



Ya sabemos cuál es la mejor fábrica natural de las preciadísimas tierras raras: una kilonova cósmica

### Descripción

- Un centímetro cúbico de materia de una [estrella de neutrones](#) pesa aproximadamente mil millones de toneladas
- La kilonova que ha dado lugar a este descubrimiento se produjo en una galaxia a 950 millones de años luz de la Tierra

Las estrellas de neutrones y las aún hipotéticas [estrellas de quarks](#) son, al igual que los [agujeros negros](#), unos objetos apasionantes. La astrofísica se ha desarrollado lo suficiente durante las últimas décadas para ser capaz de **entregarnos información muy valiosa** acerca de ellas, lo que nos anima a mantenernos a la expectativa con la esperanza de que los cosmólogos consigan conocerlas mejor y ayudarnos a entender con más precisión su dinámica.

La formación de una estrella de neutrones sucede a la expulsión hacia el medio estelar de las capas externas de algunas estrellas, aunque solo si el objeto resultante tiene más de 1,44 masas solares, un valor conocido como límite de Chandrasekhar en honor del astrofísico indio que lo calculó, el remanente estelar colapsará una vez más para dar lugar a una de estas estrellas. Unos instantes antes de que se produzca la supernova el núcleo de hierro de [las estrellas masivas](#) se ve sometido a la enorme presión de las capas superiores, y también a la acción incesante de la contracción gravitacional.

Estos procesos desencadenan un mecanismo de naturaleza cuántica que conlleva cambios muy importantes en la estructura de la materia, provocando que el hierro del núcleo estelar se

fotodesintegre bajo **la acción de los fotones de alta energía**, que constituyen la [radiación gamma](#). Estos fotones consiguen desintegrar el hierro y el helio del núcleo de la estrella, dando lugar a la producción de partículas alfa, que son núcleos de helio que carecen de su envoltura de electrones, y que, por tanto, tienen carga eléctrica positiva, y neutrones.

## Una kilonova es capaz de sintetizar elementos pesados, incluidas las tierras raras

El exótico proceso de formación de una estrella de neutrones continúa dando lugar a un mecanismo conocido como captura beta en el que no vamos a indagar para no complicar excesivamente el artículo. Lo importante es que sepamos que provoca que los electrones de los átomos de hierro interaccionen con los protones del núcleo, neutralizando su carga positiva y dando lugar a la producción de más neutrones. La proliferación de estas últimas partículas ya se ha desencadenado.

Durante la formación de las estrellas de neutrones la materia inicial, que estaba constituida por protones, neutrones y electrones, pasa a estar conformada únicamente por neutrones porque, como acabamos de ver, los electrones y los protones han interaccionado **mediante captura electrónica** para dar lugar a más neutrones. A partir de ese momento la estrella ya no está constituida por materia ordinaria; se ha transformado en una especie de enorme cristal conformado solo por neutrones.

No obstante, una vez que la estrella ha alcanzado este estado podemos preguntarnos qué mecanismo permite que esa bola de neutrones consiga soportar y contrarrestar la presión ejercida por la infatigable contracción gravitacional. El fenómeno responsable de mantener la estrella de neutrones en equilibrio es el principio de exclusión de Pauli, que es un efecto de naturaleza cuántica. Establece que dos fermiones de un mismo sistema cuántico no pueden permanecer en el mismo estado cuántico.

Los quarks, que son las partículas elementales que constituyen los protones y los neutrones del núcleo atómico, son fermiones. Y los electrones, también. Para aproximar de una forma sencilla qué significa que dos fermiones no puedan **adquirir el mismo estado cuántico** y entender de dónde procede el equilibrio de las estrellas de neutrones podemos intuir que la imposibilidad de que dos neutrones ocupen el mismo lugar genera la presión necesaria para mantener la estrella en equilibrio.

Y esto nos lleva a la que sin duda es la característica más sorprendente de las estrellas de neutrones: su densidad. El radio medio de uno de estos objetos es de aproximadamente diez kilómetros, pero su masa es enorme. Comparadas, por ejemplo, con las estrellas que se encuentran en la secuencia principal, o, incluso, con las enanas blancas, las estrellas de neutrones son muy pequeñas, y acumular tanta masa en tan poco espacio provoca que un fragmento de un centímetro cúbico de una estrella de neutrones pese aproximadamente, ni más ni menos, mil millones de toneladas.

Necesitamos todo lo que hemos repasado hasta este momento para entender bien lo que viene a continuación. Cuando colisionan dos estrellas de neutrones, una estrella de neutrones y un agujero

negro, o bien una estrella de neutrones y una enana blanca, se produce un evento cósmico extraordinariamente energético **conocido como kilonova**. Como hemos visto, la cantidad de materia que aglutinan las estrellas de neutrones y su densidad son enormes, por lo que su energía también es colosal.

Un equipo internacional de científicos en el que participan astrofísicos españoles del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) ha descubierto que las kilonovas tienen la capacidad de producir algunos de los elementos químicos pesados que podemos encontrar en el universo, como, por ejemplo, las tierras raras o lantánidos. A este peculiar grupo de elementos químicos pertenecen algunos metales tan esquivos y con nombres tan sugerentes como el neodimio, el prometio, el gadolinio, el itrio o el escandio, entre otros.

Algunos de ellos son relativamente escasos, y, además, no suelen encontrarse de forma pura en la naturaleza, pero lo que los hace tan especiales son sus propiedades fisicoquímicas. Sus características quedan fuera del alcance de los demás elementos de la tabla periódica, lo que ha provocado que durante las últimas décadas se consoliden como **un recurso muy valioso** en numerosas industrias, pero especialmente en las de la electrónica y las energías renovables.

Y es que intervienen, por ejemplo, en la fabricación de los motores de los coches híbridos y eléctricos, las baterías, los catalizadores, los láseres, la fibra óptica, los paneles LCD, e, incluso, en los aerogeneradores. El [artículo científico](#) que han publicado los astrofísicos responsables de este descubrimiento es interesantísimo, por lo que os sugiero que lo leáis si queréis profundizar más en este hallazgo. Antes de concluir este artículo merece la pena que recordemos que [la nucleosíntesis estelar](#) solo puede desencadenar la formación de los elementos de la tabla periódica menos pesados que el hierro y este último.

Para producir los elementos químicos que son más pesados que el hierro es necesaria la intervención de unas cantidades de energía titánicas que solo están presentes en algunos eventos cósmicos colosales. Las kilonovas son uno de ellos. La que ha permitido a estos astrofísicos llevar a cabo este descubrimiento produjo **una ráfaga de rayos gamma** que fue observada el 7 de marzo de 2023 y que probablemente fue desencadenada por la colisión de dos estrellas de neutrones situadas en una galaxia a una distancia de unos 950 millones de años luz de la Tierra. Apasionante, ¿verdad?

**Autor**  
admin