


En busca de otros mundos

Luis Felipe Rodríguez



LOS SERES HUMANOS SIEMPRE NOS
HEMOS PREGUNTADO SI ESTAMOS
SOLOS EN EL UNIVERSO. HASTA
DONDE SABEMOS, LOS LUGARES
DONDE PODRÍAN EXISTIR SERES
EXTRATERRESTRES SON PLANETAS
FUERA DE NUESTRO SISTEMA SOLAR.
LA BÚSQUEDA DE ESOS PLANETAS
COMENZÓ HACE TIEMPO Y YA EMPEZÓ
A DAR FRUTOS.

NO HACE FALTA ser astrónomo para maravillarse ante el espectáculo de una noche estrellada. Cada una de esas estrellas es un Sol como el nuestro, sólo que ubicado a enormes distancias. ¿Tendrán algunas de esas estrellas planetas a su alrededor, como en el caso de nuestro Sol? Sabemos que la vida, al menos como la conocemos, requiere de la existencia de planetas alrededor de una estrella. La estrella da luz y calor, y el planeta puede proporcionar una superficie sólida, así como mares donde se desarrolle la vida. Esta asociación es indispensable, ya que las estrellas son demasiado calientes para que en ellas aparezca la vida y un planeta que viajara libre por el espacio sería demasiado frío.

Las exploraciones e investigaciones de nuestro Sistema Solar indican que de los nueve planetas sólo la Tierra tiene formas de vida en este momento. ¿Estaremos solos en el Universo? Para contestar esta pregunta, tenemos primero que investigar si alguna de esas estrellas que vemos en el cielo nocturno está acompañada de planetas. Lo primero que se nos ocurre es usar los telescopios más poderosos para fotografiarlas, esperando ver junto al punto de luz de la estrella, otro punto de luz mucho más débil que sería el planeta. Pero en la práctica, este método no es aplicable: las estrellas son muchísimo más brillantes que los planetas y nuestro intento sería como tratar de distinguir la luz que refleja una mota de polvo junto a un enorme reflector.

Tampoco podemos visitar estas estrellas para saber si tienen o no planetas. Usando las naves espaciales más veloces con las que contamos, tardaríamos dece-



Ilustración: Darío Arroyo



Figura 1. Este dibujo artístico nos permite imaginar cómo se vería de cerca la estrella *51 Pegaso* con su gran planeta joviano alrededor.

nas de miles de años en llegar a la estrella más cercana. La técnica que ha sido fructífera para detectar planetas en otras estrellas es una técnica indirecta.

En la escuela nos enseñan que los planetas giran alrededor del Sol. Esto es cierto sólo a primera aproximación. Más en detalle, tanto los planetas como el mismo Sol giran alrededor de un punto que se llama el centro de masas del Sistema Solar. Este punto queda ligeramente fuera del Sol, de modo que mientras los planetas describen largas órbitas alrededor del centro de masas, el mismo Sol describe también una órbita, aunque ésta es comparativamente pequeña; más bien podemos referirnos a ella como un bamboleo o cabeceo. Es este bamboleo de la estrella el que podemos tratar de detectar para saber si está o no acompañada de un planeta. En otras palabras, como no podemos detectar directamente al planeta, lo que podemos es estudiar los efectos que produce el planeta en la estrella a la que pertenece. Estos efectos son muy sutiles, pero se pueden detectar utilizando el Efecto Doppler, que hace que podamos decir si un objeto se acerca o se aleja estudiando como cambia la longitud de onda de la luz que captamos de él. El Efecto Doppler se mide combinando un telescopio (que capta y enfoca la luz), con un instrumento llamado espectrómetro, que si bien es muy sofisticado, realiza la misma función que un simple prisma: descomponer a la luz en los colores que la integran.

Los planetas “incómodos”

Hace menos de una década, en 1992, se reportó que un pulsar con el nombre de *PSR 1257+12*, mostraba movimientos de

bamboleo que implicaban que a su alrededor había dos planetas con masas de alrededor de tres veces la masa de la Tierra. Desde entonces, se han reportado otros dos pulsares que tendrían planetas en órbita. Sin embargo, estos descubrimientos no han tenido el impacto que merecen porque nadie entiende qué hacen ahí esos planetas. Los pulsares son astros muertos, formados de neutrones y con densidades altísimas (también se les conoce como estrellas de neutrones). Se forman como resultado de una explosión de gran violencia, llamada explosión de supernova, con la que acaba la vida de las estrellas muy pesadas (con masas de 30 o más veces la masa de nuestro Sol). El problema es que con esta explosión, la estrella expulsaría la mayor parte de su masa al espacio y los posibles planetas, si los hubiera, saldrían disparados también al espacio puesto que la fuerza de atracción gravitacional del pulsar sería más pequeña que la de la estrella original.

