

DESCUBRIMIENTO DE UN CENTENAR DE

Se trata de la muestra más grande de planetas errantes en una misma región de formación que nos permitirá estudiar el origen y las propiedades de este tipo de objeto tan particular.



Núria Miret Roig
Universidad de Viena
@nmiretroig

Los planetas interestelares, errantes, vagabundos tienen muchos nombres y son objetos muy particulares. Tienen como máximo 13 veces la masa de Júpiter, pero son huérfanos y no orbitan ninguna estrella (Figura 1). Su existencia se conoce desde principios del siglo XXI y se han detectado algunos, pero la falta de grandes muestras de planetas errantes impide comprender mejor su origen y propiedades.

La razón por la que son tan poco conocidos es que son extremadamente difíciles de detectar. Hasta la fecha, la mayoría de los planetas vagabundos encontrados no se han observado directamente, sino que se han detectado mediante el método de lentes gravitacionales. Esta técnica consiste en considerar al planeta como una lente que desvía la luz de una estrella más lejana. Entonces, por un momento, la estrella distante parece más brillante. Dependiendo del aumento de la luz y la duración, se puede conocer aproximadamente la masa del objeto lente y determinar si se trata de un planeta. La principal limitación de este método es que no conocemos la posición exacta del objeto, por lo que no podemos estudiarlo con más detalle tras la detección del evento.

