

Producción de elementos de absorción neutrónica rápida (r-process) en la colisión de la Vía Láctea con el "Gaia-Sausage"

La formación y evolución de la Vía Láctea fue influenciada por eventos de fusión galáctica, como los encuentros con Gaia-Sausage (GS) y Sequoia, dos galaxias enanas que colisionaron con nuestra galaxia hace aproximadamente 10 mil millones de años. Estos eventos dejaron remanentes estelares en el halo galáctico con características químicas únicas. La composición de estas estrellas, especialmente la presencia de elementos generados por procesos de captura rápida de neutrones (r-process), como el europio (Eu), brinda información clave sobre su origen y permite investigar la historia evolutiva de la galaxia. Sin embargo, aún existe una pregunta abierta en el campo: ¿Dónde se formó la cantidad sustancial de elementos del proceso r en el universo? Estudios previos, como los de Ou et al. (2024) y Matsuno et al. (2021), sugieren que las fusiones de estrellas de neutrones (NSM) podrían ser una fuente principal de estos elementos. Este trabajo pretende profundizar en la comprensión de la evolución química de GS y Sequoia, explorando la producción de elementos r para arrojar luz sobre su origen.

Se llevó a cabo un análisis espectroscópico de siete estrellas seleccionadas del halo galáctico utilizando datos obtenidos con el espectrógrafo FIES del telescopio NOT en las Islas Canarias. La selección de las estrellas se basó en sus características cinemáticas, determinadas a partir de los datos de Gaia. Los espectros, previamente reducidos, fueron normalizados utilizando el software IRAF, y se realizó un ajuste gaussiano a las líneas espectrales de interés con el mismo software. Estas líneas fueron seleccionadas para estudiar la abundancia de europio (Eu) y su relación con otros elementos clave, como el bario (Ba), magnesio (Mg) y hierro (Fe), que representan diferentes canales de producción nuclear. Posteriormente, las abundancias químicas se midieron utilizando el software MOOG junto con modelos atmosféricos generados con ATLAS.

Los resultados muestran una menor metalicidad para Sequoia en comparación con GS. Además, se evidencia una dispersión significativa en la relación [Eu/Fe] a bajas metalicidades, así como una anticorrelación entre [Eu/Mg] y [Mg/Fe]. Por otro lado, al analizar la relación [Eu/Mg] frente a [Mg/H], se elimina la influencia de las supernovas de Tipo Ia, permitiendo enfocarse en las contribuciones de las supernovas de Tipo II. Esta relación evidencia un aumento en [Eu/Mg] junto con una alta dispersión en [Mg/H] bajos.

En el caso de Sequoia, al ser menos masivo que GS, su evolución química fue más lenta, lo que se refleja en su menor metalicidad. La dispersión observada en [Eu/Fe] a bajas metalicidades sugiere que la producción de elementos r ocurrió en un rango temporal amplio, lo cual es consistente con la naturaleza retardada de las NSM. La anticorrelación entre [Eu/Mg] y [Mg/Fe] indica una eficiencia incrementada en la producción de elementos r en GS, respaldando la hipótesis de que las NSM jugaron un papel significativo en el enriquecimiento químico de la galaxia progenitora GS.

Este estudio refuerza la hipótesis de que las NSM son una fuente crucial en la producción de elementos r, proporcionando nuevas perspectivas sobre la evolución química de la Vía Láctea. Los resultados presentados son consistentes con investigaciones recientes, como las de Monty et al. (2020), Aguado et al. (2021), Matsuno et al. (2021) y Ou et al. (2024), ampliando el conocimiento en el campo de la evolución química galáctica y destacando la necesidad de obtener nuevos datos observacionales para explorar estrellas de baja metalicidad en Sequoia y Gaia-Sausage (GS).

Referencias:

1. Aguado, D. S., Belokurov, V., Myeong, G. C., et al. (2021). *Elevated r-process Enrichment in Gaia Sausage and Sequoia*. Enlace
2. Matsuno, T., Hirai, Y., Tarumi, Y., Hotokezaka, K., Tanaka, M., & Helmi, A. (2021). *R-process enhancements of Gaia-Enceladus in GALAH DR3*. *Astronomy & Astrophysics*, 650, A110. Enlace
3. Monty, S., Venn, K. A., Lane, J. M. M., Lokhorst, D., & Yong, D. (2020). *Chemo-dynamics of outer halo dwarf stars, including Gaia-Sausage and Gaia-Sequoia candidates*. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 000, 000–000. Enlace
4. Ou, X., Ji, A. P., Frebel, A., et al. (2024). *The Rise of the R-Process in the Gaia-Sausage/Enceladus Dwarf Galaxy*. Enlace

Nivel de formación

Pregrado

Autor primario: ZAPATA ZULUAGA, Diana Carolina (University of Antioquia)

Coautor: Dr. AGUADO, David (Instituto de Astrofísica de Canarias)

Presentador: ZAPATA ZULUAGA, Diana Carolina (University of Antioquia)