

## TRES DÍAS CON UN PREMIO NOBEL

En 2008 la Agrupación Astronómica de Huesca tuvo el placer y la responsabilidad de organizar el XVIII CONGRESO ESTATAL DE ASTRONOMÍA. Este evento reúne, bianualmente, a ponentes de todas las asociaciones de astrónomos aficionados del territorio español. Además de las diversas ponencias, que mide el nivel de la astronomía amateur en nuestro país, se invita a científicos y personajes de renombre dentro de este contexto. En esta ocasión, el astronauta hispano-norteamericano LÓPEZ-ALEGRÍA y al astrofísico MICHEL MAYOR fueron protagonistas. Quienes firman el presente artículo, en aquellas fechas, pertenecíamos a la mencionada agrupación astronómica, y junto a otros miembros de la misma, nos tocó asumir la organización del evento. Entre otras responsabilidades, tuvimos el placer y el honor de acompañar al matrimonio MAYOR en su estancia entre nosotros.

En la mañana del lunes 7 de octubre, en uno de los boletines informativos de RNE, nos informo de una ansiada, y esperada largo tiempo, noticia: MICHEL MAYOR era uno de los premios nobel 2019 en el campo de la FÍSICA. Esta situación nos ha llevado a compartir, con todo quien lea estas líneas, el trabajo de este suizo, que junto a su “doctorando” (DIDIER) descubrieron el primer exoplaneta. Este hallazgo es un hito en la astronomía, que ya imaginó un italiano hace varios siglos atrás, y por lo cual fue quemado por “LA SANTA INQUISICIÓN”.

*“Hay un solo espacio general, una vasta inmensidad única a la que podemos llamar libremente vacío: En él se encuentran los orbes inmutables como éste en el que vivimos y crecemos,.....Yo puedo imaginar un infinito número de mundos parecidos a la Tierra, con un jardín del Edén en cada uno.”*

Corría el final del siglo XVI cuando Bruno pensó estas palabras esperando su ejecución, en la hoguera, por herejía.



***FILIPPO GIORDANO BRUNO (1548-1600, religioso, filósofo, astrónomo y poeta italiano)***

Este librepensador italiano es, posiblemente, el que por primera vez teorizó sobre la existencia de otros mundos orbitando en multitud de estrellas. Así imaginó que algún otro librepensador como él, le estuviese observando desde su remoto mundo con la misma curiosidad.

Como se puede intuir este artículo, y el trabajo de los flamantes premios nobel en física 2019, versará sobre el descubrimiento de los astros que orbitan a las estrellas y que conocemos con el nombre de PLANETA.

De Bruno a Mayor-Didier han pasado muchas cosas, distintas, pero con un denominador común: LA INSACIABLE CURIOSIDAD HUMANA.

#### BREVE HISTORIA “PLANETARIA”:

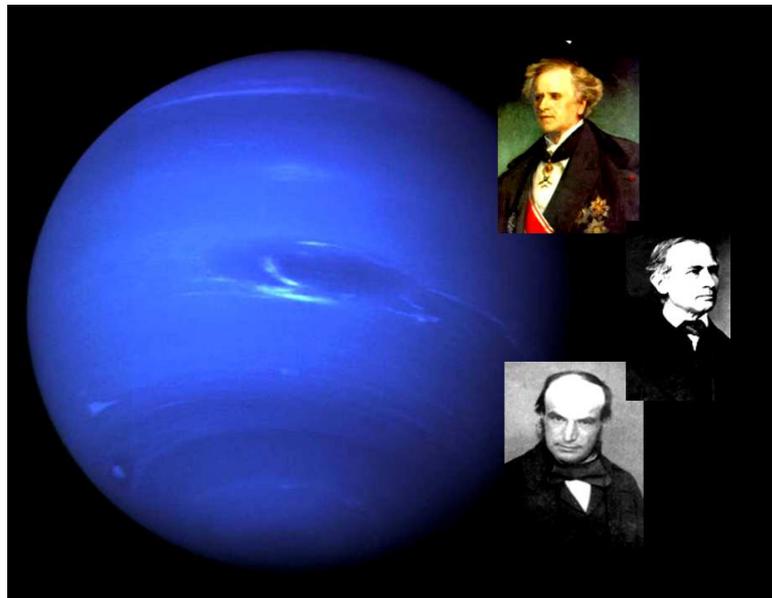
La crónica de los planetas comienza en la antigua Babilonia, al menos que nosotros sepamos. Los sacerdotes-astrónomos de esa civilización (1800 años antes de Cristo) observaron, a ojo desnudo, cinco “estrellas errantes” que desdibujaban las constelaciones del Zodiaco (aquel lugar por donde “camina”, entre las estrellas del cielo, la Luna y el Sol, y por ende todo su séquito planetario). Debemos recordar, que nuestra innata memoria fotográfica nos lleva a agrupar las estrellas, con el mismo brillo, en grupos que denominamos CONSTELACIONES. Deciros que “Planeta” significa, eso...”estrella errante”. Culturas posteriores los bautizaron con los nombres con los que han llegado hasta nuestros días: MERCURIO, VENUS, MARTE, JÚPITER y SATURNO.