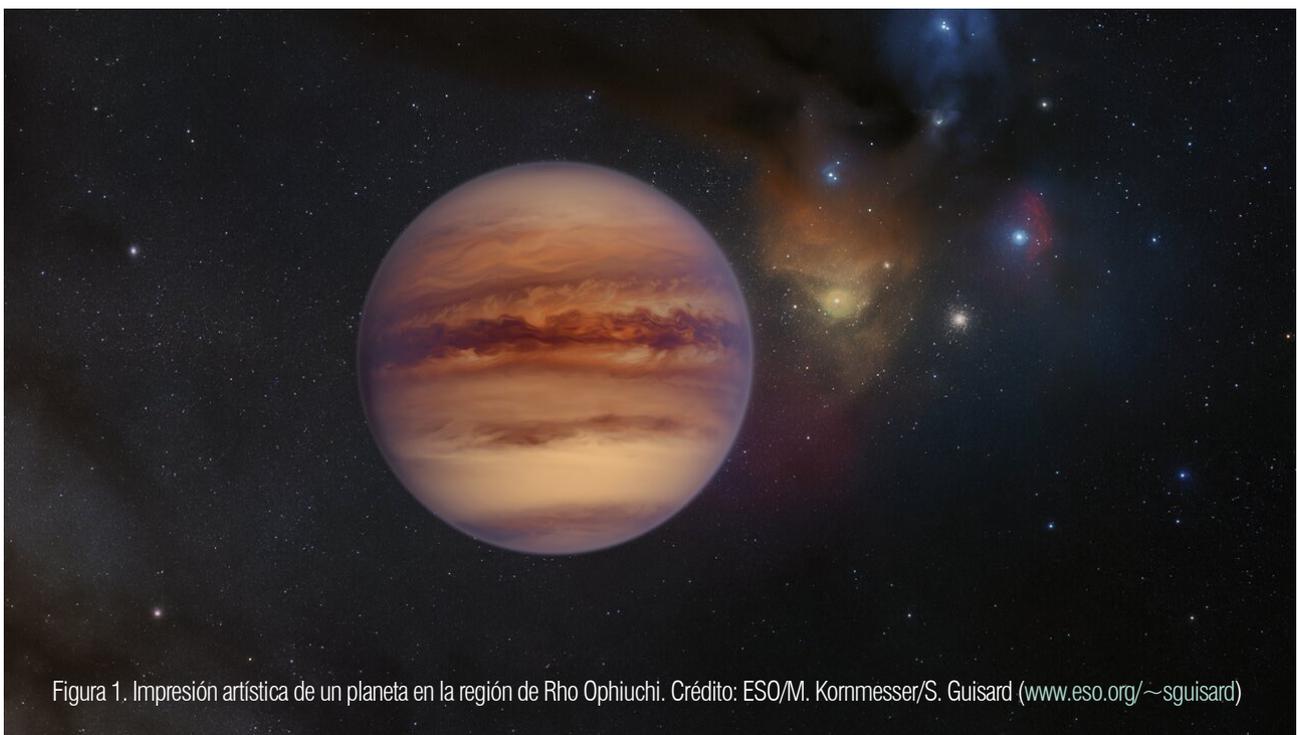


Figura 1. Impresión artística de un planeta en la región de Rho Ophiuchi. Crédito: ESO/M. Kommesser/S. Guisard (www.eso.org/~sguisard)

PLANETAS VAGANDO POR NUESTRA GALAXIA

UNA ENORME CANTIDAD DE DATOS, DE LOS MEJORES OBSERVATORIOS DEL MUNDO

Mi tesis propone un enfoque completamente diferente: hemos observado directamente planetas errantes. Estos planetas casi no emiten luz propia, solo un tenue brillo infrarrojo cuando son muy jóvenes, y gradualmente, a medida que se enfrían, se van apagando hasta volverse invisibles desde la Tierra. Por eso, en nuestro estudio, nos centramos en una de las regiones de formación estelar más cercanas al Sol: la región de Upper Scorpion y rho Ophiuchus (Figura 2). Esta región tiene una superficie de 170 grados cuadrados, está a unos 500 años luz de distancia, y se formó hace entre 1 y 10 millones de años (que es muy joven, el Sol, por ejemplo, tiene 4.500 millones de años).

Se necesitaron los telescopios más grandes de la Tierra capaces de recolectar grandes cantidades de luz para detectar estos planetas. Analizamos unas 80.000 imágenes de 18 telescopios diferentes (de 1 a 8 m de diámetro) de todo el mundo. Entre ellos destacan el telescopio Subaru de 8,2 m (NOAJ, Hawái), el telescopio Very Large Telescope (VLT) de 8,2 m (ESO, Chile), el telescopio Blanco de 4 m (NOIRLab, EE. UU.), el telescopio Mayall de 4 m (NOIRLab, EE. UU.) y el Telescopio de 3,5 m en el Observatorio CFHT (Hawái). Estas imágenes fueron obtenidas de los archivos públicos de estos observatorios y pacientemente complementadas con nuestras propias observaciones con estos mismos instrumentos, para finalmente cubrir aproximadamente 20 años de observación. Esta tesis me dio la oportunidad de participar personal-

Figura 2. Izquierda: Esquema de la constelación del Escorpión, con sus estrellas más características. La Luna está a escala. El marco negro indica la zona cubierta por este estudio y ampliada en la imagen de la derecha. Derecha: Imagen de la región de Upper Scorpion y Ophiuchus cubierta por este estudio. Los círculos rojos indican la posición de los cien planetas descubiertos. Crédito: ESO/N. Risinger (skysurvey.org)

