

# LA RADIOASTRONOMÍA, ALTERNATIVA CIENTÍFICA VIABLE

---

La astronomía se considera como la ciencia dedicada al estudio de los cuerpos celestes, para lo que se vale de cualquier tipo de evidencia que se pueda recoger de los mismos. Pocas veces se da la posibilidad de extraer algún tipo de evidencia material de estos cuerpos, por lo que se recurre a la radiación electromagnética de estos. La única forma de investigar el cielo que se conocía hasta mediados del siglo XVII era la luz visible que se recibía de los cuerpos.

No fue hasta 1665 cuando Isaac Newton empezó a realizar experimentos con luz blanca y un prisma (estructura triangular de cristal), descubriendo que la luz blanca se transformaba en toda una banda de colores similar al arcoíris, desde el rojo hasta el violeta. Sin embargo, no estaba claro qué era lo que hacía a la luz blanca adquirir distintos colores [1].

Para hallar una explicación satisfactoria a este fenómeno es necesario remitirse a la reflexión y refracción, pero estos fenómenos sólo conciernen a las ondas. Newton postuló que la luz estaba compuesta de diminutas partículas, y su fama como científico causó que se vieran así hasta el siglo XIX. El astrónomo Christian Huygens en 1678 había mencionado que una teoría que asumiera a la luz como una onda podría explicar la refracción y la reflexión, pero para la época se asumía que las ondas sólo se dan en un medio físico<sup>1</sup> que las pueda transmitir y la reputación de buen científico de Newton provocó que se considerara como falso.

No obstante, a finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX se afianzó la teoría ondulatoria de la luz gracias a los experimentos de Thomas Young y Augustin Fresnel, donde se probaba que la luz sufría de interferencias y difracción, propiedades características de las ondas. Sin embargo, no fue hasta los aportes de James Clerk Maxwell y la prueba observacional de esta por parte de Heinrich Rudolf Hertz que se provocó una aceptación general de la teoría ondulatoria de la luz. Retrocediendo al siglo XVII, donde Willerbrord Snell desarrolló toda la teoría de la refracción. Gracias a ella se puede resolver la incógnita del porqué de la banda de colores que sale del prisma.

Un aspecto importante de la teoría de la refracción es el índice de refracción, una unidad adimensional resultado de la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en un medio, como también la relación entre la longitud de onda en el vacío y en el medio, y la relación entre la frecuencia en el vacío y en el medio, es decir:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_0}{\lambda_n} = \frac{v_0}{v_n}$$

---

<sup>1</sup> Para la época ya se conocía la distancia Tierra-Sol gracias a Giovanni Cassini mediante el paralaje. Se desconocía si había algo en medio, por lo que se planteó la existencia de un material invisible conocido como éter para satisfacer la teoría ondulatoria de la luz

Hay que tener en cuenta de que esta representación analítica es así porque:

$$c = \lambda v$$

El índice de refracción es una propiedad intrínseca de un material respecto a otro que nos indica con qué ángulo saldrá una onda de un medio a otro. Según la ley de Snell, los ángulos respecto a la horizontal así como los índices de refracción se relacionan de la siguiente manera:

$$\sin \theta_1 n_1 = \sin \theta_2 n_2$$

Como  $n$  está expresado en función de la longitud de onda, la ley de Snell indica que la luz con diferentes longitudes de onda es curvada con diferentes ángulos cuando inciden en un material refractor [2]. Con esto se explica la banda de colores, suponiendo que el blanco es un color compuesto y por lo tanto, si se incidía sobre un material refractor se separaría en sus componentes. A la banda de colores se le conoce como el espectro visible. Esta es una pequeña porción de todo el espectro electromagnético.

Aunque es diminuta comparada con el resto del espectro, la luz visible fue la única ventana disponible para investigar los objetos celestes. No fue hasta 1932 que el radio ingeniero norteamericano Karl Guthe Jansky, trabajando para los laboratorios de la empresa Bell Telephone descubrió una fuente de radio en la constelación de Sagitario, encontrando la ubicación del centro galáctico. Esto marcó el inicio de la Radioastronomía.

Por lo tanto, la Radioastronomía es una ciencia relativamente joven, dedicada al estudio de los cuerpos celestes mediante la emisión que estos producen en el campo de las ondas de radio. Dedicarse a ver el universo desde una única longitud de onda o un segmento del espectro electromagnético es una mala decisión porque el universo consta de diferentes tipos de cuerpos que emiten en distintas longitudes de onda, por lo que se vería una pequeña porción de lo que acontece en el universo. Sería como estar ciego.