A pesar de la indiferencia con que se han tratado estos resultados, hay pocas dudas de que tales pulsares tengan en órbita cuerpos con masas parecidas a la de la Tierra. La existencia de esos cuerpos carece aún de una explicación adecuada, no obstante los esfuerzos de destacados astrofísicos teóricos.

Como veremos a continuación, a los pocos años del descubrimiento de planetas alrededor de pulsares, se empezaron a detectar planetas alrededor de estrellas normales, incluso varias de ellas muy parecidas al Sol. De nuevo, el método que se utilizó fue buscar los pequeños movimientos que produciría el planeta en la estrella. A su vez, estos planetas mostraron características un tanto sorprendidas.

Planetas en su sitio

En 1995, dos astrónomos suizos anunciaron que habían descubierto un planeta pesado o de tipo joviano (con una masa como la de Júpiter, equivalente a 300 veces la masa de la Tierra) alrededor de la estrella conocida como *51 Pegaso*. Ésta es una estrella normal, no un pulsar, por lo que los astrónomos se sintieron complacidos del descubrimiento. A este hallazgo siguió el descubrimiento de planetas pesados alrededor de otras diez estrellas. El estudio detallado de los movimientos de la estrella *Upsilon Andrómeda*, por ejemplo, revela que tiene no uno, sino tres planetas pesados a su alrededor; es decir, lo que podríamos llamar un sistema planetario.

Lo que parece desconcertante en este tipo de estudios es que todos los planetas hasta ahora descubiertos sean de tipo joviano (figura 1). ¿Es que

no existen planetas como la Tierra alrededor de estrellas normales? Esta aparente paradoja tiene inmediata solución cuando nos damos cuenta de que, mientras más pesado sea el planeta, mayor será el efecto gravitacional que produce en su estrella. En otras palabras, se están detectando los casos “sencillos” en los cuales el planeta es muy pesado. Conforme se refinan las técnicas de detección, ningún astrónomo duda que se empezarán a detectar planetas con masas similares a la de la Tierra.

El origen de los planetas

En el espacio existen grandes estructuras, algunas con masas de millones de veces la masa del Sol, denominadas nubes moleculares. Las estrellas se forman (nacen) de la contracción gravitacional de un fragmento de nube molecular. En condiciones normales, las nubes moleculares están inmóviles: la gravedad trata de comprimirlas en tanto que la presión de las nubes, trata de expandirlas. Sin embargo, en algunas partes de la nube estas fuerzas pueden quedar ligeramente desbalanceadas: la gravedad resulta triunfante y produce una lenta contracción.

Debido a que las nubes moleculares tienen un movimiento de giro o rotación, el proceso de contracción no da como resultado sólo una esfera, sino que se forma un núcleo: es la protoestrella, que evoluciona hasta transformarse en un nuevo Sol rodeado de un disco en rotación. Y aquí está la clave del origen de los planetas; éstos se forman del disco, denominado disco protoplanetario, mediante una especie de proceso de coagulación del material que hay en él.

El proceso de transformación del disco en planetas tarda alrededor de un millón de años, un abrir y cerrar de ojos astronómicamente hablando, pero demasiado tiempo para que podamos ver durante nuestra vida la formación de estos nuevos planetas. Pero podemos hacer algo igualmente interesante: comprobar si las estrellas jóvenes están rodeadas de los discos que predice la teoría (figura 2). Se considera que una estrella es joven si tiene menos de 10 millones de años de formada, nuestro Sol es una estrella “madura”, con una edad de 4500 millones de años a la que le queda de vida otro tanto.

Utilizando los nuevos telescopios y radiotelescopios con que cuenta la astronomía, ha sido posible determinar que las estrellas jóvenes están característicamente rodeadas de estos discos. El Telescopio Espacial Hubble ha proporcionado varios ejemplos de ellos (figura 3). Con un instrumento conocido como Gran Conjunto de Radiotelescopios, un grupo de investigadores del Instituto de Astronomía de la UNAM descubrió el primer caso de un sistema doble de estrellas jóvenes rodeadas de discos protoplanetarios. Un sistema doble, o binario, como se le conoce técnicamente, es aquél formado por dos estrellas, donde cada una gira alrededor de su compañera (figura 4). Los sistemas binarios son muy comunes en el Universo; de hecho, la mayoría de las estrellas se encuentran en este tipo de sistemas. Se estima que una de cada cinco estrellas es solitaria (como el Sol) y las cuatro restantes están en sistemas binarios o múltiples (tres estrellas o más).

