

# ASTRO

Una publicación de la  
Asociación Salvadoreña de Astronomía.

Año 1 - Edición 1. Noviembre-Diciembre 2021.

A reconquistar  
**LA LUNA**

Misión JUNO:  
**JUPITER**  
al descubierto

Pasado y futuro de  
**LA VÍA LACTEA**



# E

n la Asociación salvadoreña de Astronomía hemos unido esfuerzos para la producción de esta revista electrónica con el objetivo de mantener vigente nuestro compromiso de acercar las ciencias astronómicas a toda la comunidad. Nos apasiona conocer y comprender las maravillas del cielo tanto como animar a otros a aprender y disfrutar de él.

*el cielo es el límite...*



**A reconquistar LA LUNA.  
Misión ARTEMIS. Una puerta  
al espacio profundo.**

**Pág. 3**



**Misión JUNO.  
Desvelando datos e imágenes  
de nuestro vecino JÚPITER.**

**Pág. 10**



**Entrevista con Amina Helmi,  
Arqueóloga Galáctica.**

**Pág. 15**

# reconquistar **LA LUNA**

**L**a humanidad actualmente está pasando por momentos privilegiados. Hemos tenido la posibilidad de ser testigos de eventos trascendentales, desde el descubrimiento de la penicilina a los viajes intercontinentales, la televisión o la compleja simpleza del Internet. Ahora mismo tendremos nuevamente la oportunidad de presenciar y maravillarnos una vez más con la llegada del hombre a nuestro satélite natural.



**D**urante las próximas décadas y generaciones, la presencia humana irá aumentando con miras de utilizar y desarrollar los extensos recursos de la Luna, incluidos sus depósitos de agua y metales.

A medida que la Luna revela sus secretos, el interés científico sobre ella sigue creciendo. Además, permite la comprensión científica de la formación de la Tierra y del sistema solar a través de su geología y composición química. La exploración de la Luna irá revelando descubrimientos sobre el universo a través de la radioastronomía, ya que su lado oculto ofrece una increíble posición ventajosa para este tipo de actividad.

La Luna es más que un destino físico. Un enfoque central del programa Artemis es extender la esfera geoestratégica y económica estadounidense para abarcar este destino con socios internacionales e industria privada.

Estados Unidos deberá generar suficiente confianza entre sus socios comerciales, gubernamentales e internacionales al liderar el desarrollo de principios políticos claros para apoyar la exploración espacial civil. Estas misiones inspirarán a generaciones de profesionales de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas e innumerables disciplinas, al tiempo que ofrecen oportunidades a los socios en el gobierno, la industria y el mundo académico.

Todos los nacidos después del año 2000 siempre han conocido un mundo donde ha habido gente viviendo en el espacio. En esta década, muy probablemente, todos volveremos a ver a los humanos caminar sobre la Luna. Esta es la Generación Artemis, que pondrá en marcha la infraestructura clave en y alrededor de la Luna que se construirá y aprovechará para las generaciones venideras.





**L**os estadounidenses tienen planificado regresar a la Luna en 2025. Después de este nuevo alunizaje, se busca establecer una presencia estratégica sostenida en el polo sur lunar llamado Campo Base de Artemis.

Las actividades en este campamento base de Artemis, durante la próxima década, servirán para allanar el camino para la futura actividad económica y científica a largo plazo en la Luna, así como servir de plataforma para la primera misión humana a Marte en 2030.

Aunque los estadounidenses caminaron por primera vez en su superficie hace más de 50 años, nuestros exploradores dejaron solo huellas fugaces en algunos sitios, pasando un total de 16 días en la superficie lunar. Estas misiones se realizaron todas en las cercanías de la región ecuatorial, con un recorrido total de menos de 100 km.

Esta próxima ola de exploración lunar será fundamentalmente diferente.

Comenzará con expediciones a las proximidades de nuestro satélite en 2021 y 2023 y el aterrizaje de astronautas en la superficie en 2024. Esta será la primera

oportunidad para la mayoría de las personas de esta generación de presenciar un encuentro y aterrizaje lunar humano, un momento en el que, con asombro, el mundo contendrá nuevamente la respiración. Los científicos no se detendrán en este punto; este será el capítulo inicial de una nueva era de descubrimiento y exploración.

Artemis es el núcleo de los planes de exploración y vuelos espaciales tripulados de la NASA para la próxima década. Artemis se basa en los esfuerzos en curso de vuelos espaciales tripulados realizados a bordo de la Estación Espacial

Internacional (ISS) y prepara el camino para futuros programas de vuelos espaciales tripulados, incluida la primera misión humana a Marte.

En la mitología griega, Artemisa era hija de Zeus y Leto.

El cuidado de la Luna era una de sus responsabilidades. Asimismo, era hermana gemela de Apolo, quien apadrinó con su nombre las pasadas misiones lunares de los años sesenta y setenta.



# Misión



**E**l programa Artemis está constituido por tres vuelos consecutivos.

El primer vuelo, el **Artemis I** comienza con una prueba de vuelo sin tripulación. Se utilizará una nave de la clase Orión y un sistema de lanzamiento espacial (SLS) totalmente renovado, en una misión que durará aproximadamente tres semanas y que tiene previsto recorrer 450,000 km.

Esta misión también colocará 13 pequeños satélites o CubeSats en la órbita lunar, destinados a nuevas investigaciones y prueba de nuevas tecnologías.

