

**PÁLIDO PUNTO ROJO**

## La búsqueda de un planeta en Próxima Centauri

A UNA DISTANCIA DE TAN SOLO 4,2 AÑOS LUZ, PRÓXIMA CENTAURI ES LA ESTRELLA MÁS CERCANA AL SOL. OBSERVACIONES PREVIAS HABÍAN MOSTRADO SEÑALES ESPERANZADORAS PERO DÉBILES DE LA EXISTENCIA DE UN PEQUEÑO OBJETO EN TORNO A ESTA ENANA ROJA. LA CAMPAÑA DE OBSERVACIÓN PÁLIDO PUNTO ROJO (PALE RED DOT) SE DISEÑÓ PARA DETECTAR PEQUEÑAS VARIACIONES EN EL MOVIMIENTO ORBITAL DE LA ESTRELLA QUE REVELARÍAN LA PRESENCIA DE UN PLANETA SIMILAR A LA TIERRA A SU ALREDEDOR. LA CAMPAÑA SE DESARROLLÓ DESDE ENERO HASTA ABRIL Y LLEVÓ ASOCIADO UN ESFUERZO POR COMUNICAR EN DIRECTO SU DESARROLLO, A TRAVÉS DE UNA WEB CON ACTUALIZACIONES SOBRE LAS OBSERVACIONES Y REPORTAJES DE DIVULGACIÓN. ESTE ARTÍCULO FORMA PARTE DEL PROYECTO

# El método Doppler y la estrella Próxima Centauri

## ¿EN QUÉ CONSISTE EL MÉTODO DOPPLER QUE EMPLEAMOS PARA BUSCAR UN PLANETA EN TORNO A PRÓXIMA?

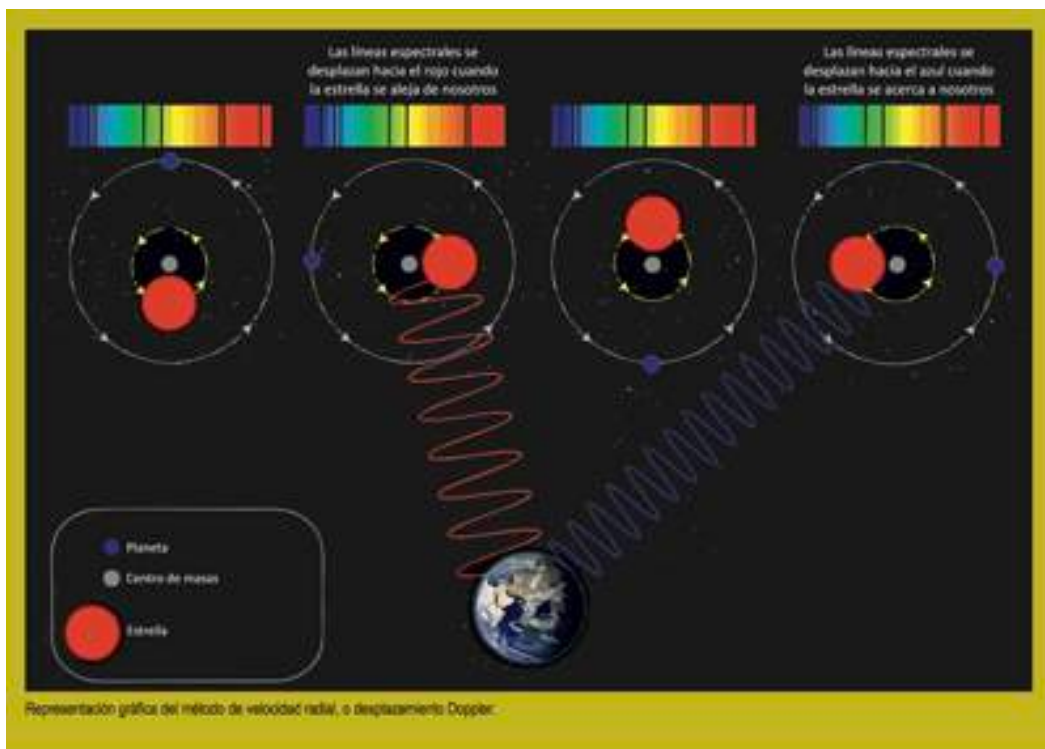
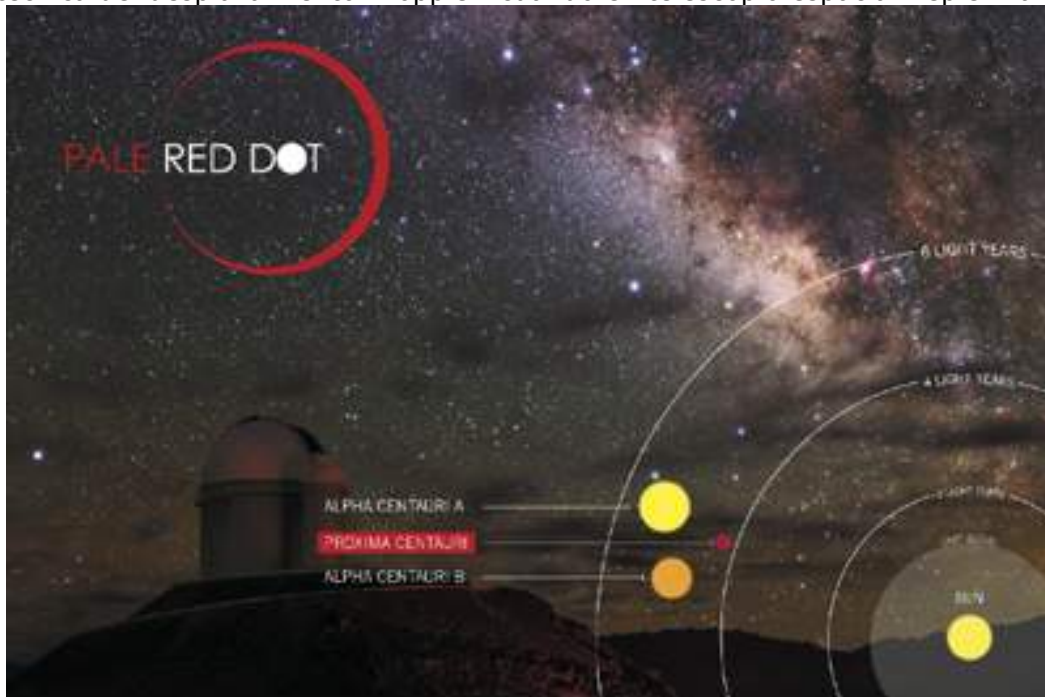
Por Hugh R. A. Jones  
(Centre for Astrophysical Research, U. Hertfordshire)  
Traducción: Rubén Herrero-Illana  
(IAA-CSIC)

