

Este artículo apareció publicado en el Anuario Astronómico del Observatorio de Madrid para el año 1998. Su apariencia puede haber cambiado al ser reprocesado con pdfatex y nuevos ficheros de estilo.

EL DESCUBRIMIENTO DE PLANETAS ALREDEDOR DE OTROS SOLES

Francisco Colomer Sanmartín

Observatorio Astronómico Nacional
Apartado 1143. E-28800 Alcalá de Henares

Introducción

Desde la antigüedad, el hombre se ha planteado enigmas sobre sí mismo y sobre la naturaleza que le rodea, su origen y evolución. Uno de los más persistentes es la búsqueda de otras formas de vida fuera de la Tierra, búsqueda que todavía no ha dado frutos a pesar de los recientes indicios. Y es que probablemente los otros “habitantes” del universo que buscamos se asientan en un planeta y, aunque pueda resultar sorprendente, hasta 1992 tan solo conocíamos los de nuestro sistema solar.

Aunque la existencia de planetas orbitando otros soles (“extrasolares”) pueda parecernos hoy algo obvio, no siempre ha sido así. En el siglo IV antes de Cristo, el filósofo griego Aristóteles creía en un universo compuesto por cinco elementos: la región celeste (más allá de la luna) estaba formada de éter, único compuesto que se presentaba de manera pura e inmutable. Bajo la región lunar, la tierra, agua, aire y fuego ocupaban sus posiciones “naturales”. Consecuentemente, la tierra estaba en el centro por ser el elemento más denso, siendo especial y única en esta visión geocéntrica del mundo. A estas ideas se contrapusieron las de Leucipo (quien planteó por primera vez la idea de la nebulosa solar como origen de los planetas), Demócrito (quien consideró que todo el universo estaba formado del mismo tipo de materia, los “átomos”), y Epicuro. Este último ya enunció:

Hay infinitos mundos, tanto parecidos como distintos a este mundo nuestro.

Lamentablemente en este caso, la influencia de Aristóteles como tutor de Alejandro Magno fue crucial para que durante más de 1500 años no existiese curiosidad entre los sabios por estos temas.

La visión aristotélica del universo comenzó a desmoronarse cuando Nicolás Copérnico publicó su obra *De Revolutionibus* (1543), en la que planteaba que la Tierra no es sino uno más de los planetas que orbitan al Sol. Este nuevo paradigma incidió profundamente en el pensamiento de la

época, pues el hombre renacentista era básicamente aristotélico. Ello causó más de un conflicto entre la Iglesia y algunos científicos como Galileo Galilei, obligado a retractarse de su propuesta de que la Tierra estaba en movimiento. Otros, como Giordano Bruno, perdieron la vida en defensa de estas ideas: murió en la hoguera en 1600, aunque no fuera el motivo principal, por la publicación en 1584 de su obra sobre la existencia de una infinidad de mundos y su habitabilidad.

En la actualidad, se postula que las leyes de la física son las mismas en todo el universo. También se cree en muchos círculos científicos que la vida es un fenómeno basado en procesos químicos que se producen en la naturaleza por doquier (véase el artículo sobre el origen de la vida en el Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid de 1997, por el Dr. Jesús Martín Pintado). Los esfuerzos de las últimas décadas en la búsqueda de otros mundos (y la oportunidad de encontrar vida extraterrestre) han empezado a dar sus frutos.

Los primeros pasos

Al descubrimiento de planetas extrasolares se ha llegado en varias etapas. En 1983 el satélite IRAS, dotado de un telescopio, descubrió un exceso de radiación infrarroja en varias estrellas que pronto se reconoció como debida a la existencia de un disco de polvo alrededor de las mismas. El caso más estudiado es el de β Pictoris, una estrella joven situada a 62 años-luz del sol, rodeada por un espeso disco de polvo descubierto por Bradford Smith y Richard Terrile (EEUU) (ver Fig. 1), que parece confirmar la teoría estándar de formación de los planetas (la nebulosidad de la que ya hablaba Leucipo en el siglo V aC, y que más tarde desarrollaron Kant y Laplace en el siglo XVIII). Varios fenómenos que ocurren en el disco de β Pictoris serían indicios de la existencia de un planeta algo mayor que Júpiter a su alrededor: la caída hacia la estrella de multitud de cometas (cuyas órbitas estarían perturbadas por el paso de dicho planeta), la detección de un “agujero” en el disco compatible con la acreción sobre el planeta de la materia allí localizada, y finalmente, la variación del brillo aparente de la estrella, quizá causado por su ocultación por un planeta de esas características.

