°K, lo que corresponde a un color rojo característico y es aquí donde se adentra en la fase de supergigante roja (Valenzuela, 2023).

Aunque las supergigantes rojas son estrellas extremadamente masivas, su vida en esta fase es relativamente breve en términos astronómicos, ya que se limita a unos pocos millones de años.

Normalmente, las estrellas supermasivas y rojas se aproximan inexorablemente a un final estelar inevitable, en el que, según Valenzuela (2023) liberan en apenas unos pocos segundos una cantidad de energía equivalente a la que nuestro Sol ha emitido y emitirá en toda su existencia... ¿Estás preparado para conocer el posible destino final de Eta Carinae?

Cadáver estelar de Eta Carinae

Después de atravesar la fase de supergigante roja, Eta Carinae se encontrará en un momento crucial de su evolución estelar. Mientras Eta Carinae avanza en su viaje hacia el final de su vida, los astrónomos están atentos a cualquier indicio de su destino final: una explosión de supernova o hipernova que podría ocurrir en unos tres millones de años desde su formación (en contraste, se estima que nuestro Sol tiene una vida proyectada de unos doce mil millones de años, de los cuales ya han transcurrido unos cuatro mil seiscientos millones). Esta fase explosiva representa uno de los eventos más dramáticos y cataclismos en el ciclo de vida de una estrella, y Eta Carinae, como una supergigante masiva e inestable, es una candidata prometedora para experimentar este evento (Morell, s. f.).

De hecho, en los últimos años, Eta Carinae ha mostrado signos de inestabilidad significativa,

incluyendo variaciones erráticas en su brillo y comportamiento. Estos signos sugieren que la estrella está acercándose al final de su vida y podría estar en camino hacia una explosión de supernova en un futuro cercano en términos astronómicos (Morell, s. f.)

Figura 4. Gran nebulosa de Carinae



Nota. Tomado de "Carina Nebula (NGC 3372)" [Imagen], por NASA, ESA y Space Telescope Science Institute, (s. f.), Hubble Space Telescope.

Observaciones recientes indican que Eta Carinae es una estrella binaria, con dos estrellas que orbitan en un periodo de aproximadamente 5,54 años. "Durante mucho tiempo se discutió la posibilidad de que Eta Carinae fuera un sistema binario. No fue hasta el año 2001 cuando se reunieron suficientes pruebas como para que queden pocas dudas al respecto" (Morell, s. f., p. 4). Además, gracias a la obtención de datos sobre su órbita se logró determinar que la estrella que la acompaña, sin duda, debe ser extraordinariamente masiva, alrededor de cien veces la masa del Sol; esto explicaría por qué hay menos polvo alrededor de la estrella, ya que esta estaría aumentando su luminosidad y creando los cambios en su estructura que se han observado desde la Tierra. Normalmente, cuando tenemos un sistema binario ocurre una transferencia de masa, lo que permitiría que Eta Carinae aumentara gracias a la absorción de la

segunda estrella, lo cual favorecería su colapso como super nova, y esto nos daría la idea de que ese posiblemente sea su final,

La estrella más masiva, en nuestro caso, Eta Carinae evoluciona primero para convertirse en una gigante roja y luego en una enana blanca. Posteriormente, la enana blanca comienza a atraer material de su compañera, la cual a su vez evoluciona para convertirse en una gigante roja. Eventualmente, Eta Carinae, como enana blanca, adquiere tanta masa que supera el límite de Chandrasekhar⁵ y se convierte en una supernova tipo Ia. (LibreText, s. f.; Calcaferro, 2020).

Debido a su proximidad a la Tierra a unos 7500 años luz (una distancia relativamente cercana en términos astronómicos), un evento de este tipo sería uno de los acontecimientos astronómicos más significativos de todos los tiempos. Durante esta explosión la estrella devolverá al medio interestelar grandes cantidades de material previamente procesado en su interior. Según Morell (s. f.) este material abundante de compuestos químicos podría propiciar la formación de nuevas estrellas, poniendo así en marcha un nuevo episodio de formación estelar en el material adyacente.

Figura 5. El telescopio Webb de la nasa revela los precipicios cósmicos y paisajes resplandecientes de nacimiento estelar



Nota. Tomado del Telescopio Espacial James Webb, por NASA, ESA, CSA y Space Telescope Science Institute (STScI), 2022.