**PRÓXIMA CENTAURI ES LA ESTRELLA MÁS CERCANA AL SOL, DE AHÍ SU NOMBRE.** Sin embargo, gravitacionalmente hablando, pertenece a un sistema triple en el que Próxima gira alrededor de un sistema binario a una distancia diez mil veces mayor que la distancia entre el Sol y la Tierra. Los miembros de la binaria interior se denominan Alpha Centauri A y B, que se parecen bastante a nuestro Sol. Giran una alrededor de la otra a una distancia veinte veces mayor que la distancia Sol-Tierra.

Las componentes de un sistema estelar múltiple se nombran añadiendo una letra mayúscula al nombre de la estrella. Alpha Centauri A es la componente más brillante, Alpha Centauri B es una estrella con una luminosidad ligeramente menor, y Alpha Centauri C, mucho más débil, es la que conocemos como Próxima Centauri. Alpha Centauri A y B se hallan muy juntas, y constituyen el segundo objeto nocturno más brillante en el hemisferio sur - después de Canopus, una estrella más caliente y distante-. Próxima Centauri no fue descubierta hasta 1915, en parte porque su luminosidad es solo un 0,1% la del Sol. A pesar de tenerla al lado (astronómicamente hablando), no fue fácil detectarla por su cercanía a sus vecinas más brillantes. Naturalmente, la gente ha especulado desde hace mucho sobre la posibilidad de que exista vida en los lugares más próximos a nosotros fuera del Sistema Solar. En 2012, un estudio de velocidad radial -o desplazamiento Doppler- en Alpha Centauri B reveló la señal de un planeta con la masa de la Tierra siguiendo una órbita de tres días. Sin embargo, varios estudios posteriores han

analizado los mismos datos y no han confirmado esa señal. El descubrimiento de 2012 depende de un modelo que tiene en cuenta la actividad de Alpha Centauri B, del mismo modo que para detectar la Tierra alrededor del Sol habría que tener en cuenta los efectos de la rotación del Sol, su actividad, y los ciclos de las manchas solares. Varios científicos han intentado caracterizar los ciclos de actividad estelar, pero por ahora no ha sido posible confirmar la existencia de un planeta como la Tierra alrededor de Alpha Centauri B.

Uno podría preguntarse por qué tanto ese estudio de 2012 como nosotros usamos la técnica del desplazamiento Doppler cuando el telescopio espacial Kepler ha en-



trado tantos planetas. Es importante tener en cuenta que las detecciones de Kepler necesitan que el planeta bloquee la luz de las estrellas, de modo que, a pesar de que los estudios de tránsitos han sido extremadamente fructíferos, solo pueden detectar objetos alrededor de una pequeña fracción de estrellas cuya disposición produzca tránsitos. Sin embargo, las señales de desplazamiento Doppler o velocidad radial pueden, en principio, ser detectadas en cualquier estrella que tenga planetas a no ser que el plano de su órbita esté de cara a nosotros. Y Próxima Centauri es una buena candidata para buscar planetas ya que su masa y su radio son solo un 10% de los de Alpha Centauri B. La pequeña masa de Próxima Centauri implica que si ambas tuvieran un planeta de la misma masa, el de esta última sería proporcionalmente más sencillo de detectar. Pero, por supuesto, esto dependerá de los detalles. En nuestra búsqueda medimos el desplazamiento Doppler provocado por el planeta sobre su estrella anfitriona a través de su mutuo tirón gravitatorio. En el caso de Alpha Centauri B, la señal era de cincuenta y un centímetros por segundo (1,8 km/h), o aproximadamente la velocidad de un bebé gateando, y con una masa similar a la terrestre. Sin embargo, si encontramos una señal como esa alrededor de Próxima Centauri, mucho menos masiva, implicaría un planeta aún más ligero.