Sin embargo, el caso de β Pictoris es todavía excepcional, y quizá represente el estado de evolución de una estrella como nuestro sol unos 100 ó 200 millones de años antes de finalizar su formación. Tampoco se han encontrado sistemas planetarios tan completos como el nuestro alrededor de ninguna estrella. La razón principal estriba en la dificultad técnica para detectar y reconocer planetas extrasolares, ya que estos no emiten luz propia y deben ser detectados por métodos indirectos. Otro motivo, no menos importante, es que los científicos han buscado sistemas planetarios de características semejantes al nuestro y, como veremos más adelante, se han llevado algunas sorpresas. Para comprender las características de los sis-

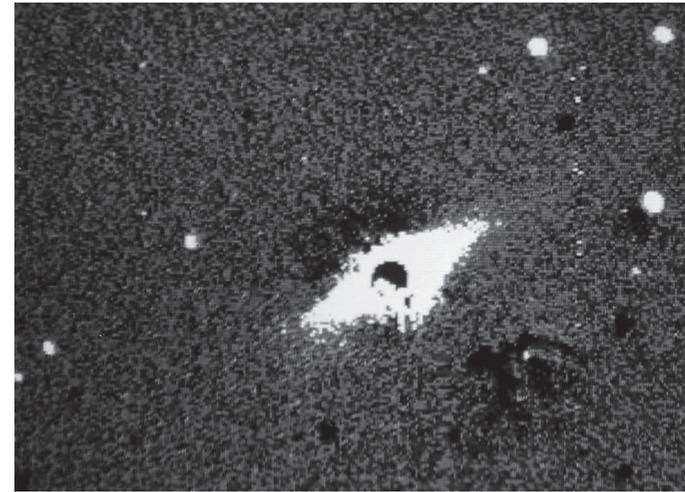


Figura 1: El disco de polvo detectado alrededor de β Pictoris.

temas planetarios alrededor de otras estrellas que vamos a describir, parece relevante repasar el caso que mejor conocemos: nuestro sistema solar.

El sistema planetario de nuestro Sol

Nuestro sistema solar está presidido por el sol, una estrella enana amarilla con una masa de $2 \cdot 10^{30}$ kg, una luminosidad de $4 \cdot 10^{26}$ vatios y, a 700,000 km del centro, su superficie tiene una temperatura media de unos 6000 K. El sol pasa la mayor parte de su evolución en la *secuencia principal*, quemando hidrógeno en su núcleo. Dentro de unos 5000 millones de años, se agotará este combustible y el sol se convertirá en una estrella gigante roja, desprendiéndose de la mayor parte de su masa por la eyección de su envoltura y aumentando su tamaño hasta alcanzar la órbita de Marte. Finalmente, tras encogerse, terminará sus días como una densa y fría estrella enana blanca.

Nuestro sistema solar está compuesto por nueve planetas, muchos de ellos con satélites (hasta un total de 61 conocidos), así como miles de asteroides (16 con un diámetro mayor de 240 km), millones de cometas, etc. La teoría estándar propone que el sistema solar se formó todo a la vez, a partir de la “nebulosa primitiva” propuesta por Kant en 1755 y Laplace en 1796 (aunque, como hemos visto, Leucipo ya habría enunciado algo similar en el siglo V aC, y Descartes escribió un tratado sobre el tema en 1664): una nube protosolar se contrajo por su propia gravedad mientras progresivamente aceleraba su rotación. A partir de cierto valor de esta, se

desacoplaron anillos de materia que producirían los planetas (y estos sus satélites, por un procedimiento similar). Todos los planetas serían rocosos ("telúricos", como la Tierra) en principio, formándose por agregación de granos de polvo. De este tipo son Mercurio, Venus, la Tierra, y Marte, además de Plutón (un caso especial, en el que no entraremos aquí). Más allá de la órbita de Marte, la temperatura era suficientemente baja para que se formasen granos sólidos de agua, metano (CH_4) y amoníaco (NH_3), por lo que los planetas en formación aumentaron su masa rápidamente. El incipiente sol, que se estaba formando en el centro de la nebulosa, emitía un potente viento de partículas que empujaban el hidrógeno y el helio hacia el exterior del sistema solar, siendo captados por los planetas externos cuyo núcleo rocoso había crecido enormemente, por encima de 10 masas terrestres. Así nacieron los planetas gigantes, de atmósfera gaseosa, como Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. En resumen, en nuestro sistema solar los planetas telúricos se habrían formado en las cercanías del sol, mientras los planetas gigantes lo habrían hecho mucho más lejos. Como veremos, la posición de los nuevos planetas descubiertos en órbita a otras estrellas plantea un desafío a la teoría estándar de formación planetaria.