Para descubrir un nuevo planeta, URANO en este caso, tenemos que dar un salto hasta 1781. Concretamente el 13 de marzo de ese año, WILLIAM HERSCHEL (astrónomo, músico y constructor de telescopios germano-británico) utilizando un telescopio de 150 mm de diámetro, se percató que lo que anteriormente se había catalogado como una estrella cambiaba de posición en el intervalo de varios días: Había descubierto el séptimo planeta del Sistema Solar. Urano se convierte en el primer planeta descubierto con ayuda óptica, ya que el brillo aparente del astro se sitúa en el límite de la visión humana. El astrónomo utilizó, para este hallazgo, un telescopio de reflexión construido por él mismo (hay que mencionar que Herschel fue el mejor constructor de telescopios de su época).



*WILLIAM HERSCHEL*

El próximo “errante” en ser descubierto fue NEPTUNO, y se hizo de una forma muy especial. La existencia de este planeta se predijo matemáticamente antes de ser observado por Johann G. Galle, astrónomo del Observatorio de Berlín, en la noche del 23 al 24 de septiembre de 1846 ¿Cómo se predijo la posición del planeta de forma teórica? En 1845 el planeta Urano casi había realizado una órbita completa desde su descubrimiento. Durante ese periodo de tiempo, los astrónomos se percataron que el comportamiento del séptimo planeta en su órbita no era explicable, del todo, con la LEY DE GRAVITACIÓN DE NEWTON. En 1845, dos matemáticos se pusieron a hacer cálculos pertinentes y predijeron que debería existir un octavo planeta que “perturbaba gravitacionalmente” la órbita teórica de Urano. Estos personajes fueron URBAIN LE VERRIER en París y JHON C. ADAMS en Cambridge, los cuales trabajaron con total independencia entre sí. Pero fue el primero quien comunicó a su amigo y colega germano, el astrónomo del observatorio de Berlín, la posible ubicación del nuevo planeta. Galle sólo tardó hora y media en ver el ansiado astro.



*LE VERRIER, GALLE y ADAMS (en sentido descendente)*

El siguiente salto nos lleva al 18 de febrero de 1930, cuando el astrónomo aficionado CLYNDE WILLIAM TOMBAUGH, que colaboraba en el observatorio LOWELL en Flagstaff, Arizona, descubrió el “noveno planeta”: PLUTÓN. Lo hizo de otra forma diferente a los anteriores, pero con la misma premisa que el anterior planeta: La existencia de extrañas perturbaciones en su órbita, las cuales no eran explicable con la organización planetaria existente en ese momento. Además, su jefe en el observatorio siempre teorizó con la existencia de un PLANETA X. Ese planeta X fue descubierto por el uso de una nueva técnica de observación: LA ASTROFOTOGRAFÍA. La cámara fotográfica aplicada a un telescopio tiene un poder de recopilación de luz, infinitamente mayor que el ojo humano. El protocolo a seguir es hacer una fotografía de una zona determinada del cielo (donde se creía que podía estar el nuevo planeta) y esperar un tiempo (varias semanas, por ejemplo) para volver a realizar una nueva fotografía de la misma porción celeste. Después, se comparaban ambas astrofotografías y, si algún

punto se movía posiblemente sería el planeta que se buscaba. Desgraciadamente Plutón dejó de ser considerado planeta por circunstancias que ahora no vienen al caso, pero que podemos resumir en el descubrimiento de cientos de astros como él, y que actualmente constituye una zona del Sistema Solar que denominamos CINTURÓN DE KUIPER. A Tombauch le debieron haber concedido el Nobel, pero su base de “apasionado aficionado”, le cerró esa puerta. Como podemos ver en las instantáneas siguientes, Clyde fue, hasta convertirse en un afamado astrónomo, granjero (fotografía superior, segundo por la izquierda)