El hallazgo de los astrónomos mexicanos es muy importante porque existía la duda de si en los sistemas binarios las interacciones gravitacionales entre las dos estrellas podrían inhibir la formación de discos. El nuevo resultado indica que la formación de discos se da en una variedad de condiciones, aun en las que podrían parecer no propicias. Se ha determinado la cantidad de materia que hay en estos discos protoplanetarios y es suficiente para formar un sistema planetario como el que acompaña al Sol.

Los cabos comienzan a atarse

Además de los discos protoplanetarios, se ha descubierto en algunas estrellas un anillo de polvo cósmico que se cree puede ser la parte externa, el remanente, de lo que alguna vez fue un disco protoplanetario; el primer caso que se descubrió fue el de la estrella *Beta Pictoris*. El hecho de que estas estrellas muestren un solo anillo se interpreta como indicativo de que éste es la parte exterior del disco protoplanetario original, cuya parte interior ya se condensó en planetas que no son detectables directamente en las fotografías. Particularmente importante ha sido la detección de un anillo alrededor de la estrella conocida como *55 Cáncer* (figura 5). La razón es que esta estrella, además



Figura 2. Este dibujo nos permite imaginar cómo sería un disco protoplanetario antes de que empiece a condensarse en planetas. Al centro del disco está el objeto que se transformará en un nuevo Sol.



Figura 3. El disco asociado con el Sistema HH30. En verde se muestran también los llamados chorros, que son eyectados al medio circundante.

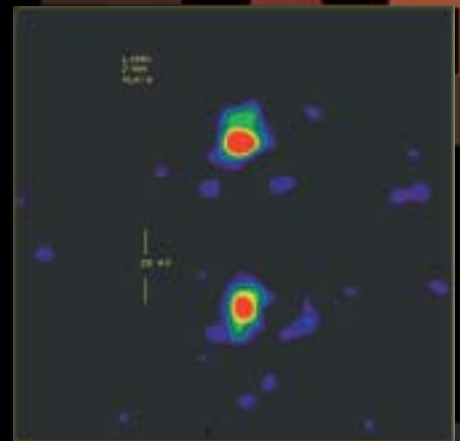


Figura 4. El sistema de discos gemelos en la región L1551.

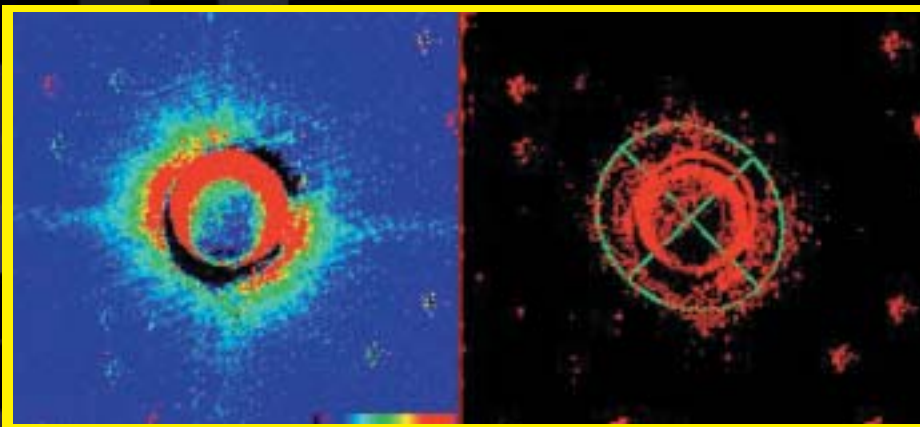
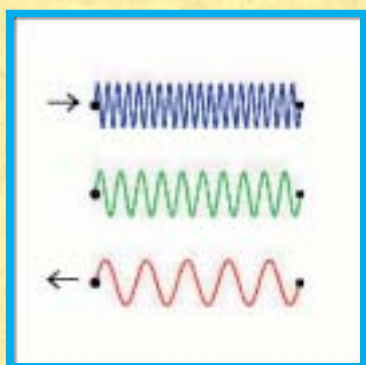


Figura 5. Imágenes del anillo de polvo alrededor de la estrella 55 *Cancer*, observado en ondas infrarrojas.