⁵ Es un concepto importante en astrofísica que establece la masa máxima que puede tener una estrella enana blanca sin colapsar bajo su propia gravedad para formar una estrella de neutrones o un agujero negro. Este límite es de aproximadamente 1.4 veces la masa del Sol.

Alrededor de estas nuevas estrellas podrían formarse planetas, y quién sabe, tal vez en alguno de ellos ocurra esa cadena de eventos inestables que denominamos vida, un fenómeno tan misterioso como las propias estrellas. ¿Podría la muerte de Eta Carinae marcar el inicio de la vida en otros rincones del universo?

Eta Carinae: ¿la próxima supernova explosiva o una interesante falsa alarma cósmica?

Es verdad que la evolución final de Eta Carinae hacia una supernova no está asegurada y estará determinada por varios factores, entre ellos su masa final. Eta Carinae, una estrella supermasiva, tiene una mayor probabilidad de colapsar en una supernova debido a la intensa presión gravitatoria en su núcleo. Este riesgo se incrementa al considerar su posible interacción en un sistema binario, como se explicó (Morell, s. f.).

No obstante, se contemplan otros escenarios alternativos. Por ejemplo, algunas supergigantes rojas podrían sufrir explosiones menos catastróficas, como estallidos de supernova o eventos de supernova fallidos, en los cuales la estrella expulsa parte de su masa sin experimentar un colapso completo del núcleo. En algunos casos, esto podría incluso resultar en la formación temprana de un agujero negro “prontamente” (Fronteras del Conocimiento, 2024).

En este último caso, resulta muy complicado precisar el significado de “prontamente”, en términos astronómicos. Sin embargo, parece plausible que el lapso necesario para la explosión de la supernova sea considerablemente inferior a un millón de años. Cuando llegue ese momento, dada su proximidad, la supernova originada por Eta Carinae se transformará en un fenómeno espectacular visible desde la Tierra. Además, los efectos de su radiación sobre

nuestro planeta y el sistema solar podrían ser muy serios (Bachiller, 2016).

Dicho esto, Eta Carinae ha mostrado signos de inestabilidad significativa en el pasado, incluidas intensas variaciones en su brillo y comportamiento errático, lo que sugiere que podría estar en camino hacia una evolución explosiva como supernova. Sin embargo, hasta que suceda, los astrónomos continuarán observándola y estudiándola para comprender mejor su destino final.

Conclusiones

- Eta Carinae es una estrella única y fascinante en nuestra galaxia, la Vía Láctea, debido a su extrema masa, luminosidad y posibles desenlaces estelares como supernova o hipernova. Su inestabilidad y espectaculares erupciones estelares la convierten en un objeto de estudio crucial para comprender la evolución estelar y los fenómenos astrofísicos extremos.
- El estudio de la evolución estelar de Eta Carinae no solo nos permite comprender los procesos físicos en estrellas de alta masa, sino que también nos brinda información valiosa sobre la formación y evolución estelar en general. Esta investigación contribuye significativamente al conocimiento científico y a nuestra comprensión del universo.
- La posible explosión de Eta Carinae como supernova o hipernova plantea implicaciones significativas para la astrofísica y nuestra comprensión del cosmos. Aunque las probabilidades de que una supernova cercana afecte a la Tierra son bajas, comprender estos fenómenos nos prepara para entender y mitigar posibles impactos en el futuro.

Referencias

Abramson, G. (2014, 8 de noviembre). *En el cielo las estrellas. Una visión personal del universo y de la astronomía*. Eta de Carina. [https://](https://guillermoabramson.blogspot.com/2014/11/eta-de-carina.html)

guillermoabramson.blogspot.com/2014/11/eta-de-carina.html

Bachiller, R. (2016, 14 de octubre). Una estrella con pasado y futuros explosivos. *El Mundo*. <https://www.elmundo.es/ciencia/2016/10/14/57fbb198468aebf63a8b45e9.html>

Calcaferro, L. M. (2020). *Evolución y astrosismología de enanas blancas de masa extremadamente baja* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/110765>