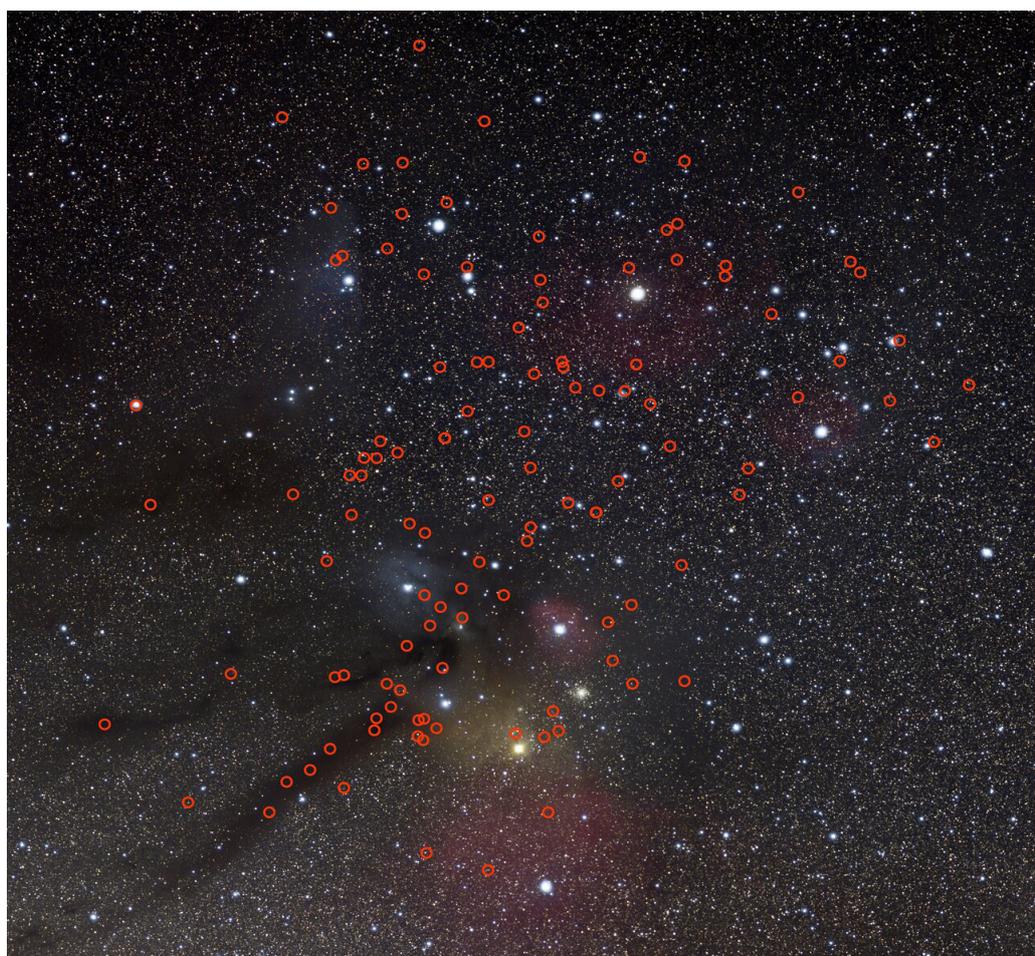
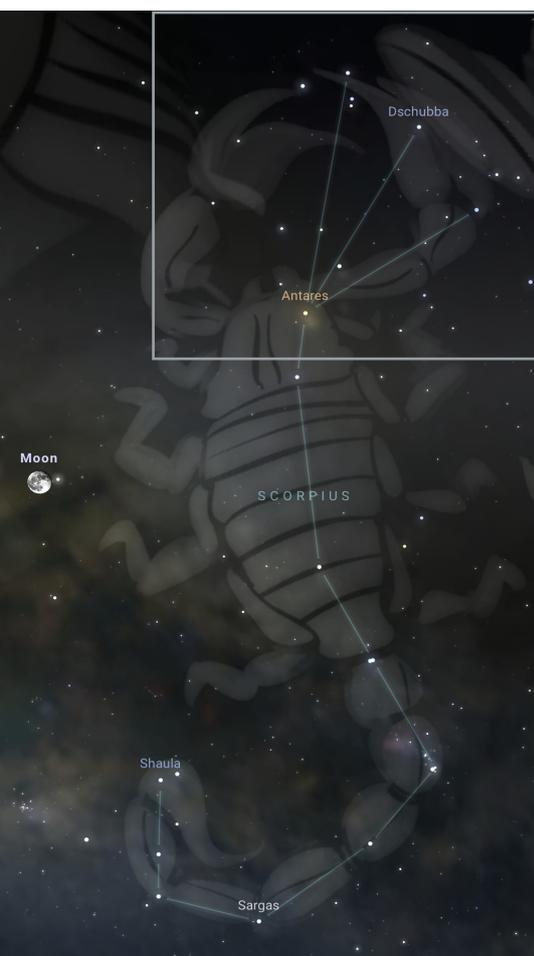




Figura 3. Izquierda: Foto mía bajo el cielo de Chile, junto al Telescopio Blanco. Derecha: Yo junto al instrumento OSIRIS en el Gran Telescopio de Canarias.

mente en algunas de estas observaciones en telescopios que sin duda fue una de las mejores experiencias como astrónoma. La figura 3 muestra dos fotos mías tomadas durante las noches de observación.