Un acontecimiento largamente esperado

Como ya hemos comentado, hasta 1992 no se conocían otros planetas que los de nuestro sistema solar. Fué entonces cuando los astrónomos Alexander Wolszczan y Dale Frail publicaron en la revista *Nature* la probable detección con el radiotelescopio de 305 metros en Arecibo, Puerto Rico (el de mayor tamaño del mundo), de un sistema planetario alrededor del púlsar conocido como PSR1257+12, compuesto por dos o quizá tres planetas (ver Fig. 2). El púlsar es una estrella de neutrones, ultracompacta, resultado de la explosión como supernova de una estrella gigante. Este púlsar da un giro sobre sí mismo cada 6 milisegundos. Los planetas que lo orbitan, algo mayores que la Tierra (excepto el posible tercero, más próximo al púlsar, que sería como nuestra luna), se delatan por causar pequeñas perturbaciones en su periodo de rotación.

El púlsar PSR1257+12 es una estrella fría, cadáver, situada a 980 años-luz (compárese con los 4 años-luz a los que está Próxima Centauro, la estrella más cercana a nuestro sol). Los planetas que lo acompañan quizá fueron en algún tiempo como Júpiter, y perdieron su atmósfera en la explosión de supernova, que derritió sus superficies que más tarde se ultracongelaron. Por sus características extremas, no se concibe que ninguno de ellos pueda albergar vida.

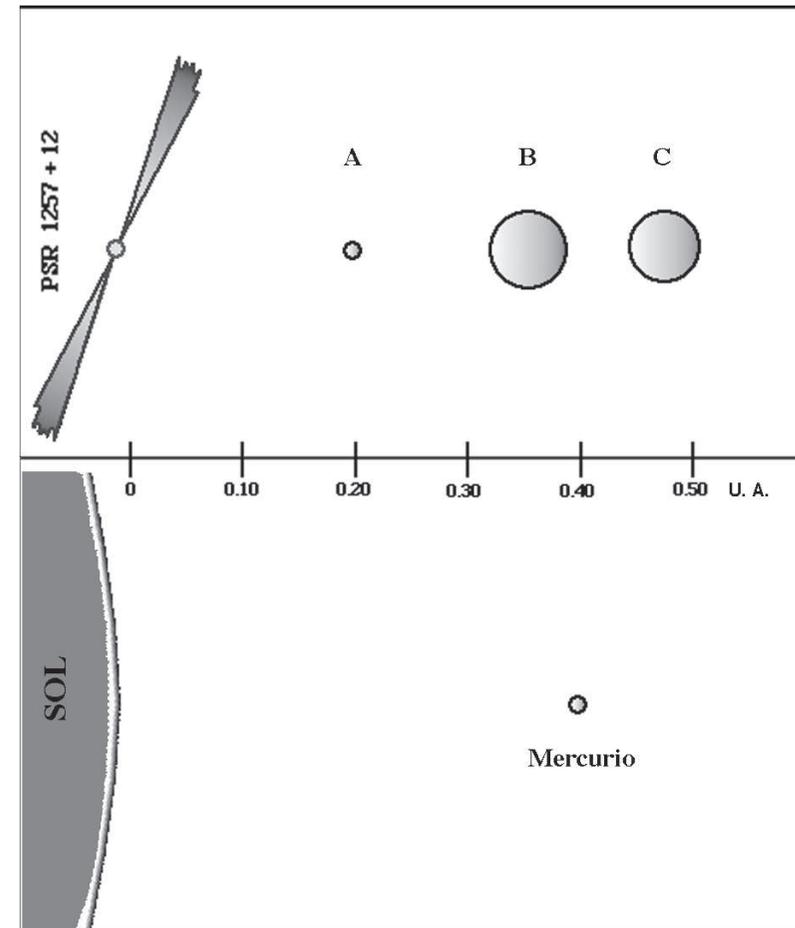


Figura 2: Comparación del sistema planetario del púlsar PSR 1257+12 con el de nuestro sol.

Descubrimiento de planetas alrededor de estrellas de tipo solar

El mundo entero acogió con gran entusiasmo el anuncio del descubrimiento de un planeta algo menor que Júpiter en órbita alrededor de una estrella de tipo solar, 51 Pegasi, realizado el 6 de octubre de 1995 por Michel Mayor y Didier Queloz, del Observatorio de Ginebra (Suiza). La sorpresa del hallazgo fue mayor al conocerse las características de la órbita del nuevo planeta, pues se encuentra a una distancia ocho veces menor que Mercurio del sol. Como hemos visto, ello pone en jaque la teoría estándar de formación de planetas, que no prevé la existencia de planetas gigantes tan cerca de las estrellas.

Tabla 1: Estrellas en las que se han detectado planetas jovianos.