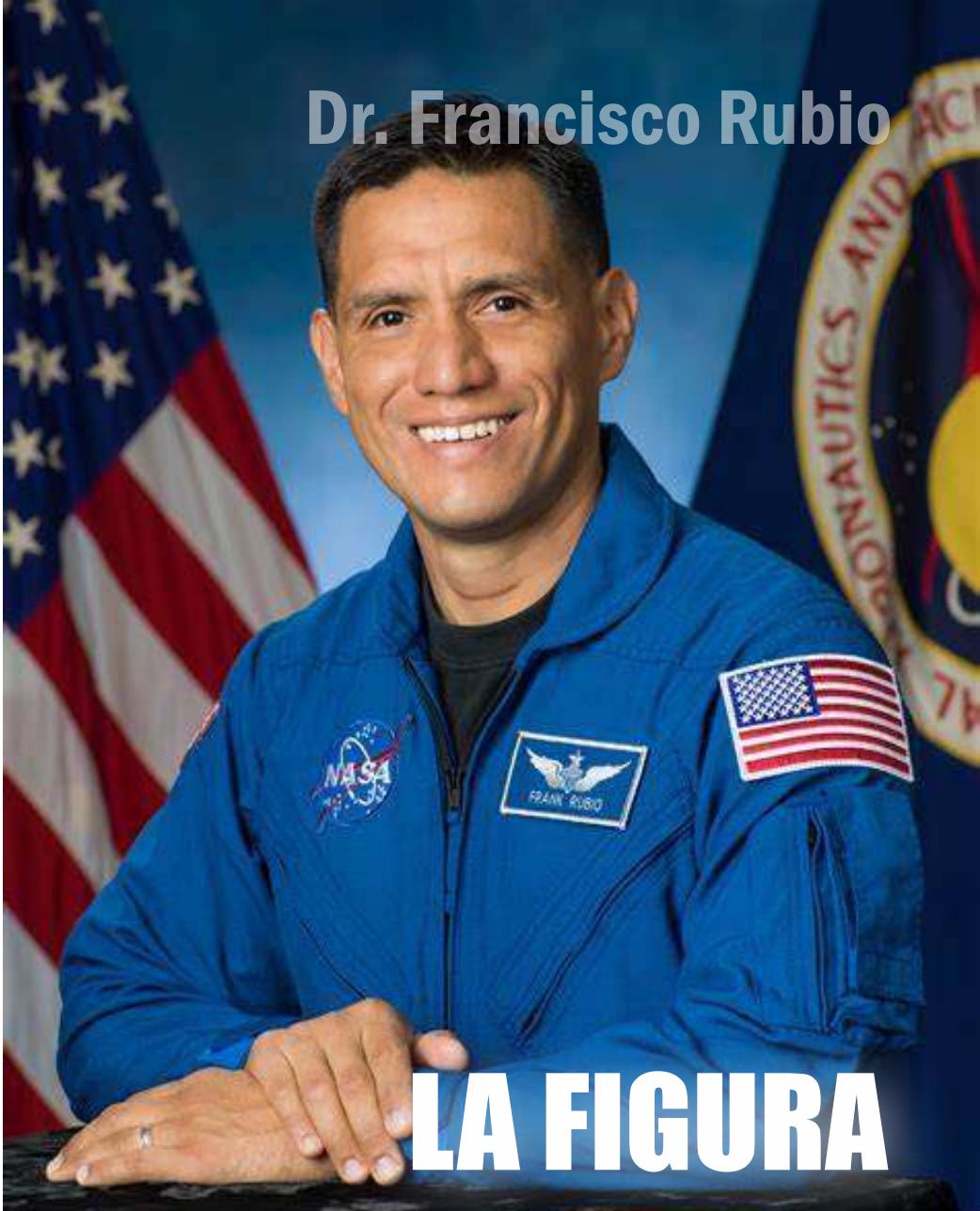
La misión **Artemis II**, pretende llevar a 4 astronautas a las cercanías de la Luna después de más de 50 años por un periodo máximo de 2 semanas.

Esta misión corroborará en detalle toda información obtenida de su predecesora. Al final de esta misión, la NASA tiene la

meta de probar cada pieza de hardware, software y componentes operativos, exceptuando aquellos utilizados en el aterrizaje real en la superficie lunar. Este equipo lleva también el enorme reto de sobrevolar un pequeño asteroide capturado por la fuerza gravitacional de la Luna.

**Artemis III** será el resultado de rigurosas pruebas y experiencia adquirida en sus dos misiones precedentes; ademas contará con casi un millón y medio de kilómetros recorridos. Esta misión culminará con el anhelo de científicos y de varios gobiernos del mundo de volver a visitar a nuestro satélite natural.

**F**rancisco "Frank" Rubio ha tenido una vida llena de muchas experiencias. Oriundo de Los Ángeles, California y de padres salvadoreños, decidió estudiar medicina, pero por asuntos de financiación se enlistó primero en el ejército de los Estados Unidos, donde voló helicópteros Blackhawk en misiones a Bosnia, Afganistán e Irak. Ocho años después, volvió a su primer amor y después de obtener su título de médico, ejerció la medicina familiar como médico del Ejército. Ahí, de la semilla que se plantó en su juventud brotó esta idea: ¿por qué no postularse a la NASA para unirse al grupo de aspirantes a Astronauta 2017? Rubio hizo precisamente eso y fue uno de los 12 candidatos seleccionados ese verano de un grupo de 18,000 postulantes. Durante los próximos dos años aprendería a volar reactores y estudiaría ruso, entre muchas otras cosas, con el objetivo de desempeñar un papel en las misiones de la NASA a la Luna y Marte. "¿En qué otro lugar del mundo escucharías una historia como la mía? Soy un hijo de una madre soltera, una madre adolescente de El Salvador que trabajó en todo tipo de trabajos de bajos ingresos", dice Rubio, de 43 años, casado y con cuatro hijos de entre 9 a 15 años. "Mi historia es una gran historia, aquí en el país de las oportunidades. ¿Cuáles son las posibilidades de que un



## Dr. Francisco Rubio

### LA FIGURA

niño como yo termine estando donde estoy?"

Con educación, esfuerzo y dedicación nada es imposible. Su historia puede servir para inspirar a otros soñadores como él, dijo el ex-vicepresidente Mike Pence en Houston, durante la ceremonia de presentación a Rubio y sus compañeros de clase de 2017. "Estos son 12 hombres y mujeres cuya excelencia personal y cuyo coraje personal llevará a nuestra nación a mayores alturas de descubrimiento", dijo, "y sé que inspirarán a nuestros hijos y nietos tanto como lo hicieron sus antepasados en este famoso programa estadounidense"

una puerta al

# CIELO PROFUNDO

La NASA pretende establecer una estación espacial lunar.

La estación orbital lunar o *Gateway* establecerá una presencia sostenida en la región entre la Luna y la Tierra.