***CLYNDE W. TOMBAUGH y SUS PLACAS***

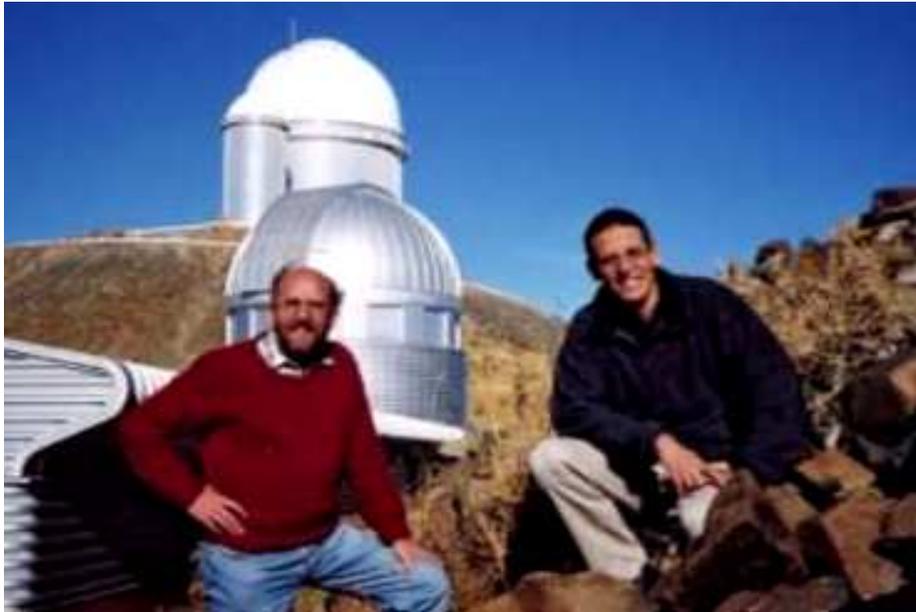
Como podemos observar, con cada descubrimiento el Sistema Solar iba duplicando su tamaño. Con el transcurrir del tiempo, los astrónomos se han percatado que el SOL con todo su séquito, no es más que una minúscula “mota de polvo” en un universo con un tamaño de 15.000.000.000 de años luz. El siguiente paso en descubrir planetas, debería ser “más allá de nuestro Barrio Cósmico”, como predijo hace más de cuatro siglos Giordano Bruno. Este sueño del italiano se confirmó el 6 de octubre de 1995 en la revista científica NATURE. El protagonista es un mundo situado a casi 30 años-luz de nosotros: 51 PEGASI B.



***RECREACIÓN DE 51 PEGASI y DIMIDIO***

51 Pegasi b, también conocido como DIMIDIO, es un planeta que orbita entorno a una estrella llamada 51 Pegasi, es decir una de las luminarias pertenecientes a la Constelación de PEGASO (constelación observable en otoño, por encima de la zona zodiacal). Además, es un planeta que pertenece a lo que denominamos, desde su descubrimiento y de otros más, como “JOVIANO CALIENTE”. Este tipo de planetas son gigantes gaseosos, que curiosamente, orbitan muy cerca de su estrella. Decimos “curiosamente” ya que, hasta entonces, el único modelo de sistema planetario que teníamos era nuestro Sistema Solar. Y en nuestro sistema solar los planetas gigantes no están cerca de su estrella. Además el nuevo planeta tiene un año muy, pero que muy corto, muchísimo más que cualquiera de sus “primos” del Sistema Solar. Para explicar tales fenómenos han surgido teorías como la MIGRACIÓN PLANETARIA.