Nombre	D ^a (pc)	D _* ^b (UA)	Masa ^c	Periodo (días)	Notas
51 Peg	15.4	0.05	0.47	4.23	cuestionado
υ And	16.5	0.057	0.68	4.61	
55 Cnc	13.4	0.11	0.84	14.6	
ρ CrB	16.7	0.23	1.1	39.6	
16 CygB	~ 22	0.6-2.7	1.5	804	binaria
47 UMa	14.1	2.11	2.8	1088	
τ Boo	~ 15	0.046	3.87	3.31	
70 Vir	18.1	0.43	6.6	116	
HD 114762	28	0.3	10	84	

^a Distancia al sol en parsec (1 pc = 3,26 años-luz).

^b Distancia del planeta a la estrella, en unidades astronómicas.

^c El valor indicado es en realidad $M_J \cdot \sin(i)$, donde M_J es la masa del planeta en unidades de la masa de Júpiter, y la sinusoide indica nuestro desconocimiento del ángulo de inclinación del plano de la órbita del planeta i alrededor de la estrella.

Las circunstancias del nuevo planeta hicieron reflexionar a Geoffrey Marcy y Paul Butler, de la Universidad del Estado en San Francisco (EEUU), que habían estado trabajando en la búsqueda de planetas extrasolares desde 1987. Un reanálisis de sus datos les permitió identificar la existencia de otros 2 nuevos planetas en su catálogo de 120 estrellas parecidas al sol: 70 Vir en la constelación de Virgo, y 47 UMa en la Osa Mayor. A éstos han seguido los de τ Bootis, y ρ Cancri, así como el de 16 Cygni B,

Lalande 21185, ..., y hasta 9 planetas con masas del orden de la de Júpiter, 11 enanas marrones (con masas mayores que 13 veces la de Júpiter), y otras 15 detecciones provisionales que precisan confirmación (véanse las Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 2: Estrellas en las que se han detectado enanas marrones.

Nombre	D (pc)	D _* (UA)	Masa	Periodo (d=días,a=años)
HD 110833	17	~ 0.8	17	270 d
BD-04 782		~ 0.7	21	241 d
HD 112758	16.5	~ 0.35	35	103 d
HD 98230		~ 0.06	37	4 d
HD 18445		~ 0.9	39	554 d
HD 29587	45	~ 2.5	40	3.2 a
HD 140913		~ 0.54	46	148 d
HD 283750	16.5	~ 0.04	50	1.79 d
HD 89707	25		54	198 d
HD 217580	18	~ 1	60	455 d
Gliese 229	6.7	~ 40	~ 40	> 200 a

El caso de 51 Pegasi

A 42 años-luz de nosotros se encuentra 51 Pegasi, una estrella muy parecida a nuestro sol, que parece moverse a una velocidad de 56 m/s por la atracción de su compañero, un planeta algo menor que Júpiter, situado a tan sólo 0,05 UA de la estrella (una unidad astronómica es la distancia media de la Tierra al sol: 1 UA = 150 millones de km). El planeta, conocido como 51 Pegasi B, orbita alrededor de la estrella cada poco más de 4 días (terrestres). Existe un debate sobre si el planeta es de tipo joviano o si, por el contrario, es un planeta de tipo terrestre muy masivo. Por su proximidad a la estrella, su temperatura superficial es de unos 1200 grados, por lo que se ha dicho que es “el lugar más parecido al infierno”.

Como hemos visto, la teoría aceptada de formación planetaria choca abiertamente con la formación de planetas jovianos tan cerca de las estrellas. Un intento de reconciliación que se ha sugerido pasa por considerar que 51 Pegasi B se formó mucho más lejos de la estrella, a unas 3 UA, y que poco a poco fué perdiendo velocidad por el rozamiento con el material de la nube protosolar, acercándose a la estrella (un fenómeno conocido como *migración*). De no ser así, no parece probable que un planeta tan masivo se formase y sobreviviera a los efectos de marea producidos por la estrella a tan corta distancia.

Tabla 3: Estrellas en las que se ha sugerido la existencia de sistemas planetarios, a falta de confirmación.

Nombre	D (pc)	D _* (UA)	Masa ^a	Periodo (años)	Notas
Geminga	157	3.3	1.7 (T)	5.1	Púlsar
PSR 0329+54	780	7.3	2.2 (T)	17	
PSR 1828-11	3600	2.3	0.3 (T)	3.3	
		0.93	3 (T)	0.68	
		1.32	12 (T)	1.35	
Q0957+561	2.4 Gpc	2.1	8 (T)	2.7	z = 0.39
		-	~ T		
Lalande 21185	2.5		0.9 (J)	6	
			1.6 (J)	30	
CM Dra	14.7				
α Tau	20 - 25	1.3 - 1.4	11 (J)	1.8	
95-BLG-2	~ 5 kpc	> 5 - 10	~ 2 (J)		
94-BLG-4	~ 5 kpc	~ 1	~ 5 (J)		
β Pictoris	18	> 6		~ 5,5	
BD +31°643	330	6x600			disco

^a Masa estimada del planeta, expresada en unidades de la masa de Júpiter (J) o de la Tierra (T).