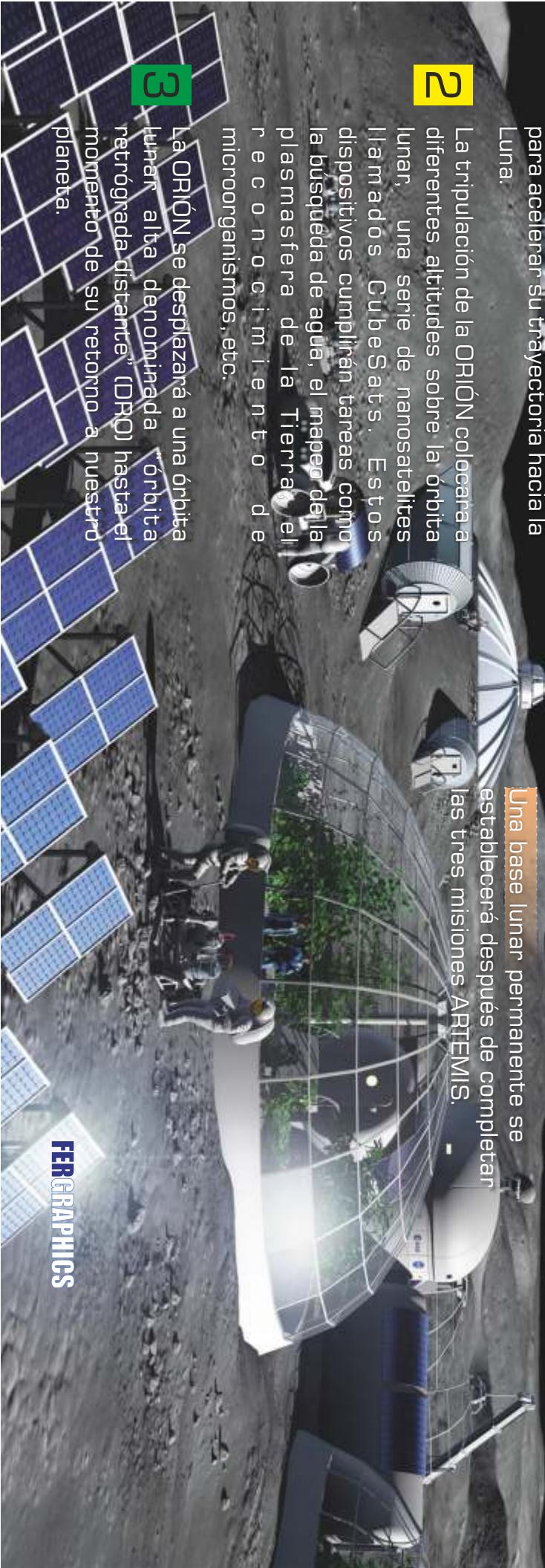
La plataforma ofrecerá a los astronautas un recambio de tripulación más sencillo, un refugio seguro en el caso de una emergencia, la capacidad de navegar a diferentes órbitas alrededor de la Luna y, más tarde, un avance en los sistemas de soporte vital humano.

La *Gateway* se expandirá para incluir contribuciones de vital importancia de socios internacionales, específicamente, un brazo robótico, un habitáculo adicional y capacidades de reabastecimiento de combustible.

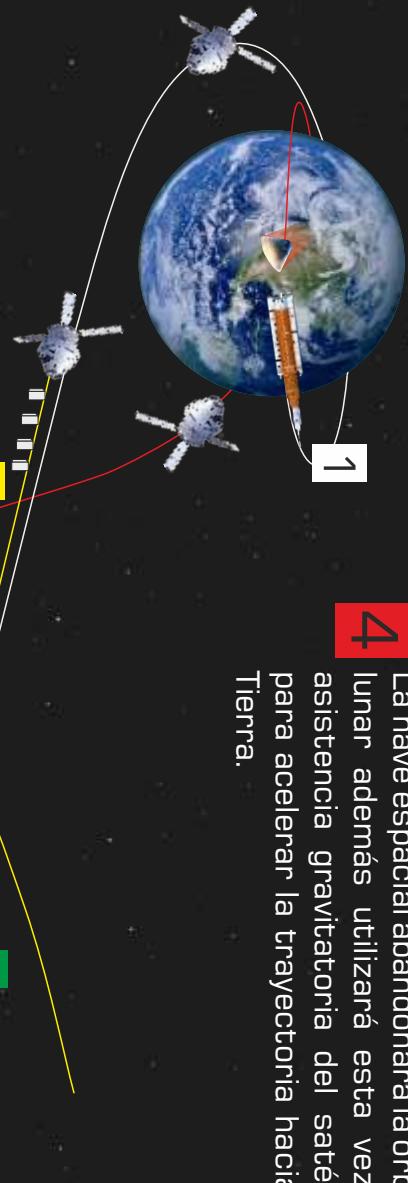
La *Gateway* proporcionará una plataforma de espacio profundo de última generación desde la cual se podrían realizar investigaciones científicas fuera de la protección de los cinturones de radiación de *Van Allen* de la Tierra.

La comunidad científica internacional ha identificado la heliofísica, la radiación y el clima espacial como investigaciones de alta prioridad para realizar en la *Gateway*. Las dos primeras cargas útiles de *Gateway* será un paquete de instrumentos de medición de radiación proporcionado por la Agencia Espacial Europea y un paquete de instrumentos de observación meteorológico espacial de la NASA.





**4** La nave espacial abandonará la órbita lunar además utilizará esta vez la asistencia gravitatoria del satélite para acelerar la trayectoria hacia la Tierra.



## Un puesto de Avanzada

Una estación espacial más pequeña que la ISS será puesta en órbita lunar con el objetivo de facilitar la exploración del espacio profundo y eventualmente una parada necesaria en las trayectorias hacia el planeta rojo.

Luna.

**2** La tripulación de la ORIÓN colocara a diferentes altitudes sobre la órbita

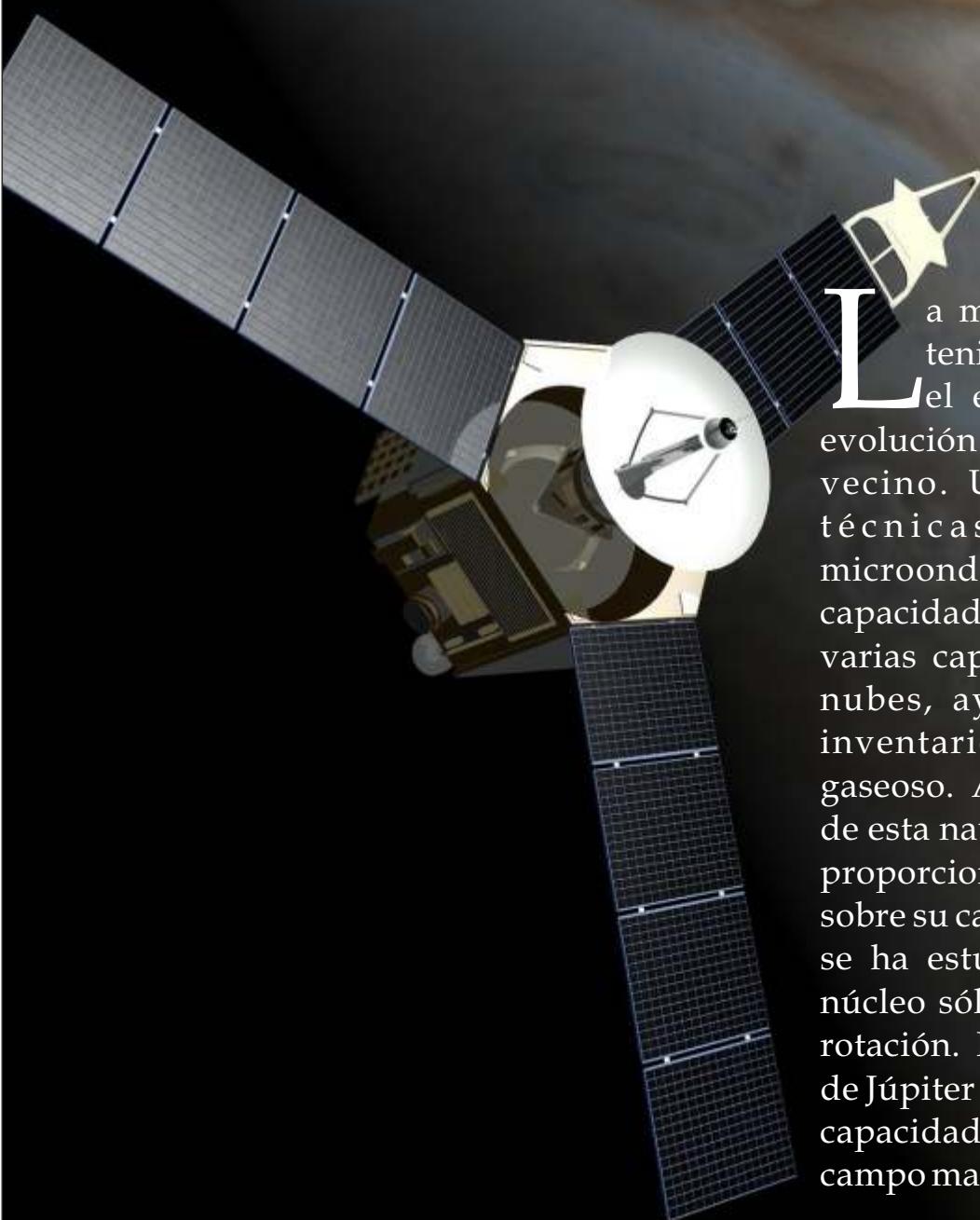
lunar; una serie de nanosatélites llamados CubeSats. Estos dispositivos cumplirán tareas como la búsqueda de agua, el mapeo de la plasmasfera de la Tierra, el recuento de microorganismos, etc.