Solano Chaves, F. J., Díaz Bolaños, R., y Fernández Arce, M. (2007). Los fenómenos celestes en Costa Rica: aerolitos, bólidos y lluvias de estrellas (1799-1910). *Revista Geológica de América Central*, (36), 97–114. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45437343006>

Damineli, A. (2000). La naturaleza de la estrella Eta Carinae. *Ciencia al Día Internacional*, 3(1). Artículo 4 Física

Fedaro (Fernando da Rosa) y Roland, S. (2014, 26 de mayo). *Nebulosa de Eta Carinae o NGC 3372* [Fotografía]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nebulosa_de_Eta_Carinae_o_NGC_3372.jpg

Forbes Staff. (2023, 13 de agosto). ¿Cómo nacen y mueren las estrellas? *Forbes México*. <https://forbes.com.mx/forbes-life/tecnologia-como-nacen-y-mueren-las-estrellas/>

Fronteras del Conocimiento. (2024, 8 de febrero). *Eta Carinae: La gran erupción de una estrella masiva* [Video]. Facebook. <https://www.facebook.com/watch/?v=1537381793724421>

HubbleSite. (1996). *The Doomed Star Eta Carinae* [Imagen astronómica con descripción]. <https://hubblesite.org/contents/media/images/1996/23/430-Image.html?news=true>

Medina Botero, M. A. (2023). Diagramas Hertzsprung-Russell de cúmulos estelares en la Vía Láctea a partir de Gaia Data Release 3 [Trabajo de grado]. Repositorio Institucional

- Universidad de los Andes. <https://hdl.handle.net/1992/69088>
- Morell, N. (s. f.). Misteriosa Eta Carinae. ¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. <https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/86/misteriosa-eta-carinae>
- NASA. (2022, 12 de julio). *El telescopio Webb de la NASA revela los precipicios cósmicos y paisajes resplandecientes de nacimiento estelar* [Imagen]. Ciencia de la NASA. <https://ciencia.nasa.gov/universo/webb-de-la-nasa-revela-precipicios-cosmicos-y-paisajes-resplandecientes-de-nacimiento-estelar/>
- NASA. (2020, 3 de septiembre). *Eta Carinae* [Imagen]. NASA. <https://www.nasa.gov/image-article/eta-carinae/>
- NASA. (2019, 2 de mayo). *Carina Nebula's 'Mystic Mountain'* [Fotografía]. NASA. <https://www.nasa.gov/image-article/carina-nebulas-mystic-mountain/>
- NASA. (1996, 10 de septiembre). *The Doomed Star Eta Carinae* [Fotografía]. HubbleSite. <https://hubblesite.org/contents/media/images/1996/23/430-Image.html?news=true>
- Observatorio Astronómico Nacional de España. (s.f.). *Formación de estrellas*. Astronomía. <https://astronomia.ign.es/oan/formacion-de-estrellas>
- OpenStax. (s. f.). 23.5: *La evolución de los sistemas binarios estelares*. En *Astronomía*. LibreTexts en español. [https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Fisica/Astronomia_y_Cosmologia/Libro%3A_Astronom%C3%ADa_\(OpenStax\)/23%3A_La_muerte_de_las_estrellas/23.05%3A_La_evoluci%C3%B3n_de_los_sistemas_binarios_estelares](https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Fisica/Astronomia_y_Cosmologia/Libro%3A_Astronom%C3%ADa_(OpenStax)/23%3A_La_muerte_de_las_estrellas/23.05%3A_La_evoluci%C3%B3n_de_los_sistemas_binarios_estelares)
- Paolantonio, S. (2022). El homúnculo de Eta Carinae: Identificación de las placas originales en el 80 aniversario de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre. *Historia de la Astronomía*. <https://historiadelaastronomia.wordpress.com/wp-content/uploads/2022/06/hetacarii-1.pdf>
- Ribas, S. (s. f.). *La fiesta del monstruo: Eta Carinae*. Tayabeixo. https://www.tayabeixo.org/articulos/eta_carinae.htm
- Valenzuela, A. (2023, 28 de abril). ¿Cómo nacen las estrellas? ¿Cuándo morirá nuestro Sol? RTVE. <https://www.rtve.es/television/20230428/como-nacen-estrellas-ciencia/834580.shtml>