Recientemente, el canadiense David Gray ha puesto en duda la mera existencia de 51 Pegasi B al afirmar que las oscilaciones detectadas (ver Fig. 3) son en realidad modos de vibración de la estrella, lo que ha causado gran agitación entre los estudiosos de planetas extrasolares. Dicha explicación ha sido ampliamente contestada y rebatida por Marcy y Butler, que no dudan de la realidad de la existencia del planeta. Hoy día se conocen otras 3 estrellas de este tipo, orbitadas por planetas de periodos menores de 15 días: 55 ρ¹ Cnc, υ And, y τ Boo.

¿Cómo se detecta un planeta extrasolar?

La existencia de un sistema planetario alrededor de una estrella puede ser estudiada por las manifestaciones que sobre ésta ejercen. Cuando un planeta orbita alrededor de una estrella, ésta también *orbita* alrededor del planeta; en realidad, ambos orbitan alrededor del baricentro del sistema (habitualmente la masa de la estrella es mucho mayor que la del planeta por lo que dicho baricentro, centro de gravedad del par, está situado cerca

o en el interior de la estrella). Los movimientos de los planetas causan pequeñas variaciones en la posición y en la velocidad de la estrella, que puede ser detectada desde la Tierra. En estos efectos se basan los métodos de detección de planetas extrasolares que describimos a continuación.

Métodos astrométricos

La perturbación que produce la existencia de un sistema planetario alrededor de una estrella se manifiesta como un *balanceo*, una pequeña variación en su posición, que puede ser detectada por los más modernos métodos de observación con alta resolución angular como es la interferometría de muy larga base o *VLBI*. (Véase el artículo sobre la Red Europea de Interferometría en este mismo volumen del Anuario, y el artículo sobre el VLBI en el Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid de 1991, escrito por el Dr. Pablo de Vicente Abad.)

Jean Francois Lestrade, del Observatorio de París, lidera un grupo de científicos que desarrollan una campaña de seguimiento de una decena de estrellas a frecuencias radio con la técnica del VLBI. Estos estudios permiten medir la posición de una estrella con una precisión de pocas diezmilésimas de segundo de arco (es decir, el ángulo con que se vería una moneda de 1 peseta –moderna– colocada a treinta mil kilómetros de distancia), suficiente para detectar las perturbaciones que sobre dicha estrella cause la existencia de un planeta en órbita. George Gatewood, del Observatorio Allegheny (Universidad de Pittsburgh, EEUU) cree haber encontrado dos planetas alrededor de Lalande 21185, la cuarta estrella más cercana a nuestro sol, monitorizando durante varios años la posición de esta estrella. La presencia de un objeto invisible de masa mayor que Júpiter alrededor de este astro se sospechaba desde hace décadas.

Métodos espectroscópicos

Hemos visto que un sistema planetario causa pequeñas variaciones en la posición y en la velocidad de la estrella. La amplitud de dichas oscilaciones depende de la influencia gravitatoria del planeta sobre la estrella (es decir, de la masa de ambos y de la distancia entre ellos), y se manifiesta como un desplazamiento de la frecuencia de la luz que recibimos de la estrella. En efecto, cuando la estrella se acerca al observador, su espectro de líneas en emisión (y absorción) se desplaza hacia longitudes de onda más cortas (“hacia el azul”), mientras que cuando se aleja del observador lo hace hacia longitudes de onda más largas (“hacia el rojo”). Este efecto (llamado “efecto Doppler”) es mayor cuanto mayor es la velocidad de oscilación de la estrella, y consecuentemente, mayor es la masa del planeta en órbita. A modo de ilustración del orden de magnitud, Júpiter provoca en el sol una velocidad de 13 m/s, mientras que la perturbación que provoca la Tierra es

de tan sólo 10 cm/s (indetectable con los instrumentos actuales).

