



*Innovación a su servicio*

# LA QUÍMICA DEL COSMOS... ¿SOMOS EXTRATERRESTRES?

---

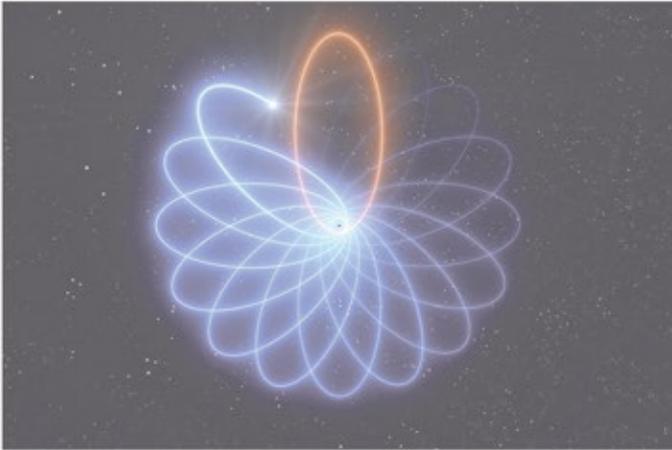
**Boletín 111**



Conoce la historia de los procesos que dieron origen al universo, como dicho proceso dio paso a la creación de elementos más complejos, además, descubre por qué no somos tan diferentes a lo que conocemos como extraterrestres.

---

**Mayo 2022**



## Desde que el hombre tuvo uso de razón...

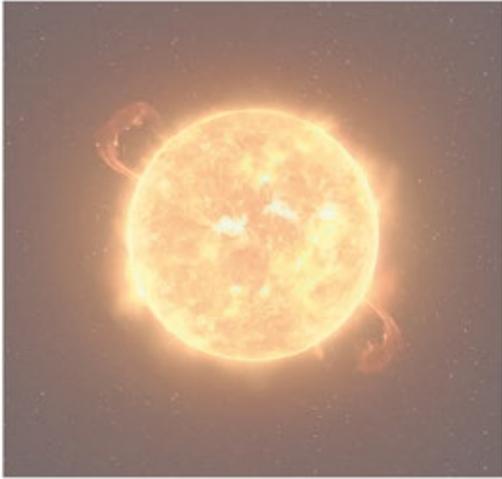
---

surgieron una serie de preguntas fundamentales: ¿Cuándo inicio el universo? ¿De dónde venimos? ¿De qué estamos hechos? La respuesta a estos enigmas ha sido posible gracias a los avances en la ciencia del siglo XX. Partiendo en 1905 con Albert Einstein, la humanidad dio un vuelco total a las ideas de la época, lideradas por la mecánica de Newton, hacia lo que actualmente conocemos como relatividad. Este hecho permitió que en los años cuarenta el físico George Gamow planteara que el origen del universo ocurrió hace millones de años (actualmente 13 a 14 mil millones de años) mediante un proceso de inflación monumental, hoy conocido como **Big-Bang**. Previo al evento, todo el universo ocupaba una esfera de tamaño infinitesimal (muy, muy pequeña), con una densidad prácticamente infinita y una temperatura de  $10^{30}$  grados Kelvin (Un diez, seguido de 30 ceros. ¡Increíble cierto!); luego el universo alcanzó aproximadamente el tamaño que ocupa en la actualidad.



Un segundo después del Big-Bang, el universo se convierte en una maravillosa mezcla de neutrones, electrones y protones a la asombrosa temperatura de  $10^{10}$  grados Kelvin. Transcurridos unos minutos el joven universo se transforma en un enorme reactor de fusión nuclear (proceso en el cual núcleos livianos se unen, y llegan a ser más pesados) produciendo los primeros núcleos atómicos:  $^2\text{H}$  (deuterio, un tipo de hidrógeno), y  $^4\text{He}$  (helio, el segundo elemento de la tabla periódica). Esta mezcla cósmica fue la que originó las estrellas primitivas o de primera generación hace aproximadamente 10,000 millones de años. Este proceso de formación de elementos a partir de las estrellas se denomina **nucleogénesis**.

Esto nos explica la generación de  $^2\text{H}$  y  $\text{He}$ . Sin embargo: ¿Cómo se forman los elementos más pesados? La respuesta está nuevamente en las estrellas. Como los núcleos de helio no representan el único empaquetamiento para protones y neutrones, estos se pueden fusionar nuevamente para obtener núcleos más complejos como el berilio, que al chocar con un tercer núcleo de helio forma carbono. Nuevas fusiones con helio dan origen a núcleos superiores hasta el magnesio.



Todo este proceso ocurre después de varios millones de años, en donde las estrellas de primera generación consumen buena parte de su hidrógeno. En esta etapa, la gran cantidad de energía liberada transforma a la estrella en lo que se conoce como una gigante roja, que es de aproximadamente 100 veces mayor en diámetro que la original.



Luego de unos 10 millones de años más, nuestra estrella se expande hacia un supergigante, en cuyo núcleo (a 108 grados Kelvin) ocurre la fusión de átomos de carbono y oxígeno para generar calcio (el elemento número veinte de la tabla periódica); como resultado adicional, en el núcleo se libera una cantidad fantástica de neutrones, protones y partículas alfa (núcleos de helio) que calientan aún más la estrella y producen hierro y níquel. En estrellas pequeñas el proceso se detiene aquí, sin embargo, para estrellas entre 1.5 a 3 veces el tamaño de nuestro sol, el paso siguiente es todavía más espectacular.

Como el combustible de la estrella se consumió totalmente, su núcleo implosiona en apenas un segundo. Así, los núcleos del hierro y níquel se rompen liberando protones y neutrones; los protones capturan electrones para formar neutrones y el núcleo completo de la estrella se transforma en una estrella de neutrones. Por otro lado, las capas exteriores de la estrella explotan formando una supernova, la cual expulsa gran cantidad de material hacia el espacio. Los elementos más pesados hasta el uranio, que es el último elemento natural de la tabla periódica, se producen durante la generación de las supernovas. Además, se obtienen las estrellas de segunda generación, una de las cuales es precisamente nuestro sol.





Sin embargo, ¿qué tiene que ver todo esto con nuestro origen? Bien, se ha podido comprobar que en nuestro sol existen rastros de elementos pesados (hierro principalmente); además la observación de las explosiones de supernovas ha permitido detectar la formación de elementos con núcleos más complejos que los de hierro y níquel. Esto permite postular con bastante certeza que nuestro origen, y el de muchos de los átomos del sistema solar, e incluso varios de los que conforman nuestros cuerpos son de origen extraterrestre y mucho más antiguos que nuestro propio planeta (formado hace apenas 4.500 millones de años). Así que una posible respuesta a las preguntas sobre nuestro origen y sobre donde se encuentran los extraterrestres es muy simple: ¡Los extraterrestres están aquí en la tierra, y somos precisamente nosotros!