Una base lunar permanente se establecerá después de completar las tres misiones ARTEMIS.

**3** La ORIÓN se desplazará a una órbita lunar alta denominada "órbita retrógrada distante" (DRO) hasta el momento de su retorno a nuestro planeta.

# MISIÓN JUNO

EXPOÑIENDO  
AL GIGANTE GASEOSO



La misión Juno de la NASA ha tenido como objetivo principal el estudio de la formación y evolución de Júpiter, nuestro gigante vecino. Usando por primera vez técnicas de observación por microonda, la sonda Juno posee la capacidad de detección de la radiación, varias capas muy por debajo de sus nubes, ayudando a determinar el inventario acuoso en este gigante gaseoso. Además, el desplazamiento de esta nave espacial a poca altitud ha proporcionado información relevante sobre su campo magnético. Así mismo, se ha estudiado la existencia de un núcleo sólido y de su movimiento de rotación. Múltiples órbitas alrededor de Júpiter han proporcionado a Juno la capacidad de medir con precisión su campo magnético.

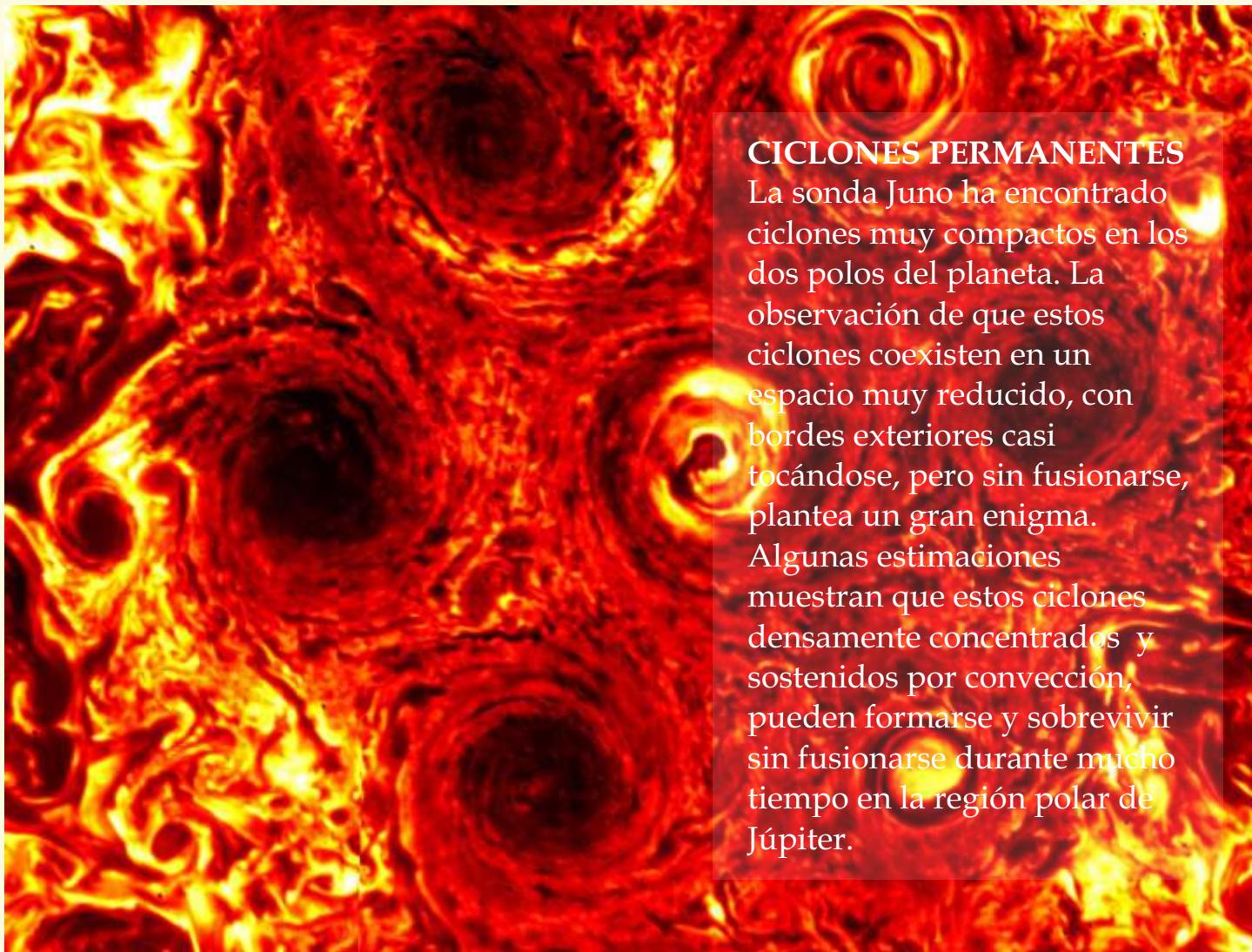
Una comprensión del origen y la evolución de Júpiter, como arquetipo de planetas gigantes, puede proporcionar el conocimiento necesario para comprender el origen de nuestro sistema solar y sistemas planetarios alrededor de otras estrellas.