En la Radioastronomía no se necesitan telescopios con caros lentes y/o espejos como en la astronomía visible, sino que se necesitan antenas, mucho más asequibles que los grandes telescopios necesarios para realizar un análisis profesional del cosmos. Además, muchos fenómenos como la radiación cósmica de fondo o candidatos a agujeros negros supermasivos como Sagitario A tienen sus picos de emisión en el rango de las ondas<sup>2</sup>.

Sin necesidad de ir muy lejos podemos investigar cuerpos celestes del sistema solar mediante las ondas de radio que recibimos de los mismos. El sol tiene una temperatura aproximada de 5700 K y una longitud de onda aproximada de 550 nm. Se supone que mientras mayor sea la temperatura, menor será la longitud de onda, es decir.

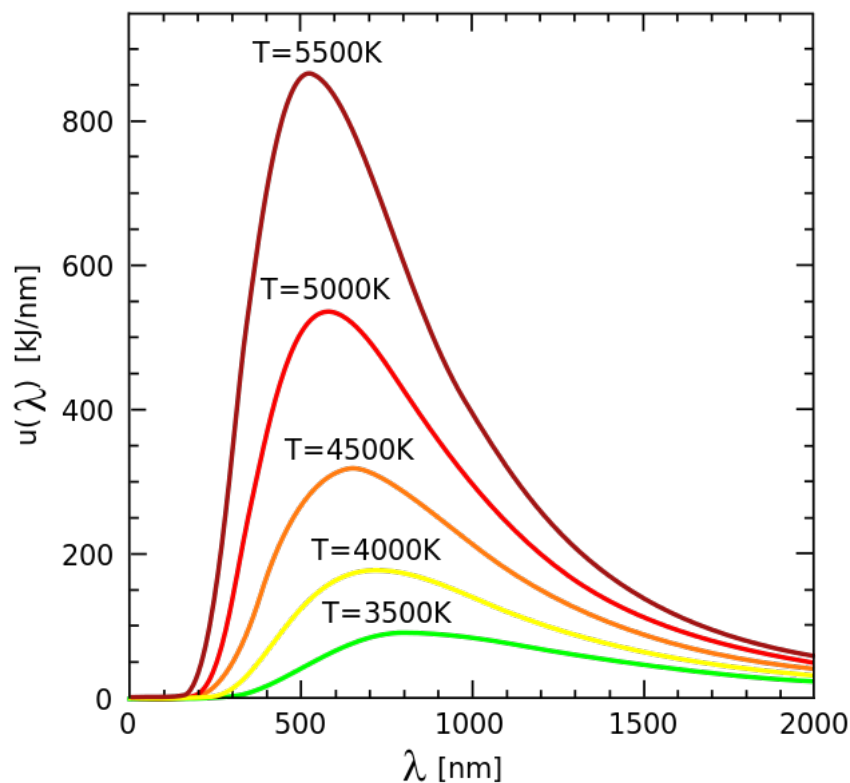
$$\lambda \propto T^{-1}$$

---

<sup>2</sup> Hay que tener en cuenta que se plantea a los agujeros negros como fuentes de rayos X debido a los discos de acreción que estos poseen. Esto no ocurre con Sagitario A debido al medio interestelar, compuesto principalmente de partículas de polvo que tienden a absorber las cortas longitudes de onda.

A finales del siglo XIX y principios del XX, una buena parte de la comunidad científica se dedicó a investigar la radiación emitida por los cuerpos a determinada temperatura. Para la época se conocía experimentalmente la curva de radiación de un cuerpo para determinadas temperaturas, también se descubrió que los detalles del espectro emitido son casi independientes del material particular del cual se compone el cuerpo, pero dependen fuertemente de la temperatura [3].

Existía un inconveniente, ya que los datos experimentales no se adaptaban a la termodinámica clásica. No fue hasta los aportes de Max Plank que se planteó una manera analítica de representar la curva de frecuencias para determinada temperatura como se aprecia en la gráfica. La teoría se aplica a los cuerpos negros, que es un término usado para identificar aquellos objetos que absorben toda la radiación que incide sobre ellos<sup>3</sup>.