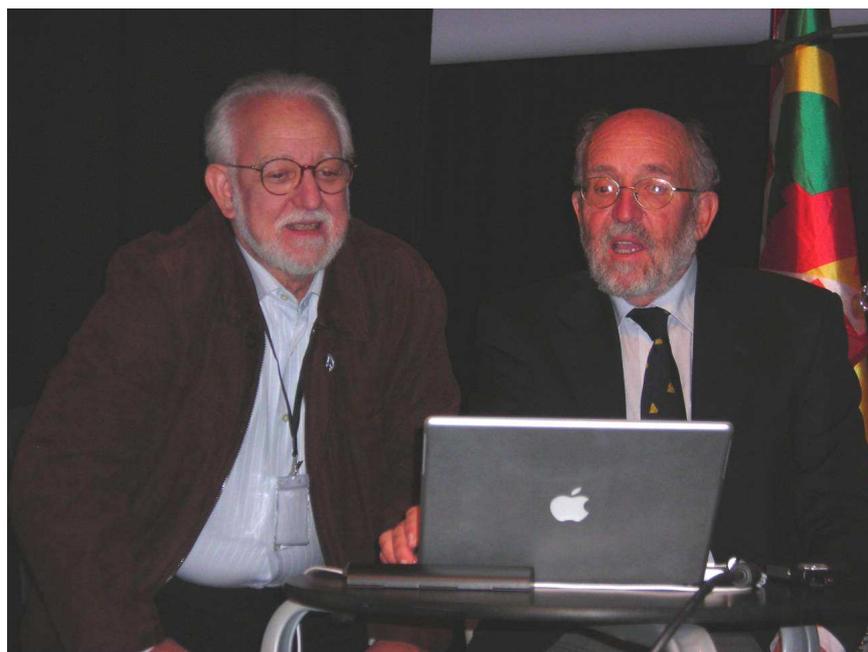
El descubrimiento de 51 Pegasi b es un hito en la astronomía, ya que fue el primer planeta extrasolar (que no gira alrededor del Sol) descubierto. Los artífices de este hito fueron los astrónomos del Observatorio de Haute-Provence, MICHEL MAYOR y DIDIER QUELOZ (director de Tesis y Doctorando, respectivamente).



*Los suizos MAYOR-DIDIER (Nobel de Física 2019)*

Los astrónomos utilizaron, para el descubrimiento de este planeta, el MÉTODO DE LA VELOCIDAD RADIAL y se ayudaron de un ESPECTROGRAFO DE EFECTO DOPPLER denominado “Elodie”.

La frase anterior es muy técnica para un profano, y por tanto tendremos que ir “descubriendo” lo que se encierra en cada término expuesto. Posiblemente, en 2008, nosotros también éramos profanos en el tema, pero tuvimos la inmensa suerte de convivir con MAYOR durante tres días. Mayor, y su señora, son dos personas con inmensos principios humanos, su sencillez les llevó a compartir, y hacer comprensible su trabajo. Ahora nos toca a nosotros, como divulgadores, realizar la misma labor.



*2008 CONGRESO ESTATAL DE ASTRONOMÍA, MAYOR y el cosmólogo oscense MARIANO MOLES  
(fotografía propia)*

La pregunta ha realizarle era obvia: ¿COMÓ SE DESCUBRE UN EXOPLANETA?

Lo primero que hemos de decir es que hasta ese momento, el descubrimiento de planetas se reducía al Sistema Solar, es decir “al patio de nuestra casa”. Con esto no quiero decir que sea tarea fácil, pero es mucho más complicada la búsqueda de planetas extrasolares. La descomunal lejanía y la imposibilidad de “verlos en directo” (debido al brillo de su estrella) son el fundamento de tal dificultad.

Pero a pesar de estas dificultades los astrónomos no han dejado de buscar pequeñas variaciones en la velocidad, brillo y posición de estrellas candidatas, causadas por los planetas buscados. Esta es la idea del astrónomo. Pero esta idea genera una necesidad: El diseño de nuevos equipos que sean capaces de “capturar” a este tipo de variaciones. Por ello, no podemos continuar sin valorar el trabajo de gran cantidad de ingenieros/as que se “han roto la cabeza” hasta dar satisfacción a las necesidades de los astrónomos “exoplanetarios”.

Comenzaremos diciendo algo que va a romper muchos esquemas: “Ningún planeta orbita alrededor del centro de su estrella”. Por ejemplo La Tierra y el Sol orbitan “el uno respecto al otro” alrededor de un punto llamado BARICENTRO. Nuestro planeta es pequeñito, y el baricentro del sistema Sol-Tierra “casi coincide con el centro del Sol”. Pero el baricentro Júpiter-Sol, se encuentra fuera de la estrella, esto se debe a que el gigante gaseoso es, eso, gigantesco. Podemos resumir, y generalizar, que los planetas que orbitan a una estrella hacen “bambolear” a la misma, más cuanto mayor es la masa del planeta.

