

Planetas extrasolares

El legado del hereje impenitente

por Guillermo Mattei
gmattei@df.uba.a

Los últimos quince años fueron testigos de una explosión del interés científico por la detección de planetas pertenecientes a otros sistemas solares. Motivación ancestral y presión sobre la frontera del conocimiento astrofísico guían esta apasionante pesquisa.



Cabo Cañaveral, USA (junio de 2009).
Lanzamiento del telescopio Kepler.

Giordano Bruno ante la Inquisición.
Campo de' Fiori, Roma.



“En mis últimos libros publicados puede leerse específicamente mi doctrina, la cual sostiene que el universo es infinito como resultado del infinito poder divino, pues considero indigno de la bondad y el poder divinos que hayan producido meramente un mundo finito cuando eran capaces de dar existencia a una infinitud de mundos. Y por lo tanto he sostenido que hay un número infinito de mundos individuales como nuestra Tierra. La considero, junto con Pitágoras, como una estrella, y la Luna, los planetas y las estrellas son similares a ella, siendo estas últimas de un número infinito. Todos esos cuerpos componen una infinitud de mundos; constituyen el todo infinito en espacio infinito, un universo infinito, lo cual quiere decir que contienen mundos innumerables. Así pues, hay una medida infinita en el universo y una multitud infinita de mundos. Pero esto puede resultar indirectamente opuesto a la verdad según la fe”. Esta fue la declaración de Giordano Bruno (Nola, 1548; Roma, 1600) ante la Inquisición veneciana en 1592.

“Personalmente, primero me atrajo el conocimiento que se derivaba de las detecciones de sistemas astrofísicos —muy diferentes a los mejor y más largamente conocidos en nuestro sistema solar— tales como planetas tan grandes como Júpiter que tardan solo tres días en dar una vuelta a su estrella. De todas maneras, la búsqueda de mundos similares a la Tierra girando alrededor de estrellas parecidas a nuestro Sol tiene un atractivo muy especial. Además, encuentro en la búsqueda de planetas extrasolares un desafío muy grande por explorar el borde de las actuales capacidades observacionales y del análisis de datos de que dispone la astrofísica”, explica a este redactor, en julio de 2009, el reciente doctor en física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Rodrigo Díaz, especializado en los llamados “tránsitos planetarios”.

Desde que Giordano Bruno postulara temerariamente en 1584 la infinidad de los soles y de sus mundos orbitantes, hasta la detección en junio de 2009 del planeta extrasolar número 353, recién en las últimas

décadas de los cuatrocientos veinticinco años transcurridos, varias generaciones de científicos —como Rodrigo Díaz— fueron los verdaderos buscadores de nuevos mundos o, tal vez, constructores involuntarios de la mismísima condición humana.

Especulando con imágenes

Giordano sostenía que pensar era especular con imágenes, y él, en ese sentido, fue un pensador notable. A pesar de situarse en las puertas de la ciencia moderna, que iba a inaugurar nada menos que Galileo Galilei un par de décadas después, Giordano influyó en la cultura como un científico revolucionario. En palabras del historiador Michael White (ex director del Departamento de Estudios Científicos en el Overbroeck College de Oxford, Inglaterra): “La visión de Bruno pertenecía al siglo XX y, al mismo tiempo, estaba firmemente enraizada en su propia época. Por una parte, visualizaba un Universo que no guardaba ninguna relación con el modelo ortodoxo pero, por otra, mantenía una estrecha afinidad con el mundo antiguo y su pensamiento. Y, naturalmente, sus convicciones eran descaradamente heréticas. Copérnico, que a fines del siglo XVI continuaba sin haber merecido una gran atención por parte de los filósofos de la Iglesia, había ofrecido un modelo que no tardaría en ser percibido por muchos fieles como el extremo más afilado de la cuña, peligroso y antiaristotélico; pero la concepción de Bruno pisoteaba todo lo

SOBRE PULSARES, CENTROS DE MASAS Y EFECTOS DOPPLER

Los *pulsares* son un caso particular de estrellas de neutrones, que son objetos de aproximadamente la misma masa que nuestro Sol, pero de sólo 50 a 1.000 kilómetros de circunferencia y formados por neutrones estrechamente empaquetados por la fuerza de gravedad. Entonces, los pulsares son estrellas de neutrones en rotación y magnetizadas que emiten un haz de radioondas y, a veces, también luz y rayos X, en una dirección que no coincide con su eje de rotación. Cuando la estrella gira, su haz hace un barrido como el de un faro y, si la Tierra está en el plano de ese barrido, los astrónomos reciben un pulso de radiación con una frecuencia muy precisa.