BUSCANDO AGUJAS EN UN PAJAR

Una vez pudimos detectar objetos lo suficientemente débiles como los planetas que estamos buscando, el siguiente desafío es identificarlos. Este reto es similar al refrán de encontrar "agujas en un pajar" en el sentido de que, solo hay cien planetas errantes entre decenas de millones de estrellas y galaxias! Para identificar los planetas aprovechamos que forman parte de una región de formación estelar y por tanto se mueven juntos a la misma velocidad y en la misma dirección en el espacio interestelar. Las estrellas que se encuentran delante o detrás de ellos y que no pertenecen a la región se mueven de manera distinta, y las galaxias, que están mucho más lejos, tienen movimientos prácticamente imperceptibles desde la Tierra. En este trabajo combinamos imágenes obtenidas

durante los últimos 20 años para ver cómo los objetos cambiaban de posición a lo largo del tiempo en la esfera celeste y así medir sus movimientos propios.

Al combinar información sobre el movimiento, el brillo y el color de cada objeto en nuestras imágenes, pudimos identificar alrededor de 3500 objetos jóvenes que se mueven juntos por el espacio, de los cuales entre 70 y 170 serían planetas vagabundos con masas entre 4 y 13 veces la masa de Júpiter. La Figura 4 es una imagen de la región estudiada y el objeto central, un diminuto punto rojo, corresponde a uno de los planetas que encontramos.

Los planetas jóvenes cambian de brillo muy rápidamente (se desvanecen) a medida que se enfrían y por esta razón es difícil distinguir entre objetos muy jóvenes y muy ligeros (masas planetarias) u objetos menos jóvenes pero algo más masivos (enanas marrones). De ahí la incertidumbre sobre el número total de planetas encontrados en nuestro estudio.

Figura 4. Esta imagen muestra una pequeña zona del cielo hacia Upper Scorpion y Ophiucus. Se centra en la posición de uno de los planetas recién descubiertos, que es el pequeño objeto rojo central. Crédito: ESO/Miret-Roig et al.



«Una fracción significativa de los planetas errantes que descubrimos deben haberse formado directamente, de forma aislada como una estrella, mientras que otros se formaron en un sistema planetario y luego lo abandonaron.»

Si uno hace la suposición (razonable, aunque no probada) de que la fracción de planetas que hemos encontrado en esta asociación es similar en otras partes de nuestra galaxia, esto indicaría que podría haber unos pocos miles de millones de planetas vagabundos en la Vía Láctea. Este resultado se refiere a los planetas gigantes, más grandes que Júpiter, que son los que pudimos detectar en nuestro estudio. Los planetas más pequeños, como Neptuno o incluso como la Tierra, tienen luminosidades mucho más tenues e indetectables a la distancia de la región de Upper Scorpion y Ophiuchus (a pesar de ser una de las más cercanas). Sin embargo, los planetas más ligeros son más comunes y mucho más fáciles de expulsar de los sistemas planetarios que los planetas más grandes, por lo que es probable que haya aún más por descubrir.

¿CÓMO SE FORMARON LOS PLANETAS ERRANTES?