Bueno, si una estrella “bambolea” significa que se mueve describiendo una pequeña circunferencia respecto al baricentro con el planeta, o los planetas. Si de alguna maneta pudiésemos detectar ese moviendo en una estrella, éste podría ser debido a la presencia

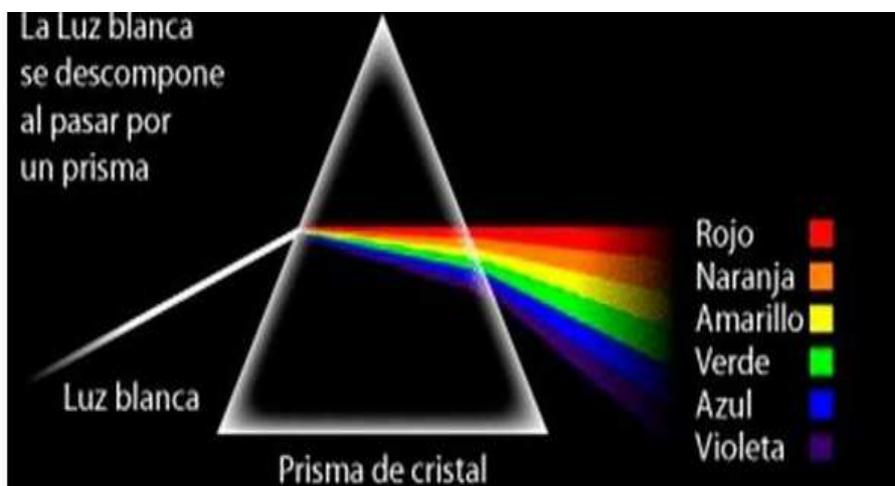
de los astros que andamos buscando. En esta última frase reside el concepto básico del método de la “Velocidad Radial”.

Pero ¿Qué es la velocidad radial de una estrella? Sencillo, cuando miramos cualquier objeto, hay una línea recta que une a éste con nuestro ojo. Que el objeto se acerque o se aleje de nosotros significa que se mueve, sobre esa recta, con una determinada velocidad, esa es LA VELOCIDAD RADIAL. Dicho de otra forma, la velocidad radial es aquella celeridad con la que se mueve un objeto sobre la visual.

Y ahora ¿Cómo puedo detectar el “bamboleo estelar”, y por ende medir su velocidad radial? La respuesta reside en el análisis de la luz que nos llega de la estrella que estamos estudiando. Dos cositas, se comenzó a buscar exoplanetas entorno a estrellas parecidas a nuestro Sol (ya que era el único ejemplo de estrella con sistema planetario que teníamos). Así mismo, comentamos que en la luz de los astros “viene” toda la información que puede obtener un astrónomo de los mismos, excepto que suba a preguntar, medir o pesar al astro en cuestión, situación no muy cotidiana.

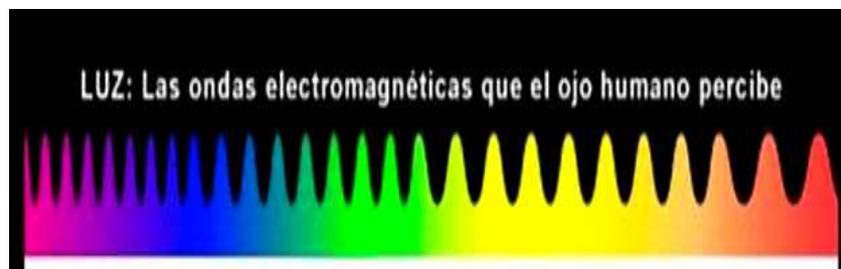
La luz se analiza, y por tanto se le puede sacar la información que porta, descomponiéndola en su ESPECTRO, y observando una serie de bandas oscuras que en él aparecen: LAS BANDAS DE ABSORCIÓN . Volvemos a complicaros la vida, ya que tenemos que conocer un poquito de la naturaleza y comportamiento de la luz.

¿Qué es el espectro de la luz? Para la mayoría de las personas podría ser sinónimo de fantasma, y respecto a la luz no les faltaría razón. Todos habéis visto en alguna ocasión el espectro de la luz visible: EL ARCO IRIS durante una tormenta. Este espectro, o arco iris, se produce al atravesar la luz visible (hay otro tipo de luz que no es visible, las ondas de radio, los rayos X, por ejemplo) las gotas del agua, las cuales actúan como un prisma. La luz incide con un determinado ángulo en el prisma, o en la gota de agua, disminuye su velocidad dentro del mismo, o la misma, y se descompone en los siete colores (del rojo al violeta) del arco iris, o del espectro. Este fenómeno se produce debido a que cada color tiene una energía distinta, el violeta es el más energético, siendo el rojo el que menos representa dentro de este parámetro. Cuanto más energía tiene un tipo de luz, más afectada se ve por el cambio de velocidad. Resultado la luz violeta se “dobla” (refracta) mucho más que la menos energética, la roja.