El centro de masa es un concepto muy útil en el estudio de la mecánica de cuerpos materiales. En el caso particular de un cierto conjunto de objetos astronómicos, el centro de masa es un lugar ficticio del espacio únicamente ligado a ese conjunto. El centro de masa depende de las posiciones de cada objeto, medidas desde algún punto de observación, y de las masas involucradas. Por ejemplo, el centro de masa de un sistema binario de dos estrellas idénticas está a mitad de camino sobre la recta que las separa. Si una estrella fuera tres veces más grande que la otra, el centro de masa estaría ubicado a un cuarto de la distancia que las separa, pero del

lado de la más masiva. Si una estrella es muchísimo más grande que su planeta orbitante, el centro de masa estará casi sobre la estrella. Mirando el cielo desde la estrella, se observa que el planeta realiza un movimiento circular o elíptico, pero mirando el panorama desde el centro de masas del sistema no sólo se ve moverse al planeta en una gran trayectoria sino también a la estrella en un movimiento mucho más tenue.

El “efecto” o “desplazamiento” Doppler es el fenómeno por el cual el estado de movimiento de una fuente emisora de ondas altera la frecuencia percibida por un observador externo en reposo. Ejemplo de onda: el sonido; ejemplo de fuente: un avión que aterriza en un aeropuerto; ejemplo de observador: una persona en la punta de la pista de aterrizaje; ejemplo del efecto: el sonido que produce el avión acercándose tiene un tono más alto que cuando acaba de pasar por la cabeza del observador. Acercándose el móvil, el observador percibe las ondas desplazadas hacia mayores frecuencias, menores períodos y menores longitudes de onda. Alejándose, a la inversa. Como la luz tiene comportamiento ondulatorio, la señal luminosa proveniente de una estrella experimenta cambio de color en la medida que se mueva en los sentidos posibles de la línea: azul al acercarse y al rojo al alejarse.

KEPLER Y COROT EN EL CIELO CON DIAMANTES

El 7 de marzo de 2009 la NASA ponía en órbita a la primera misión capaz de encontrar planetas extrasolares del tamaño de la Tierra o menores, el telescopio Kepler. El desafío es relevar los tránsitos de planetas cuyos tamaños fluctúen entre la mitad y el doble del de la Tierra ubicados en un rango de distancias de sus estrellas tales que el agua sea un elemento estable y las condiciones para el desarrollo de formas organizadas de vida sean posibles.

Por su parte el 27 de diciembre de 2006 fue lanzada la Misión CoRoT, desarrollada bajo la dirección de la agencia espacial francesa con la participación de España, Austria, Bélgica, Alemania y la Agencia Espacial Europea, que busca planetas extrasolares mediante un telescopio espacial pequeño dedicado a la fotometría, con una precisión extremadamente alta en observaciones de larga duración.

“CoRoT ya produjo varios resultados, entre ellos la detección del primer planeta rocoso con tránsitos de radio algo mayor que los de la Tierra. El satélite Kepler aún no ha producido resultados científicos”, acota Rodrigo Díaz.



Misión CoRoT
Foto: CNES/D. Ducros

sagrado”. Si bien la noción de la multiplicidad de sistemas planetarios ya aparecía en la antigua Grecia, la proyección que del modelo copernicano propició Giordano fue, a la vez, un ariete contra el oscurantismo y un gran estímulo para los científicos de los siglos posteriores.

Los nuevos mundos están ahí

Una de las modernas ideas básicas para la detección de planetas lejanos, de hecho casi invisibles, es que ellos, de una manera u otra, afectarán el comportamiento previsto de sus estrellas huésped, en caso de que ellas estuviesen solas, las cuales sí pueden verse con la tecnología de la que dispone el hombre. Con esta lógica, en la década del 60 se sucedieron algunos hallazgos fallidos y, en la del 80, hubo grandes evidencias de discos planos de material alrededor de otras estrellas similares al Sol.

Rodrigo Díaz explica: “En 1991 se detectaron los primeros objetos con masas planetarias fuera del sistema solar, pero con la particularidad de que estaban orbitando alrededor de un pulsar (ver recuadro “Sobre...”), que es el remanente de una supernova. Ese hallazgo fue muy inesperado y, por lo tanto, muy importante; pero recién en 1995 se produce la detección del primer planeta alrededor de una estrella parecida al Sol”. Ese hito histórico fue protagonizado por un equipo de astrofísicos suizos que reportaron la presencia de un planeta, aproximadamente del tamaño de Júpiter, orbitando muy cerca de la estrella *51 Pegasi*.