Este estudio es la primera gran muestra de planetas vagabundos con el mismo origen: se formaron en la misma región de formación. Esta muestra es perfecta para estudiar el origen de estos exóticos objetos. Actualmente hay varios mecanismos propuestos para explicar la formación de planetas vagabundos. Algunas teorías sugieren que se formaron como pequeñas estrellas (debido a la contracción de las nubes de gas y polvo) y, por lo tanto, vagaron desde el principio. Otros sugieren que los planetas se formaron en sistemas planetarios, alrededor de una estrella, y luego fueron expulsados debido a interacciones gravitatorias con otros planetas del sistema con la estrella principal o estrellas compañeras (sistemas binarios) o fueron arrancados por una estrella que habría pasado muy cerca. Se sabe que estas y otras teorías producen planetas errantes, pero no está claro cuáles dominan la formación de estos objetos y qué contribución hace cada uno de estos mecanismos a la población total. Al comparar la fracción de planetas errantes que encontramos con las predicciones de diferentes modelos de formación de estrellas y planetas, descubrimos que ambos mecanismos son necesarios para explicar la gran población de planetas que encontramos. En otras palabras, una fracción significativa de los planetas errantes que descubrimos deben haberse formado directamente, de forma aislada como una estrella, mientras que otros se formaron en un sistema planetario y luego lo abandonaron.

LOS PLANETAS NOS AYUDAN A ENTENDER LA FORMACIÓN DE ESTRELLAS Y SISTEMAS PLANETARIOS

Está claro que la identificación y caracterización de los planetas errantes es un tema apasionante en sí mismo. Pero además, estos objetos también nos ayudan a comprender la formación estelar y planetaria en su conjunto. Dado que son muy ligeros (mucho más ligeros que las estrellas), son muy sensibles a las condiciones iniciales de la nube que los formó. Los planetas son particularmente sensibles a las interacciones gravitatorias con otros objetos más masivos o con el propio gas del que se forman las estrellas. Estudios como este, en otros entornos donde las condiciones son muy diferentes, serán cruciales para comprender mejor los diferentes procesos físicos que tienen lugar durante la formación de estrellas y planetas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se presentó en el artículo "A rich population of free-floating planets in the Upper Scorpius young stellar association" publicado en *Nature Astronomy* (DOI: 10.1038/s41550-021-01513-x). Forma parte del proyecto COSMIC-DANCE liderado por Hervé Bouy y principal resultado de Núria Miret Roig para su doctorado.

El equipo está compuesto por Núria Miret-Roig (Laboratorio de Astrofísica de Burdeos, Univ. Bordeaux, CNRS, Francia [LAB]); Univ. de Viena,

Departamento de Astrofísica, Austria), Hervé Bouy (LAB), Sean N Raymond (LAB), Motohide Tamura (Departamento de Astronomía, Escuela de Graduados en Ciencias, Universidad de Tokio, Japón; Centro de Astrobiología, Institutos Nacionales de Ciencias Naturales, Tokio, Japón [ABC-NINS]), Emmanuel Bertin (CNRS, UMR 7095, Instituto de Astrofísica de París, Francia [IAP], Universidad de la Sorbona, IAP, Francia) David Barrado (Centro de Astrobiología [CSIC-INTA], Dpto. de Astrofísica, Campus ESAC, España), Javier Olivares (LAB), Phillip Galli (LAB), Jean-Charles Cuillandre (AIM, CEA, CNRS, Universidad Paris-Saclay, Universidad de París, Francia), Luis Manuel Sarro (Dpto. Inteligencia Artificial, UNED, España) Angel Berihuete (Dpto. Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, España) & Nuria Huélamo (CSIC-INTA).

MATERIAL COMPLEMENTARIO

- Artículo original ([Nature Astronomy](#)):
- [Video](#), [poema](#) y [cancion](#) dedicados al artículo
- Artículo divulgativo en el [blog de Nature Astronomy](#)
- [Nota prensa ESO](#)
- [Nota prensa NOIRLab](#)
- [Nota prensa ING](#)
- [Nota prensa CFHT](#)
- [Nota prensa NAOJ](#)
- [Nota prensa Subaru](#)



La autora (izquierda) junto con Maxime Paillassa (centro), desarrollador de algoritmos de procesamiento de imágenes usados en este estudio, y Hervé Bouy (derecha), director de tesis de ambos, y director del proyecto ERC COSMIC-DANCe.