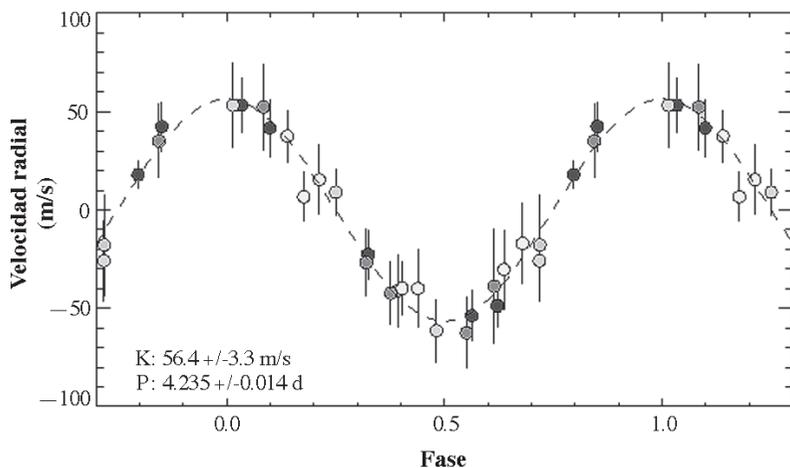


Figura 3: Método de análisis del efecto Doppler para la detección y caracterización de planetas orbitando otras estrellas. Los datos corresponden a la estrella 51 Peg, la primera de tipo solar alrededor de la cual se ha hallado un planeta. Datos obtenidos con el AFOE, cortesía de S.G. Korzennik del CfA, en Harvard.

Como puede observarse en la Fig. 3, las variaciones que observamos en la velocidad radial de la estrella tienen una estructura sinusoidal (para el caso sencillo de un único planeta). Conocida la masa de la estrella M_* , observando el periodo de revolución del planeta a su alrededor P se obtiene su distancia a la misma r por la tercera ley de Kepler,

$$r^3 = M_* P^2 \quad (1)$$

(si r está en unidades astronómicas, M_* en masas solares, y P en años). La velocidad radial del planeta, en metros por segundo, se obtiene de

$$V_{\text{planeta}} = 299 \frac{r}{P} \quad (2)$$

Finalmente, de la magnitud de las oscilaciones $K = V_* \sin i$ se obtiene la masa del planeta (en unidades de la masa de Júpiter) por conservación del momento cinético,

$$M_{\text{planeta}} = 955 \frac{M_* V_*}{V_{\text{planeta}}} \quad (3)$$

aunque de esta última magnitud sólo obtenemos en realidad un límite inferior ($M_{\text{planeta}} \sin i$) al desconocer la inclinación del plano orbital del planeta alrededor de la estrella, i .

Otros métodos

Un método obvio es la detección directa del planeta mediante la obtención de una imagen del mismo con un telescopio. Sin embargo, el planeta no emite luz propia sino que refleja parte de la que recibe de la estrella (según el *albedo* del planeta), por lo que es técnicamente difícil poner en práctica este método. Además, debe tenerse en cuenta que se precisan grandes telescopios para que la imagen del planeta se pueda separar de la imagen de difracción que produce la estrella, y que además debe corregirse los efectos de la atmósfera terrestre, que degrada las imágenes (esto último se soluciona utilizando telescopios en órbita, como el Hubble).

En ocasiones, el planeta emite luz propia a ciertas frecuencias; es el caso de Júpiter, que emite ondas de radio a longitudes de onda centimétricas, por lo que puede intentarse detectar dicha radiación directamente. Estos métodos de detección directa han hecho posible la identificación de *enanas marrones* aisladas, objetos muy masivos que, por no alcanzar la décima parte de la masa del sol, no pueden iniciar reacciones termonucleares en su interior: son “estrellas abortadas”. La primera detección la realizó el astrónomo español Rafael Rebolo, del Instituto de Astrofísica de Canarias, quien identificó el objeto conocido como Teide I. En la actualidad se está utilizando el telescopio espacial Hubble, que proporciona imágenes de alta sensibilidad; con éste se ha detectado la enana marrón denominada Gliese 229B, que orbita a 44 UA de su estrella.

Un método particular de detección de planetas se utiliza con los púlsares. Estos son estrellas de neutrones que giran sobre sí mismas a gran velocidad mientras emiten un potente chorro de luz y partículas por sus polos magnéticos (como un faro). La frecuencia de dicho pulso puede analizarse para detectar anomalías asociables a la presencia de sistemas planetarios. Este método, conocido como de estudio del instante de llegada (TOA, o “time of arrival”), ha sido el utilizado en el descubrimiento de los primeros planetas extrasolares (ver Tabla 4).

Tabla 4: Planetas descubiertos alrededor de púlsares, de tipo terrestre.