Si bien, de ahí en adelante, los astrofísicos fueron abrumados por una catarata de descubrimientos, todos los nuevos planetas tenían el porte colosal de un Júpiter. En ese punto, la ineludible impronta humana de los científicos jugó su carta: “Las técnicas observacionales tienen que poder permitirnos discernir tamaños planetarios menores, tanto como los de planetas similares a la Tierra”. Griegos antiguos, Giordano y los científicos del siglo XXI, todos ellos motivados por la misma pulsión ancestral.

Piedra libre

“Los métodos de detección propuestos son más de una decena, pero podría decirse que los que dieron resultados positivos son cinco”, ilustra Díaz.

MÉTODOS DE DETECCIÓN DE PLANETAS EXTRASOLARES

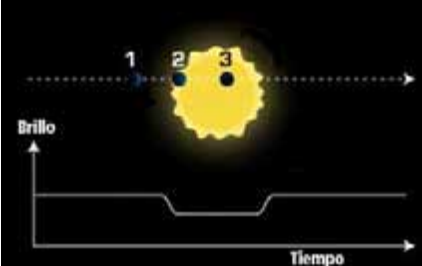
Fuente: Nasa

Velocidad Radial



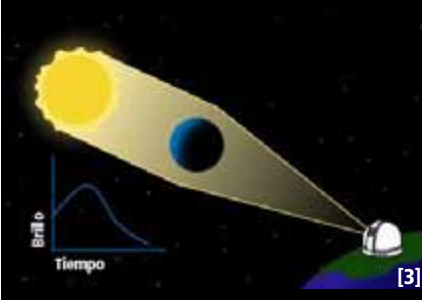
[1]

Método Transitorio



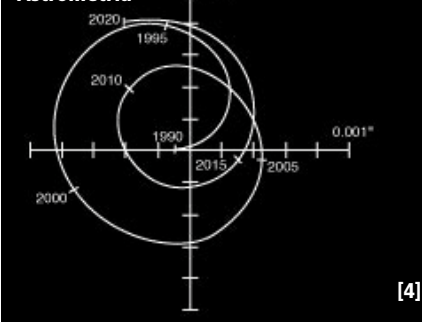
[2]

Efecto Microlente Gravitacional



[3]

Astrometría



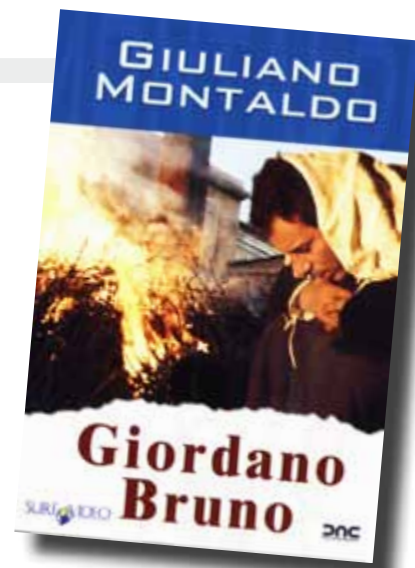
[4]

Pulsar



[5]

Pocas son las historias de hombres de la ciencia que ha recogido el cine. En 1973, el director y guionista italiano Giuliano Montaldo –asociado desde el neorrealismo al cine de denuncia política– estrenó la película “Giordano Bruno”. El actor Gian Maria Volontè fue quien le puso el cuerpo al sabio italiano, consiguiendo una interpretación notable. La postura anticlerical de la película hizo que fuera proscripta de las pantallas en muchos países y en otros, como la Argentina, tuvo una distribución menor y relegada



El astrofísico explica: “El método más exitoso es el que mide la llamada “velocidad radial” de la estrella. Cuando un planeta orbita alrededor de una estrella o, más apropiadamente, cuando ambos se mueven alrededor del *centro de masa* del sistema, desde la Tierra se percibe un movimiento de vaivén de la estrella, cuantificado por la componente de su velocidad en la dirección de observación”. Mediante técnicas espectrográficas, que analizan la luz que llega desde la estrella, y por la interpretación del *efecto Doppler* presente (ver recuadro “Sobre...”), es posible medir las variaciones de esa velocidad, que son del orden de algunas decenas de metros por segundo para planetas grandes. “Pero ahora se están encontrando planetas que producen en la estrella a la que orbitan variaciones periódicas de su velocidad radial con una amplitud de solo un metro por segundo o menos, gracias a que se cuenta con una técnica espectrográfica lo suficientemente estable y precisa como para detectar en una estrella variaciones de velocidad similares a la de una persona caminando...”, grafica Díaz.