Anteriores trabajos en Próxima nos dan la restricción de que cualquier señal a su alrededor no corresponderá a un planeta de más de diez masas terrestres. La masa de Próxima Centauri —la décima parte de la del Sol— implica que la proporción entre las masas de Próxima y cualquier planeta en su órbita será de más de tres mil. Para poner esto en contexto, piensa en la fuerza que ejerce sobre ti un objeto cuando lo atas a una cuerda y lo haces girar a tu alrededor. Una proporción de tres mil equivaldría a algo así como una pelota de golf, de unos cuarenta y cinco gramos, girando alrededor de un luchador de sumo, de unos ciento cincuenta kilos.

Cuando observamos el desplazamiento Doppler de las estrellas en busca de planetas ocultos, lo que en realidad hacemos es intentar detectar pequeños cambios en la luz, debidos a que las ondas de luz que nos llegan se comprimen y se estiran debido al movimiento que el planeta produce sobre la estrella (un efecto similar al que se produce al escuchar una ambulancia: si se acerca a nosotros se escucha en tono agudo, y grave cuando se aleja).

Tenemos la suerte de que la tecnología moderna, junto con un procesado inteligente de datos desarrollado por sucesivas generaciones de astrónomos e ingenieros, nos permiten obtener medidas precisas de la frecuencia o longitud de onda durante periodos de tiempo largos. Si tenemos acceso a un telescopio y a una cámara digital sensible, podemos recolectar tanta luz de las estrellas como para poder dispersarla, de modo que en lugar de observar un gran rango de longitudes de onda —que percibimos como luz blanca—, podemos medir sutiles cambios en la luz en función de su longitud de onda.

### Anteriores trabajos en Próxima nos dan la restricción de que cualquier señal a su alrededor no corresponderá a un planeta de más de diez masas solares

Esto es equivalente a hacer pasar la luz de la estrella a través de un potente prisma que nos permite separar la luz blanca en todos los colores del arco iris. En la práctica, esto se consigue haciendo incidir la luz sobre una red *echelle*. Se trata de una placa de cristal (como el portaobjetos de un microscopio) con cientos de líneas grabadas en cada milímetro. De esta forma la luz se dispersa mucho mejor que en un prisma, dándonos la suficiente resolución para observar especies atómicas y moleculares en las que se producen transiciones particulares a energías concretas. Dado que Próxima Centauri está relativamente cerca y a que el espacio está

muy vacío, cuando obtenemos un espectro de la estrella las líneas atómicas y moleculares que vemos tienen las intensidades que esperamos para la temperatura de Próxima Centauri; y las líneas se mueven siguiendo el movimiento relativo de la estrella con la Tierra, por lo que estamos seguros de que nuestro instrumento está observando la atmósfera de Próxima Centauri.

Otro ingrediente clave de los muchos que se necesitan para detectar con precisión los desplazamientos Doppler es una fuente de referencia estable para el espectrógrafo. En el caso de nuestro experimento el instrumento HARPS (*High Accuracy Radial velocity Planet Searcher*) usa una lámpara de torio-argón como fuente de referencia. En una bombilla normal, un filamento de tungsteno se calienta hasta emitir luz cuando se le aplica un voltaje. En una lámpara de referencia los voltajes que se aplican son mayores, de modo que los electrones de los átomos se ionizan. Los elementos que se eligen son aquellos con un gran número de estados de energía distintos. Cuando los electrones se excitan, se mueven entre todos los niveles posibles de energía, emitiendo fotones que se detectan como un bosque de líneas de emisión a lo largo de un amplio rango de longitudes de onda.

La mejor combinación que se ha encontrado hasta ahora es la del elemento pesado torio y el gas inerte argón. Cada vez que tomamos un espectro de Próxima Centauri lo comparamos con el espectro de referencia de la lámpara de torio-argón para determinar cuánto se han movido las líneas del espectro de Próxima Centauri. La temperatura y la presión de la lámpara de torio-argón se controlan constantemente para asegurar que se mantienen constantes. La idea es que no haya ningún cambio en el procedimiento experimental entre una medida y la siguiente. Esto significa que podemos usar los datos ya registrados para deducir el movimiento de Próxima Centauri y por tanto cualquier desplazamiento Doppler debido a planetas que orbiten a su alrededor.

**Hugh R. A. Jones**  
(Centre for Astrophysical Research, U. Hertfordshire)  
Este artículo aparece en el número 49, junio 2016,  
de la revista *Información y Actualidad Astronómica*,  
del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)