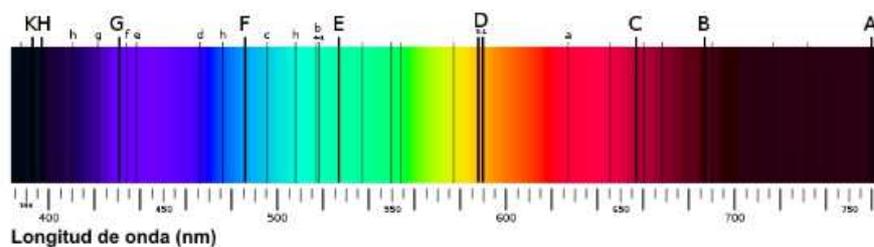
**DESCOMPOSICIÓN DE LA LUZ BLANCA EN SUS SIETE COLORES**

Para poder seguir debemos comentaros que la luz es una ONDA ELECTROMAGNÉTICA (visualizar una onda como las jorobas de un camello, una serie de crestas y valles). También son ondas electromagnéticas las ondas de RADIO, las MICROONDAS que genera tu horno, o los RAYOS X con los cuales te irradian para obtener una radiografía. Todas estas ondas, al igual que los colores antes mencionados, se diferencian entre sí por lo que llamamos FRECUENCIA (la frecuencia es las veces que se repite una onda por unidad de tiempo. De ahí vienen los HERCIOS, o tantos ciclos por segundo). Junto a la frecuencia, otro parámetro caracteriza a una onda: SU LONGITUD. Ambas magnitudes son inversamente proporcionales entre sí, cuando una aumenta, la otra debe disminuir, y viceversa. En la imagen al pie, tenéis la explicación gráfica de lo expuesto. La imagen recoge el espectro de la luz visible, y queremos que os fijéis en la diferencia de frecuencia entre la luz violeta y la roja, ya que esto va a “traer mucha miga”. Las ondas del color violeta se repiten mucho más que las del rojo.



***LA LUZ VIOLETA TIENE LA MAYOR FRECUENCIA, LA ROJA LA MENOR***

Ahora os vamos a mostrar un espectro de la luz de una estrella (imagen la pie). La luz de una estrella, u otro astro, la captamos con un telescopio y posteriormente se la damos a un espectrógrafo, el cual la descompone en los 7 colores y se plasma en una fotografía. Aumentando esa fotografía, observamos que el espectro no es continuo, si no que presenta una serie de líneas negras, como si fuese el código de barras de un producto: LAS BANDAS DE ABSORCIÓN. Las bandas de absorción son eso, un código que nos informa sobre muchas características del astro que emite, o refleja, la luz que llega al telescopio. Nos dice, entre otras cosas, cual es la composición química del astro, si esta afectado por campos magnéticos, y sobre todo si aleja o acerca de nosotros o si tiene VELOCIDAD RADIAL. Bueno, ya vamos “atando cabos”.

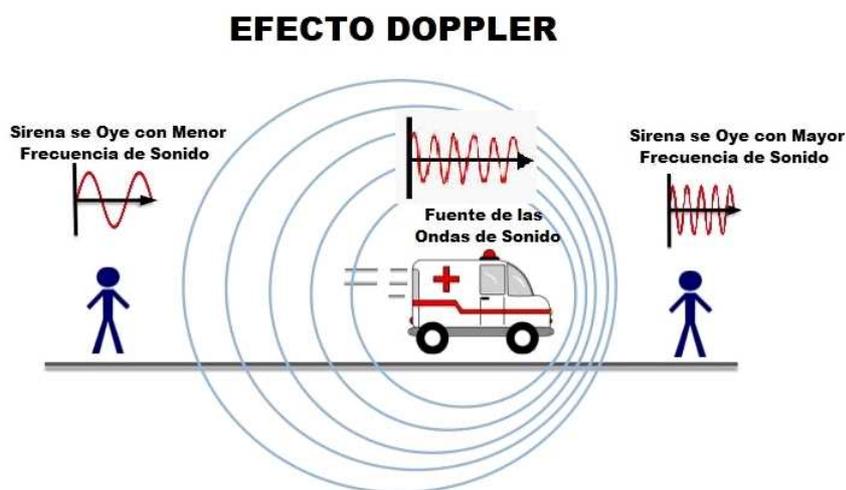


***LAS BANDAS DE ABSORCIÓN APARECEN EN EL ESPECTRO COMO UN CÓDIGO DE BARRAS***

Pero, ¿Cómo nos desenmascaran, y cuantifican, las bandas de absorción la velocidad radial en una estrella? Antes, tenemos que hablar de un fenómeno que presentan todo tipo de ondas: EL EFECTO DOPPLER.