El planeta más grande de nuestro sistema solar, Júpiter, es más masivo que todos los demás planetas juntos. Compuesto principalmente de

hidrógeno y helio, este planeta gaseoso nos recuerda que es una estrella que no alcanzó a formarse.

Lanzada el 5 de agosto de 2011 y después de un recorrido que duró casi 5 años, esta sonda espacial nos ha maravillado con datos e imágenes sin precedentes.

La apariencia de Júpiter es un tapiz de hermosos colores y características atmosféricas singulares. La mayoría de las nubes visibles están compuestas de amoníaco. Las nubes formadas por moléculas de agua existen a profundidades superiores. Las legendarias franjas de Júpiter son creadas por fuertes vientos del oeste en la atmósfera superior.



### CICLONES PERMANENTES

La sonda Juno ha encontrado ciclones muy compactos en los dos polos del planeta. La observación de que estos ciclones coexisten en un espacio muy reducido, con bordes exteriores casi tocándose, pero sin fusionarse, plantea un gran enigma. Algunas estimaciones muestran que estos ciclones densamente concentrados y sostenidos por convección, pueden formarse y sobrevivir sin fusionarse durante mucho tiempo en la región polar de Júpiter.



## AGUA

La misión Juno de la NASA ha proporcionado sus primeros resultados científicos sobre la cantidad de agua en la atmósfera de Júpiter. Publicados recientemente en la revista *Nature Astronomy*, los resultados del análisis de los datos proporcionados por esta sonda estiman que en el ecuador el agua constituye aproximadamente el 0.25% de las moléculas en la atmósfera de Júpiter, casi tres veces la cantidad existente en el Sol. Estos también son los primeros hallazgos acerca de la cantidad de agua existente en el gigante gaseoso.



## JET STREAMS

Esta vista de la turbulenta atmósfera de Júpiter desde la sonda espacial Juno de la NASA incluye varias de las corrientes de chorro (jet streams) al sur del planeta. Usando los datos de la instrumentación de Juno, los investigadores descubrieron que las poderosas corrientes de chorro en la atmósfera de Júpiter se extienden mucho más profundamente de lo que se imaginaba anteriormente. La evidencia de Juno muestra que estas corrientes y cinturones penetran alrededor de 3,000 kilómetros hacia el interior del planeta.



## AURORAS

Nuevos resultados del espectrógrafo ultravioleta revelan por primera vez el nacimiento de tormentas aurorales.

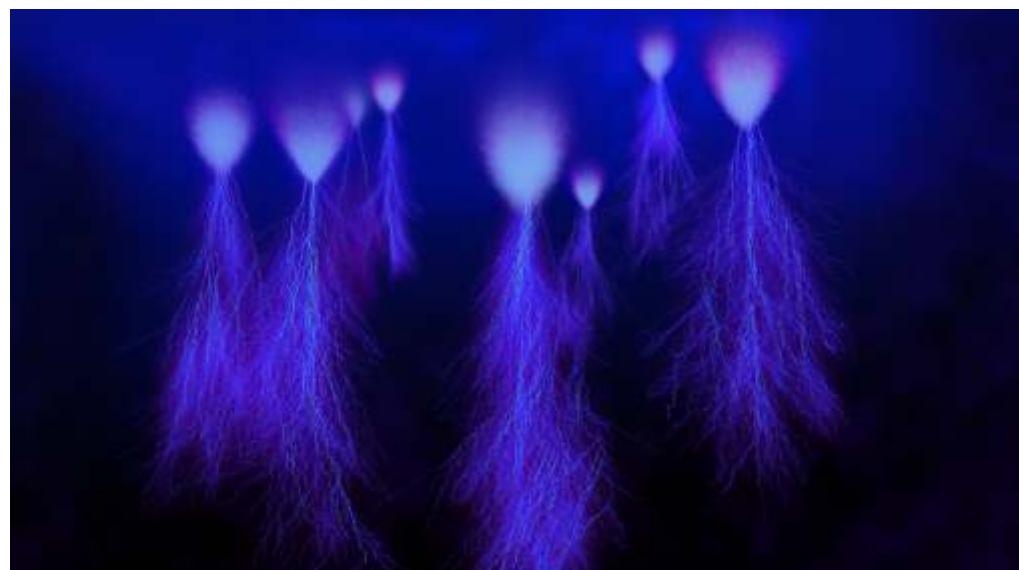
Estas inmensas y transitorias exhibiciones de luz ocurren en ambos polos jovianos. Anteriormente solo habían sido observadas por métodos convencionales y en órbita, particularmente con el Telescopio Espacial Hubble de la NASA. Antes de Juno, las observaciones de las auroras ultravioleta jovianas solo ofrecían vistas laterales, ocultando todo lo que sucedía en el lado oscuro del planeta.

## “DUENDECILLOS Y ELFOS”

Un espectrógrafo a bordo de la sonda espacial Juno podría haber detectado eventos luminosos transitorios, destellos brillantes de luz en la atmósfera superior del gigante gaseoso, similares a los observados recientemente en la atmósfera terrestre por encima de las tormentas muy energéticas.

Los nuevos resultados de la misión Juno sugieren que "duendes" y "elfos" (sprites y elves, personajes escurridizos del folklore inglés) podrían estar "apareciendo" en la atmósfera superior de Júpiter. Es la primera vez que estos destellos de luz brillantes impredecibles y extremadamente breves conocidos formalmente como Eventos Luminosos Transitorios, o TLE, han sido observados en otro planeta. Los hallazgos

fueron publicados el 27 de octubre de 2020 en la revista Journal of Geophysical Research. Los sprites son eventos luminosos transitorios provocados por descargas de rayos de tormentas eléctricas. En la Tierra, ocurren hasta 97 kilómetros por encima de tormentas eléctricas intensas y elevadas e iluminan una región del cielo de decenas de kilómetros de ancho, pero duran solo unos pocos milisegundos (una fracción del tiempo que lleva parpadear).



**SPRITE:** Stratospheric/mesospheric Perturbations resulting from Intense Thunderstorm Electrification. (Perturbaciones estratosféricas/mesosféricas resultantes de intensa electrificación por tormentas de rayos).

**ELVES:** Emission of Light and Very low frequency perturbations due to Electromagnetic pulse Sources. (Emisión de luz y perturbaciones de muy baja frecuencia).

La NASA anunció recientemente que extenderá la misión Juno a Júpiter y sus lunas hasta septiembre de 2025, o hasta el final de la vida útil de la sonda espacial.