Nombre	D (pc)	D_* (UA)	Masa	Periodo (d=días, a=años)
PSR 1257+12	~ 300	0.19	0.015 (T)	25.34 d
		0.36	3.4 (T)	66.54 d
		0.47	2.8 (T)	98.22 d
		~ 40	~ 100 (T)	~ 170 a
PSR B1620-26	3800	38	0.24-12 (J)	~ 100 a

Planetas extrasolares

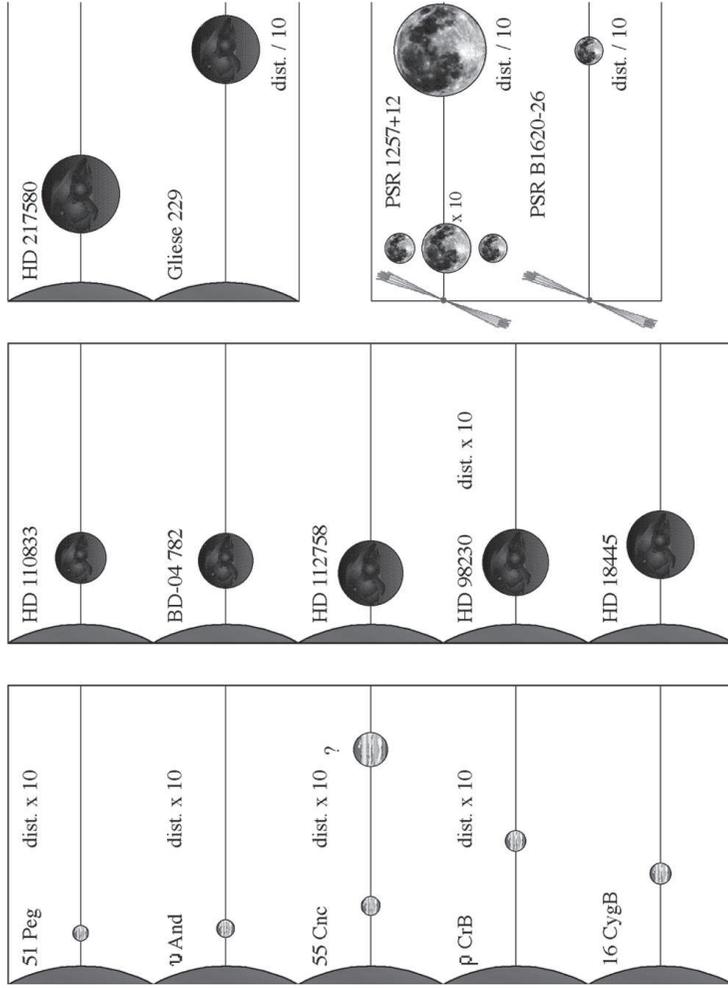
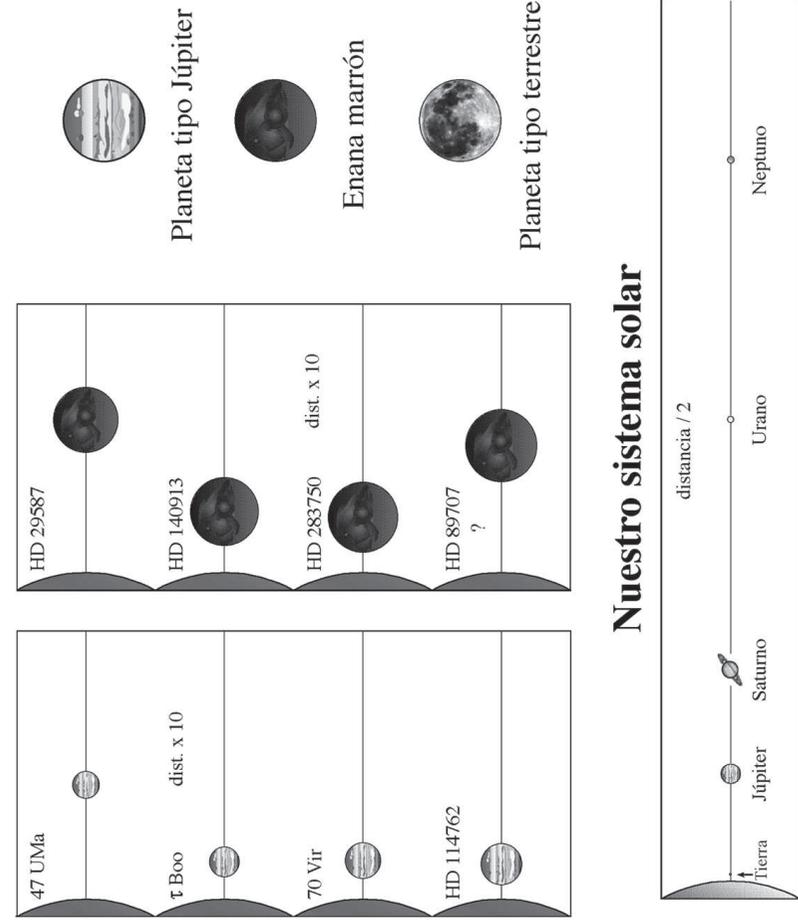


Figura 1: Comparación de los tamaños y distancias de los planetas extrasolares descubiertos, con los de nuestro sistema solar. El volumen de cada



planeta es proporcional a su masa. (Gráfico preparado por Florencio Martín, del OAN)

Los planetas internos de una estrella de tipo solar podrían manifestar su existencia mediante la ocultación parcial de la misma. La observación de este fenómeno, sin embargo, es técnicamente difícil porque dura pocas horas y se repite sólo una vez en cada órbita del planeta. A ello se une la improbable orientación favorable del evento para que pueda ser vista desde la Tierra. Sin embargo, como hemos visto anteriormente, este método ha avalado la posible existencia de un planeta joviano alrededor de la estrella en formación β Pictoris.