El efecto Doppler se produce cuando la fuente origen de las ondas está en movimiento respecto de un observador fijo. Para explicarlo lo haremos con las ondas “mecánicas” del SONIDO. El fenómeno que os vamos a describir (ver gráfico adjunto) no os será desconocido, aunque no lo sepáis.

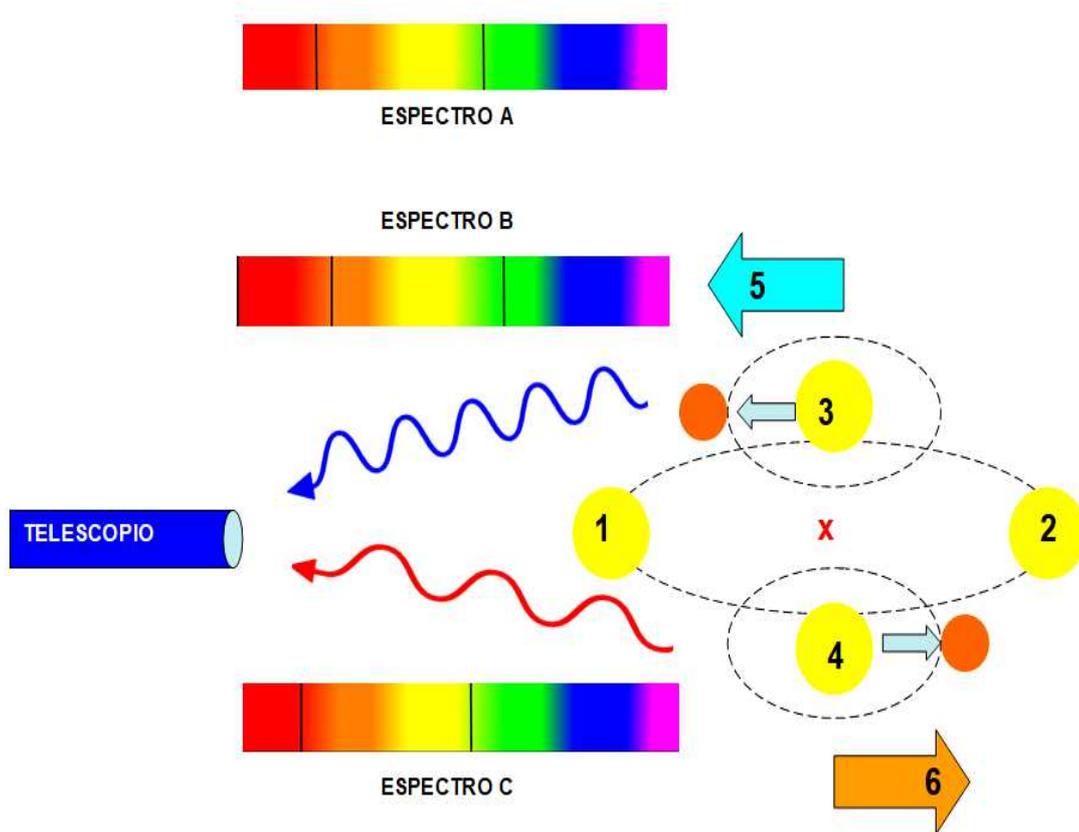
Visualicemos la ambulancia con su sirena en funcionamiento, en la imagen al pie. La sirena produce un sonido, que es una onda (representada por la línea sinusoidal). Si el vehículo está quieto la onda tiene un determinado tamaño (su longitud de onda) y una determinada frecuencia. Oiremos la sirena con un determinado tono “medio”, el cual usaremos como referencia. Cuando la ambulancia avanza hacia nosotros, el sonido de la sirena se hace más agudo. Este cambio de tono se debe a que al avanzar el foco del sonido hacia nosotros, las ondas se “comprimen”, hay más por unidad de tiempo. Es decir la onda llega a nosotros con una mayor frecuencia por ello la percibimos como más “aguda”. Todo lo contrario ocurre cuando la ambulancia se aleja, las ondas se “estiran” y su frecuencia es menor (su longitud de onda es mayor). Nuestro oído percibe el sonido como más “grave”. Pues esto mismo ocurre con las ondas de luz, pero extrapolemos lo anterior para ellas.