## BITÁCORA

**5 DE AGOSTO  
DE 2011**

Lanzamiento desde Cabo Cañaveral

**1 DE AGOSTO  
DE 2012**

Maniobras de espacio profundo

**1 DE OCTUBRE  
DE 2013**

Se utiliza la asistencia gravitacional de la Tierra

**4 DE JULIO  
DE 2016**

Llegada e inicio de la inserción orbital

**SEPTIEMBRE  
DE 2025**

FIN DE LA MISIÓN

## INSTRUMENTACIÓN DE LA SONDA **JUNO**

Sensor de Gravedad

Detectores de plasma y partículas energéticas

Radiómetro de microondas

Magnetómetro

Espectrógrafo ultravioleta

JunoCam

Espectrómetro infrarrojo

Experimentos de ondas de radio/plasma

## GALERÍA

Toma desde un anillo

Tormenta masiva

Cinturón de nubes

Jet N3

Dos tormentas masivas

Polo norte

Polo sur

Sombra de Io

La diosa romana del matrimonio, el hogar y la familia, Juno, era una defensora de las mujeres y protectora del Estado romano. Estaba casada con Júpiter, rey de todos los dioses, y sirvió como parte del

# JUNO



triunvirato gobernante divino conocido como la Tríada Capitolina. Juno fue una adaptación de la diosa griega Hera, y sus características esenciales y mitología eran casi idénticas a las de su predecesora griega.

# HUELLAS DEL PASADO DE LA VÍA LÁCTEA

Entrevista con **Amina Helmi** del Kapteyn Astronomical Institute.

(Título original en idioma inglés)

## A galactic archaeologist digs into the Milky Way's history

Astrophysicists now have the data  
and models to uncover subtle  
imprints from our galaxy's past.

By Ramin Skibba, Knowable Magazine | Published: Tuesday, June 15, 2021

**E**n el cielo nocturno, la banda de luz de la Vía Láctea hace que nuestra galaxia parezca una franja atestada de estrellas y nubes de gas. Pero hoy en día, los científicos conocen bien su forma y estructura en detalle: los brazos espirales que se enrollan en el centro galáctico, su bulto central repleto de estrellas y con un agujero negro gigantesco, y su más tenue y esponjado halo de estrellas aún más lejano, como si nuestra galaxia estuviera encapsulada dentro de una bola de algodón estelar.

*¿Cómo llegó la Vía Láctea a verse de esta manera?*

Incluso hace solo una década, los científicos conocían los movimientos y la distancia de solo una pequeña cantidad de estrellas en nuestro vecindario

galáctico, por lo que solo tenían una imagen parcial de la estructura en evolución de la Vía Láctea. Pero los telescopios espaciales más recientes, incluido el GAIA de la Agencia Espacial Europea lanzado en 2013, han ampliado dramáticamente nuestra comprensión sobre nuestra galaxia. Sus datos han revelado grupos lejanos y corrientes de estrellas que, como los fósiles, ofrecen pistas sobre la compleja formación de la galaxia.

**Amina Helmi** del *Instituto Astronómico Kapteyn en Groningen*, en los Países Bajos, es una arqueóloga galáctica líder que estudia estos restos de eventos pasados, incluido el más trascendental: un impacto masivo en cámara lenta con otra galaxia que ocurrió hace unos 10 mil millones de años, en los tiempos juveniles de la Vía

Láctea.

Helmi, en un artículo de la revista Annual Review of Astronomy and Astrophysics, sostiene que el disco, el halo y las tenues corrientes de estrellas de nuestra galaxia muestran evidencia de esta colisión galáctica y otros eventos desde hace mucho tiempo. Sin embargo, a pesar de esta tumultuosa historia, el pasado de la Vía Láctea es comparativamente pacífico, señala Helmi: "se formó principalmente al dar a luz nuevas estrellas a partir del enfriamiento de gas y de estrellas más viejas, en lugar de arrastrar otras galaxias a sus límites".

Pero incluso esta historia relativamente tranquila deja muchas preguntas para que Helmi y sus colegas las examinen, por ejemplo las pistas en la composición química de las estrellas, ya que cada generación de estrellas tiene nuevas firmas químicas que se inclinan hacia elementos más pesados que las estrellas que les precedieron.

En una entrevista para la revista digital Knowable Magazine, Helmi habló acerca de su investigación de la particular historia de la Vía Láctea. Esta conversación ha sido editada en longitud y claridad.



La Vía Láctea y sus componentes, vistos de costado, con los brazos en espiral en la banda de luz que se extiende por el medio. Se muestra la protuberancia central, que tiene la concentración más densa de estrellas y un agujero negro supermasivo en el medio; el disco delgado que posee una colección de estrellas que se extienden desde la protuberancia; y el disco grueso, un campo de

estrellas menos denso que se encuentra más allá del disco delgado. Más lejos se encuentra el halo estelar, un campo de estrellas aún más difuso, y más allá, el halo oscuro, compuesto de materia oscura invisible. También se muestran las Nubes de Magallanes, dos galaxias enanas que eventualmente chocarán con la Vía Láctea.

### *¿Qué significa "arqueología galáctica" para usted?*

Lo que intentamos hacer con la arqueología galáctica es tratar de reconstruir la historia, la secuencia de eventos, que llevaron a la formación de la Vía Láctea. En arqueología,

usas los restos o las sobras o los artefactos, de diferentes civilizaciones o eventos. En este caso, las sobras son estrellas por lo que usamos las estrellas para tratar de averiguar cómo se formó la Vía Láctea. Las estrellas recuerdan de dónde vinieron, tienen memoria de sus orígenes.

*¿Cómo nos cuentan las estrellas de nuestra galaxia sobre el pasado de la Vía Láctea?*