“El denominado método ‘de tránsitos planetarios’ provee información única, tal como la medición directa del radio”, argumenta Díaz, y agrega: “Se lo implementa desde la Tierra, incluso con telescopios muy chicos, porque se saca provecho de extensos campos visuales con muchas estrellas. La técnica se basa en medir varias veces el flujo luminoso de cada una de las estrellas presentes, de forma tal que si existe un planeta cuya órbita se encuentra alineada con la línea de visión desde la Tierra, puede detectarse la pequeña disminución de brillo que ocurre cuando el planeta pasa por delante de su estrella. Esta disminución es del orden del uno por ciento de su luminosidad. Así se detectaron casi 60 planetas”. Sin embargo, este método presenta el problema de requerir la confirmación, por las vías del método de la velocidad radial, de que el tránsito hallado corresponde a un planeta y no a otros varios objetos astrofísicos con tránsitos compatibles con órbitas planetarias.

El tercer método de detección es el de las microlentes gravitatorias, “que aprovecha el efecto relativista de la curvatura del espacio que impone la masa del planeta, actuando como una lente gravi-

tatoria en pequeña escala, capaz de producirle pequeñas alteraciones a la luminosidad de la estrella en el momento en que se produce el pasaje del planeta por la línea de observación”, explica Díaz. Si bien es un método que detecta planetas sin poder volver a verlos, permitió hallar algunos de muy baja masa.

La “astrometría” es casi el método contrapuesto al de la velocidad radial ya que, en palabras de Díaz, “considera el movimiento de la estrella en el plano del cielo. Por la misma razón que antes, como planeta y estrella se mueven alrededor de su centro de masa común, en el cielo la estrella hace un cierto movimiento y, si se tiene una alta precisión para medir las posiciones de las estrellas puede detectarse la presencia de un planeta como responsable de ese movimiento”.

Finalmente, el método de los “timings” es el que posibilitó, en 1991, la detección de los planetas alrededor del pulsar. “Cuando el pulsar tiene un planeta orbitando a su alrededor, se aleja y se acerca levemente a la Tierra, lo cual genera un retraso en la llegada de los pulsos luminosos que dan información inequívoca de la presencia de aquel”, explica el experto.

Una mirada más allá

Rodrigo Díaz es docente del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y obtuvo sus títulos de grado y posgrado trabajando en el grupo de investigación que dirige Pablo Mauas en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (UBA-CONICET). Además de su especialización en la búsqueda de planetas extrasolares, Díaz tiene una sólida formación en los temas relacionados con las atmósferas de las estrellas. “Los fenómenos de actividad cromosférica o magnética en las atmósferas estelares tienen mucha incidencia en la detección de planetas”, aclara el investigador.

Estudios recientes indican que hay numerosos fenómenos de actividad magnética en estrellas, que impiden detectar planetas orbitantes, o que simulan la señal que generaría uno de ellos. Dado que la gran mayoría de los planetas que se están des-

cubriendo orbitan muy cerca de su estrella, los astrofísicos suponen que las magnetósferas de aquellos inducirían efectos sobre la de ésta.

En este sentido, Díaz describe: “Hasta el momento, los investigadores tendían a descartar a las estrellas con mucha actividad cromosférica cuando aplicaban el método de la velocidad radial porque se sabía que ahí iban a tener dificultades para detectar planetas. Pero, dado que el método fotométrico de tránsito demanda un campo extenso, entran tanto estrellas activas como inactivas y, cuando aparecen candidatos a planetas en las activas, como se necesita confirmarlos con el otro método, el abordaje cromosférico es inevitable”.

Conocimiento astrofísico básico, solvencia en métodos de detección y capacidades de análisis de la información acumulada son requerimientos esenciales para un buscador moderno de nuevos mundos. En este sentido, Michael White escribió: “Giordano Bruno nunca pensó en términos de experimentos o matemáticas. ‘Copérnico es demasiado matemático y no lo bastante filósofo natural’, decía el nolan. Sin embargo, Galileo veía en Bruno a un auténtico héroe, no por sus métodos científicos sino por haber sido el único mártir de la libertad de pensamiento”. Así como Galileo y, seguramente, todos los científicos modernos que lo sucedieron reconocen a Giordano como parte de la ciencia, el hereje impenitente hoy no podría menos que maravillarse por lo que la formalización matemática de la realidad y el diálogo experimental con la Naturaleza han logrado a través de la libertad de pensamiento de los investigadores que, como Rodrigo Díaz, persiguen metódicamente alter egos del planeta Tierra. |