**EXPLICACIÓN GRÁFICA DEL EFECTO DOPPLER**

Sabemos que un tono agudo corresponde a una frecuencia mayor, busquemos eso en el espectro de la luz: LA LUZ VIOLETA ES LA DE MAYOR FRECUENCIA, podríamos decir que es el “TONO AGUDO DE LA LUZ”. Todo lo contrario ocurre con el “TONO GRAVE”, éste corresponde en el espectro de la luz visible al COLOR AZUL, comprensible es el color con menor frecuencia. Con estas premisas podemos decir que el efecto Doppler en la luz se manifiesta de la siguiente manera: Cuando una fuente emisora de luz, una estrella por ejemplo, no se acerca ni se aleja respecto a nosotros, su velocidad radial es nula, y el código de bandas de absorción tiene una distribución normal o “media” en su espectro. Pero si, la estrella viene hacia nosotros, la distribución

de bandas de absorción se desplazará hacia el color violeta, más cuanto más velocidad radial tenga. Todo lo contrario ocurre cuando la luminaria se aleja de nosotros, el código de barras de absorción se desplazarán hacia el color rojo. La distribución de bandas normal corresponde en la figura al pie, al ESPECTRO A, el ESPECTRO B describe el desplazamiento hacia el violeta, es decir la fuente luminosa viaja hacia nosotros. El ESPECTRO C, con las bandas oscuras desplazadas hacia el rojo, supone el alejamiento de la fuente. Si este “bamboleo” en las bandas de absorción se repite con un periodo determinado de tiempo, posiblemente hayamos CAZADO UN EXOPLANETA.



***TODO EN UNA IMAGEN: EXPLICACIÓN DEL MÉTODO DE LA VELOCIDAD RADIAL***

Recopilando, al modo de unificar en un solo “guiso” todos los “ingredientes anteriormente explicados.

Seguid con el siguiente gráfico la descripción del MÉTODO DE LA VELOCIDAD RADIAL PARA LA BUSQUEDA DE EXOPLANETAS: La estrella a estudiar está representada por el círculo amarillo, el exoplaneta por el círculo marrón. La equis roja es el baricentro del sistema estrella-planeta. El planeta orbita a su estrella y tira de ella (reprendado por la flecha azul claro) pasando por la posición 1, 2, 3, y 4, lo que provoca que ésta describa una pequeña orbita respecto del baricentro. Cuando el planeta tira hacia nosotros a su estrella (flecha azul 5, haciéndola pasar de la posición 2 a 1), la luz

de la misma parece hacerse azul y su espectro tiene las bandas de absorción desplazadas hacia el azul (respecto del espectro A de referencia o “quieto”). Si por posición orbital, el planeta hace que su estrella se aleje (flecha marrón 6, paso de la estrella de 1 a 2), la luz captada por el telescopio tiende a hacerse roja y el espectro tiene las líneas de absorción desplazadas hacia el color rojo. Observar que la Velocidad Radial aparece en el camido de 1 a 2, y viceversa.



*MAYOR, LÓPEZ ALEGRIA (astronauta, entre nosotros) en una de las comidas que realizamos durante el XVIII CONGRESO ESTATAL DE ASTRONOMÍA. Así mismo aparecemos con dos miembros de la Agrupación Astronómica de Huesca. Por esas fechas, nosotros pertenecíamos a dicha asociación.*

Existen, además del método de la velocidad radial, otras formas de detección de exoplanetas, entre ellos mencionaremos:

- EL DE TRANSITO, en el cual se mide la disminución del “minúsculo” brillo de la estrella, causado por el paso de un planeta por delante de ella. Es la forma más extendida actualmente.

- VISUALIZACIÓN DIRECTA, muy difícil, pero se han confirmado 40 planetas con este método. Consiste en bloquear la luz de la estrella para hacer aparecer al planeta.

- MICROLENTE GRAVITACIONAL, también muy difícil, se basa en las distorsiones de la luz de objetos situados más allá del exoplaneta, cuya gravedad va a distorsionarlos.

- ASTROMETRÍA, casi nada, sólo se ha descubierto un exoplaneta con este método. Es muy complicado. Se basa en el cambio en el paralaje de la estrella a estudiar, debido a la presencia de un planeta.

Actualmente hay confirmado el descubrimiento de 4058 exoplanetas entorno a 3033 estrellas distintas, el método que ha aportado más cuerpos ha sido el ideado por MAYOR-DIDIER. El número de exoplanetas sigue aumentando.

*En verdad, ansiábamos escribir este artículo. Enhorabuena MICHEL.*

MARI y ÁNGEL **QdCA astronomía grañén 2019**