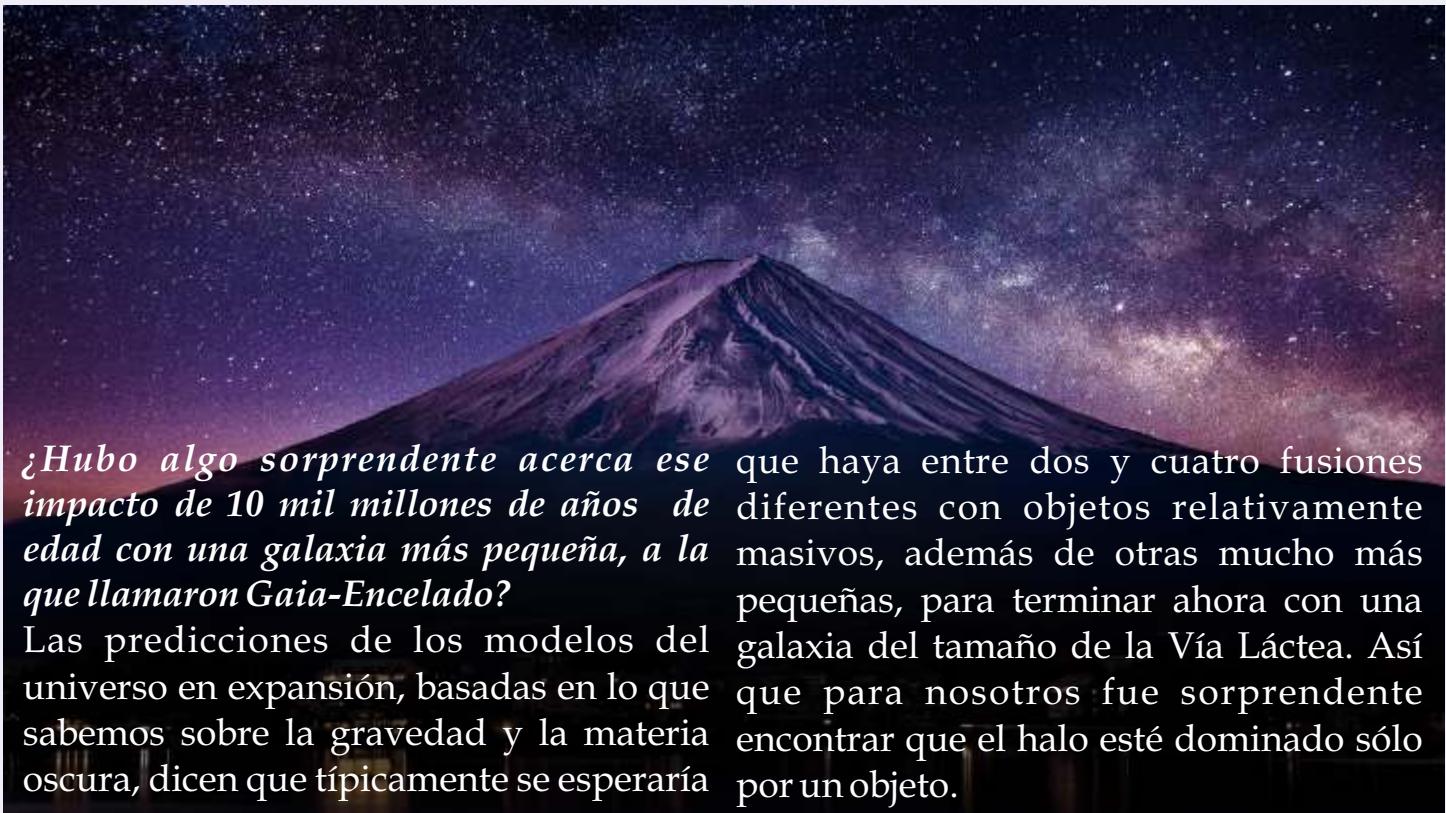
La forma en que se mueven, sus edades y sus composiciones químicas nos dicen dónde nacieron. Si encuentra agrupaciones de estrellas con distintas composiciones químicas, por ejemplo, con diferentes cantidades relativas de oxígeno, magnesio y hierro, esto puede indicar que provienen de diferentes entornos, ya que las estrellas nacidas en la misma nube tienen las mismas huellas químicas. De manera similar, si encuentra grupos de estrellas que se mueven juntas a través del espacio, eso le indica que tienen una trayectoria similar, por lo que provienen del mismo lugar. Puedes usar esa información para reconstruir el lugar donde nacieron.

*¿Cómo descubrieron usted y sus colegas que la Vía Láctea tuvo un impacto masivo con otra galaxia cuando era joven? ¿Puede explicar cómo surgió esa evidencia?*

Primero, descubrimos que cerca del Sol, aproximadamente la mitad de las estrellas situadas en lo que llamamos el halo, (que alberga estrellas muy antiguas en la Vía Láctea) giraban en la dirección opuesta a la gran mayoría de las estrellas de la Vía Láctea ; la otra mitad pertenece a un componente muy inflado en forma de disco. Eso podría significar que el halo se formó mediante fusión con otra galaxia. Pero no era evidencia suficiente, porque tal vez haya otras formas de producir este tipo de estrellas.

Luego, observamos las edades y la química de esas estrellas del halo en contrarrotación y descubrimos que seguían una trayectoria diferente a la de la gran mayoría de estrellas de la Vía Láctea. La composición química de esas estrellas del halo revelan que nacieron en un sistema diferente y más pequeño.





*¿Hubo algo sorprendente acerca ese impacto de 10 mil millones de años de edad con una galaxia más pequeña, a la que llamaron Gaia-Encelado?*

Las predicciones de los modelos del universo en expansión, basadas en lo que sabemos sobre la gravedad y la materia oscura, dicen que típicamente se esperaría

que haya entre dos y cuatro fusiones diferentes con objetos relativamente masivos, además de otras mucho más pequeñas, para terminar ahora con una galaxia del tamaño de la Vía Láctea. Así que para nosotros fue sorprendente encontrar que el halo esté dominado sólo por un objeto.

Descubrimos que este evento perturbó tanto a la Vía Láctea que muchas de las estrellas presentes en ese momento terminaron en el disco grueso, hinchado o caliente. Después, colegas míos demostraron que el disco grueso, que contiene aproximadamente una quinta parte de las estrellas de la galaxia, probablemente también se formó en ese evento. Eso se debe a que las galaxias en el pasado probablemente eran ricas en gas, por lo que cuando se producía una fusión masiva como esa, las nubes de gas se juntaban, creando regiones de alta densidad que desencadenaban una gran cantidad de formación de estrellas. Vemos que la formación de estrellas alcanzó su punto máximo al mismo tiempo que esta fusión, lo que hizo crecer sustancialmente el disco de la Vía Láctea. Así que este evento fue un hito importante en la historia galáctica.

*¿Cómo se compara la historia de la Vía Láctea con la de sus pares?*

Es difícil descifrar estas cosas en otras galaxias más distantes, porque no tenemos tanta información detallada sobre ellas y sus estrellas. Sin embargo, cada vez hay más estudios que buscan corrientes y subestructuras en otras galaxias; estamos aprendiendo sobre la importancia del proceso de fusión en general.

Hay estudios sobre que tan comunes son las galaxias en interacción, y que identifican objetos que están actualmente o están a punto de fusionarse. Los modelos teóricos del crecimiento de las galaxias en el universo en expansión también nos están guiando sobre dónde buscar, o cómo identificar, las pistas de la historia de la fusión de una galaxia.

Algunos astrónomos afirman que la Vía Láctea parece estar inactiva en comparación con otras galaxias, ya que los

modelos tienden a predecir más fusiones, en promedio, pero creo que es necesaria una evaluación más detallada para establecer esto firmemente.