1 Unidad de longitud de onda contra Poder por área de emisión por ángulo sólido.

Fuente: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Wiens\\_law.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Wiens_law.svg)

Plank llegó a la conclusión de que la distribución espectral de la radiación de un cuerpo negro se especifica por la cantidad  $R_T(\nu)$ , llamada radiancia espectral, definida como  $R_T(\nu)\delta\nu$ , que representa la energía emitida en forma de radiación con frecuencias en el intervalo  $\nu$  y  $\nu + \Delta\nu$  de un área unitaria de la superficie a temperatura  $T$  y por unidad de

<sup>3</sup> Existe un término conocido como albedo, producto de la relación entre la radiación reflejada y la radiación recibida expresado en porcentaje, es decir:  $a = \frac{R_{reflejada}}{R_{recibida}}$ . No existe algún cuerpo que tenga un albedo de 0, por lo que los cuerpos negros son ideales.

tiempo. Esto es dependiente de la frecuencia o longitud de onda que se maneje, por lo que se debe integrar la función  $R_T(\nu)$  respecto a todas las frecuencias comprendidas para hallar la energía emitida por unidad de área de la superficie (intensidad), es decir.

$$\int_0^{\nu_n} R_T(\nu) \delta\nu$$

A esto se le conoce como radiancia, también definida como:

$$R_T = \sigma T^4$$

Donde  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ . Después, Wilhelm Wien descubrió la proporcionalidad inversa descrita en la primera ecuación y halló que la constante de proporcionalidad es igual a  $2.8976 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ .

Toda la explicación anterior se dio con el fin de hacer entender al lector que un cuerpo por el simple hecho de estar a una temperatura superior al cero absoluto (-273 °C) produce radiación y esta radiación no se produce en una sola frecuencia, sino en un amplio rango de las mismas. Por lo tanto, puede que un cuerpo como el sol tenga su longitud de onda máxima en el visible, pero emitirá rayos X y ondas de radio en menor intensidad.

Para entender a un cuerpo celeste hay que investigarlo desde diferentes longitudes de onda. Una de las ventajas de ver en las ondas de radio es que la atmósfera terrestre es transparente para este tipo de ondas, en cambio, si se quiere ver fenómenos de alta energía como los rayos cósmicos se debe observar desde el espacio.

De esta manera, la Radioastronomía se convirtió una ciencia prolífica debido a su facilidad y utilidad en el entendimiento del universo. Existe un proyecto conocido como Radio Jove, creado por la NASA con el fin de acercar la Radioastronomía a escuelas y universidades [4]. El proyecto suministraba a los interesados las piezas de un receptor, las cuales servían para armar el mismo. Para construir este receptor eran necesarios conocimientos en soldadura y electrónica, ya que estaba compuesto de una placa de pruebas en la que se debían ensamblar todos los componentes electrónicos dispuestos en las piezas del receptor. Toda la documentación referente al receptor se encuentra en la página web del proyecto.

La Universidad Konrad Lorenz con sede en Bogotá se interesó en este proyecto, y adquirió las piezas del receptor. Esta universidad, tiene un proyecto social con el cual se ayuda a la inserción de la ciencia en la sociedad. El proyecto se llama Semillero de Talentos Matemáticos, Científicos y Tecnológicos. El tercer semillero se dedicó a todo lo concerniente al proyecto Radio Jove, por lo que se profundizó en Radioastronomía, se aprendió a armar el receptor y se enseñó a programar en los lenguajes Python y Bash para poder analizar la gran cantidad de datos recibidos desde el receptor.



**2** Placa de Pruebas con sus componentes ensamblados.

A pesar de aparentar un carácter meramente institucional, de introducción, el proyecto Radio Jove tiene una base de datos donde las personas que dispongan del programa suministrado por el proyecto pueden subir las mediciones que realicen, indicando el momento en el que la hicieron en tiempo universal, así como la latitud y longitud del lugar donde fue realizada la medición. Esto es con el fin de comparar los datos tomados alrededor del globo para realizar una estadística adecuada.

Puede que el proyecto no tenga la misma talla que grandes antenas parabólicas funcionando por interferometría, pero, así como ocurre en la astronomía observacional, los grandes telescopios tienen horarios muy ajetrechos respecto a cuerpos celestes que “están de moda”. En cambio, proyectos medianos e independientes como Radio Jove están en la vanguardia en la detección de cambios en el panorama celeste.

Se hace necesario este tipo de proyectos para mantener bajo observación nuestra situación en el universo, porque, como decía Carl Sagan “El universo no fue hecho a medida del hombre, tampoco le es hostil: es indiferente”. En especial, se debe observar con mayor rigurosidad al sol, al ser este el astro que tiene mayor influencia sobre la Tierra.

## REFERENCIAS

[1] Isaac Asimov. Asimov's Chronology of Science and Discovery. HarperCollins Publishers. 1989.

[2] Raymond A. Serway. Physics for Scientists and Engineers, Fourth Edition. Serway. 1996.

[3] Robert Eisberg y Robert Resnick. Física Cuántica; átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas. Editorial Limusa. 1978.

[4] <http://radiojove.gsfc.nasa.gov/about.htm>