Finalmente, comentaremos que la presencia de un planeta desvía la luz de objetos lejanos que pasa cerca de él. Este efecto, predicho por la relatividad general de Einstein, se conoce como “lente gravitacional”. Su utilidad es excepcional para detectar objetos masivos invisibles, como los agujeros negros. Los eventos se registran como una amplificación de la luminosidad del objeto lejano (mayor según la masa del objeto invisible), y mediante la creación de imágenes dobles (los “pares de Einstein”) o deformadas del objeto lejano. Sin embargo, no ha sido todavía posible detectar ningún planeta extrasolar por este método.

Perspectivas futuras

En la actualidad existen numerosos proyectos y programas científicos dedicados a la búsqueda de planetas extrasolares, y otros muchos están en fase de estudio o diseño.

La Agencia Espacial Europea (ESA) está construyendo *FIRST*, un telescopio espacial para el infrarrojo lejano, que permitirá estudiar con mayor detalle los objetos con exceso de este tipo de emisión, asociado a la presencia de grandes cantidades de polvo y, por ende, probable escenario de la formación de planetas (como en el caso de β Pictoris).

La ESA también prepara un gran proyecto interferométrico espacial, *GAIA* (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics), que podría estar funcionando en el 2010. Este instrumento permitirá mejorar sustancialmente la precisión en las medidas astrométricas de la posición de aquellas estrellas susceptibles de poseer sistemas planetarios.

De la búsqueda de vida en planetas extrasolares de tipo terrestre se encargará *DARWIN*, un interferómetro espacial en el infrarrojo que la ESA podría poner en órbita a 5 UA del sol hacia el 2015. Su objetivo sería la búsqueda de oxígeno en la atmósfera de estos planetas (en la práctica esto se hace buscando ozono, O_3 , en el infrarrojo), y también de agua. Esto indicaría la existencia de océanos y de seres vivos capaces de sintetizar oxígeno (como las algas marinas y la vegetación terrestre, responsable de que el 20% de nuestra atmósfera sea oxígeno), y nos identificaría aquellos mundos con posibilidad de vida como la nuestra.

Claro que no habría por qué descartar otras posibilidades de “vida” distinta de la que ahora conocemos ...

Conclusión

En los últimos años estamos observando un extraordinario desarrollo de la Astronomía en la búsqueda y hallazgo de planetas orbitando otros soles, hasta el punto en que ya se conocen más planetas extrasolares que en nuestro sistema solar (véase la Fig. 4). A ello ha contribuido la mejora continua de los instrumentos y técnicas de observación, y en este sentido es de esperar que se encuentren otros nuevos mundos en el futuro.

El hallazgo de planetas compatibles con la vida, sin embargo, todavía no se ha logrado. La mayor parte de los objetos encontrados son enanas marrones, y tanto éstas como los demás planetas jovianos descubiertos orbitan extremadamente cerca de sus estrellas. Este hecho, además de poner en aprietos la teoría aceptada de formación planetaria, indica que las condiciones sobre sus superficies no favorecen la aparición de la vida. Por el momento, los únicos planetas descubiertos de tipo terrestre orbitan alrededor de púlsares, por lo que no se dan en ellos las condiciones mínimas de habitabilidad.

Y una vez más, la naturaleza nos ha dado una lección: lo que conocemos y aceptamos como “habitual” en nuestro entorno no tiene por qué serlo en otras circunstancias. Uno de los grandes retos de la ciencia es, pues, identificar no solo *qué* sino *dónde* buscar, sin imponernos limitaciones innecesarias. Quizá lo que buscamos está accesible, pero todavía no hemos aprendido a reconocerlo.

Bibliografía

- Mundo Científico, revista N^o 173, de noviembre de 1996.

En Internet:

- Enciclopedia de los planetas extrasolares:
<http://www.obspm.fr/departement/darc/planets/encycl.html> (en inglés).
- El proyecto de búsqueda de planetas extrasolares en la Universidad del Estado en San Francisco (EEUU):
http://cannon.sfsu.edu/Physics_public_html/williams/planetsearch/planetsearch.html (en inglés).