El efecto Doppler explica por qué una fuente (el círculo) que se mueve produce ondas que, percibidas por el observador (el cuadrado pequeño), parecen cambiar su longitud de onda.

El Efecto Doppler

A pesar de que suena muy alejado de nosotros, el Efecto Doppler se manifiesta de muchas maneras, incluso en la vida cotidiana. Descrito matemáticamente por el físico austriaco Christian Doppler (1803-1853), este efecto es responsable de que una onda o fenómeno ondulatorio, por ejemplo el sonido o la luz, sean percibidos en forma distinta dependiendo de si la fuente que emite la onda está quieta o se mueve respecto al observador. Un ejemplo muy común es el de la sirena de una ambulancia. Cuando la ambulancia se está acercando, el sonido de su sirena nos parece agudo, pero al pasar cerca de nosotros y comenzar a alejarse, el tono cambia y se hace más grave. Si se conoce el tono de la sirena cuando está en reposo, es posible (mediante mediciones de este tono cuando la ambulancia está en movimiento) determinar a qué velocidad se mueve la ambulancia. El tono que percibimos está relacionado con la longitud de la onda; si la longitud es corta, el sonido es agudo, si es larga, el sonido es grave.

En la astronomía el Efecto Doppler es de enorme importancia porque nos permite decir a qué velocidad se mueve una fuente cósmica respecto a nosotros. Sólo que en este caso empleamos la luz que la fuente nos envía, en lugar del sonido de la sirena de la ambulancia.

de tener un anillo de polvo a su alrededor, es una de las estrellas en las que se ha detectado, mediante el Efecto Doppler, que está acompañada de un planeta de tipo joviano. Así, los cabos empiezan a atarse. En 55 *Cáncer* vemos evidencia de que tuvo un disco protoplanetario, por la presencia del anillo que se muestra en la figura 5, y también evidencia de que ha formado planetas.

La astronomía mexicana

La astronomía mexicana cuenta con un lugar destacado en el plano internacional, sobre todo cuando consideramos el escaso número de practicantes (en la actualidad hay unos 100 astrónomos profesionales en México, mientras que los Estados Unidos cuentan con 5 000) y los modestos recursos que se invierten en la ciencia en nuestro país.

La mayoría de los astrónomos mexicanos se concentra en el Instituto de Astronomía de la UNAM con sus sedes en Morelia, Ensenada, y el Distrito Federal, y en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica ubicado en Tonantzintla, Puebla.

Una de las áreas de estudio más importantes ha sido la que se refiere a la formación de las estrellas. A ella han hecho contribuciones fundamentales investigadores como Guillermo Haro, Arcadio Poveda, Eugenio Mendoza, Jorge Cantó, y Susana Lizano. La sede del Instituto de Astronomía de la UNAM en Morelia, Michoacán, está enfocada al estudio de este campo con métodos tanto teóricos como observacionales.

El futuro

Conforme se perfeccionan los métodos de observación, llegará el momento en que se puedan detectar los minúsculos efectos que produce un planeta como la Tierra en una estrella. Esto debe ocurrir en la siguiente década. Al mismo tiempo, se construirá en Chile un gran interferómetro de onda milimétrica, instrumento que permitirá estudiar los discos protoplanetarios con exquisito detalle y decir en cuáles se están formando planetas.

Pero, dirá el lector, ¿y la vida extraterrestre? La ciencia avanza con mucha cautela, pero avanza, y ya que se establezca cuáles estrellas tienen planetas de tipo terrestre, se podrán realizar investigaciones que busquen determinar si estos planetas tienen, por ejemplo, una atmósfera adecuada para la vida. Así, paso a paso, el método científico nos permite ahondar en la pregunta con la que iniciamos este artículo: ¿estamos solos? Aún no sabemos la respuesta, pero con los descubrimientos aquí descritos, el Universo parece mucho más hospitalario para la vida. 🗨️

Luis Felipe Rodríguez es uno de los astrónomos mexicanos con mayor reconocimiento internacional. Investiga el nacimiento y formación de estrellas y planetas utilizando las técnicas de la radi astronomía. Es Jefe de la Unidad Morelia del Instituto de Astronomía de la UNAM.