Eso es así particularmente porque solo hemos reconstruido la historia hasta hace 10 mil millones de años, y no sabemos qué sucedió antes de eso. Necesitamos más datos de muchas más estrellas más débiles, en particular su composición química, que es conocida por un número muy pequeño de estrellas del halo en la Vía Láctea, para resolver esto.

### *¿Qué papel ha jugado la materia oscura en su investigación sobre la historia de La Vía Láctea?*

Creo que siempre hay que tener en cuenta que hay materia oscura alrededor de las galaxias, incluida la Vía Láctea. Si hay una fusión, la materia oscura hace que la fusión ocurra en una escala de tiempo más rápida, porque hay mucha más masa en la materia oscura que solo en las estrellas.

Por el momento, todavía no hemos utilizado ninguna de la información que hemos recopilado recientemente sobre la antigua historia de fusiones de la Vía Láctea para tratar de estimar cuánta materia oscura hay dentro y alrededor de ella o cómo se distribuye, pero lo haremos en el futuro cercano. Por ejemplo, si estamos convencidos de que ciertas estrellas provienen del mismo objeto y están ubicadas en diferentes regiones de la galaxia, esa información puede usarse para calcular la atracción gravitacional de la Vía Láctea y la distribución de materia oscura en ella.

### *¿Qué ha aprendido del telescopio espacial GAIA que no se conociera antes?*

Medir los movimientos de las estrellas en el cielo es un gran desafío. Antes de GAIA, teníamos las medidas de unos 2 millones de estrellas cercanas, de una misión llamada Hipparcos en los años 90. Ahora son 2 mil millones. Luego está el volumen: el volumen de espacio en el que podemos medir los movimientos es ahora un factor de 100 veces en radio más amplio, y un factor de 1,000 veces más preciso. Es una vasta cantidad de datos de calidad excesivamente alta.

Este estudio ha sido simplemente transformador. Esta investigación no habría sido posible sin GAIA. Ha cambiado la forma en que entendemos a la Vía Láctea. Por ejemplo también, nos hemos dado cuenta de que no podemos considerar la Vía Láctea como un sistema aislado. La gente solía pensar en las galaxias como "universos insulares", separados del entorno que los rodea. Ese es un cambio importante en la forma en que abordamos el problema de determinar la distribución de masa en toda la galaxia. En el pasado, a menudo se suponía que la galaxia estaba en equilibrio y que en realidad no estaba cambiando mucho; ahora tenemos los datos que nos muestran que eso es una simplificación excesiva, ya que los movimientos de las estrellas cerca del sol revelan las huellas de atracción de las galaxias vecinas, que a su vez están siendo atraídas por la Vía Láctea.

### *¿Qué tipo de herramientas esperan utilizar, incluidos los próximos telescopios y nuevas simulaciones?*

Definitivamente necesitamos del conocimiento que aporta la química, ya que las cantidades relativas de diferentes elementos químicos en las estrellas nos dicen de dónde son y también ayudan a evaluar su edad. Hay varios estudios planificados que pronto verán la luz que medirán las abundancias químicas de cientos de miles de estrellas, particularmente en el halo de la Vía Láctea. Estos son espectrógrafos de objetos múltiples que miden la luz de muchos objetos a la vez en muchas longitudes de onda, incluso en rangos en los que los átomos clave de varios elementos químicos emiten.

Por ejemplo, hay uno en La Palma en las Islas Canarias, llamado WEAVE, que explorará el cielo del norte, y uno llamado 4MOST en el Observatorio Paranal en Chile que estudiará los cielos del sur. Se necesita una vista completa de la Vía Láctea si deseamos comprender cómo se formó.

También necesitamos simulaciones de galaxias más sofisticadas que incluyan más que solo gravedad y materia oscura. Interpretamos nuestros hallazgos con respecto a Gaia-Enceladus usando una simulación de hace 10 años que no incluía ningún gas o formación de estrellas, pero eso no es realista. Necesitamos tratar de comprender qué sucede cuando se agrega



Representación artística de una simulación que muestra la colisión entre la joven Vía Láctea y otra galaxia hace unos 10,000 millones de años. Evento reconstruido por Amina Helmi y sus colegas. Las flechas amarillas indican las posiciones y los movimientos de las estrellas de la galaxia entrante.

gas a las simulaciones y se sigue la evolución de la formación de estrellas y también de los elementos químicos, lo que nos dará una imagen más completa y realista de la historia de la galaxia. También necesitamos tratar de comprender si esta gran fusión también habría tenido un impacto en las propiedades de otros componentes de la Vía Láctea, tal como el bulbo central.

*Basándose en observaciones y modelos, ¿puede hacer predicciones para el futuro de la Vía Láctea durante los próximos miles de millones de años?*

En unos pocos miles de millones de años, la Vía Láctea se fusionará con las Nubes de Magallanes. Aproximadamente mil millones de años después de eso, la galaxia

también se fusionará con Andrómeda lo cual será un cambio importante para la Vía Láctea. Este es un objeto que tiene básicamente la misma masa, y cuando dos galaxias de la misma masa se fusionan, normalmente se crea una galaxia elíptica, una estructura más redonda sin disco ni brazos espirales; dado que es probable que ambas galaxias todavía posean altas cantidades de gas, eso conduciría a una formación de estrellas enorme. El cielo se verá completamente diferente.



**Dra. Amina Helmi**

Credit Foto: Studio Oostrum / Hollandse Hoogte.

Catedrática del Instituto  
Astronómico Kapteyn en Groningen,  
Países Bajos.

Este artículo se publicó originalmente en [Knowable Magazine](#). [Acceso al artículo original.](#)



La Asociación Salvadoreña de Astronomía es una organización sin fines de lucro. Fundada en enero de 1991, acoge a casi un centenar de socios que comparten la pasión por esta ciencia. Es pionera en el establecimiento de un observatorio astronómico en Centroamérica y ofrece charlas regularmente a socios, cursos introductorios y casas abiertas al público en general.

#### Nos gustaría saber de usted.

¿Desea formar parte de nuestro equipo editorial?

¿Desea ser parte de nuestra asociación?

**iESCRÍBANOS!**

[informacionesastro@gmail.com](mailto:informacionesastro@gmail.com)



## CRÉDITOS

### Reconquistar la Luna. ARTEMIS PROGRAM

Textos e imágenes:

[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)

### Misión JUNO. JUNO MISSION

Textos:

[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)

[www.arxiv.com](http://www.arxiv.com)

Imágenes:

[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)

[www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

### Huellas del pasado de la Vía Láctea A GALACTIC ARCHAEOLOGIST DIGS INTO THE MILKY WAY'S HISTORY

Textos:

[www.knowablemagazine.org](http://www.knowablemagazine.org)

Imágenes:

[www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)



Alicia Alvarenga



Leonel Hernández



Fernando Ayala

## COMITÉ EDITORIAL