

## Fundamentos de Radioastronomía

### Breve Reseña histórica – Parte 1

La Astronomía del siglo XX ha progresado mas que ninguna otra ciencia, y en su primera mitad lo hizo gracias a los grandes telescopios ópticos, siendo la culminación el de Monte Palomar, que con su enorme espejo de 5 metros nos logró ubicar en el espacio de la mano de Hubble, Humason y Sandage. Pero como el mismo Allan Sandage reconoció mas de una vez, la borrosidad de la atmósfera les impedía medir con una mínima precisión las galaxias y demás fuentes extragalácticas de manera confiable.

La gran meta de estos pioneros era la de hallar el valor de la constante de Hubble, que permite determinar el tamaño y grado de expansión del Universo, y que fue objeto de discusión hasta mediados de los años 80, y aún hoy provoca grandes debates.

Para los astrónomos ópticos, la única salida viable era un telescopio fuera de la atmósfera.

Las limitaciones que presentaba la óptica encontraron una salida en la observación en ondas de radio.

Ellas no se ven perturbadas por la atmósfera en un rango bastante amplio, ni por el polvo interestelar y lo más importante: las antenas pueden construirse de gran tamaño como en Arecibo, dado que pueden montarse directamente sobre el terreno, y los receptores han evolucionado de una manera increíble sobre todo en la época de las sondas espaciales, dado que ellas emiten con potencias extremadamente bajas y deben captarse a través de millones de kilómetros.

#### ¿Que son las ondas de radio?

Son ondas electromagnéticas del mismo tipo que la luz, rayos infrarrojos, rayos X y rayos  $\gamma$ , solo que generadas por fenómenos diferentes, como veremos mas adelante.

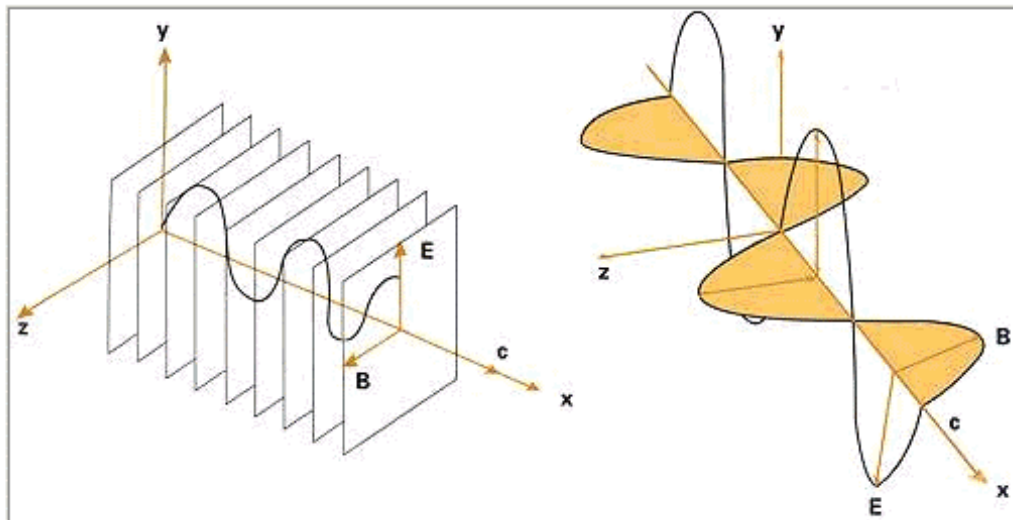
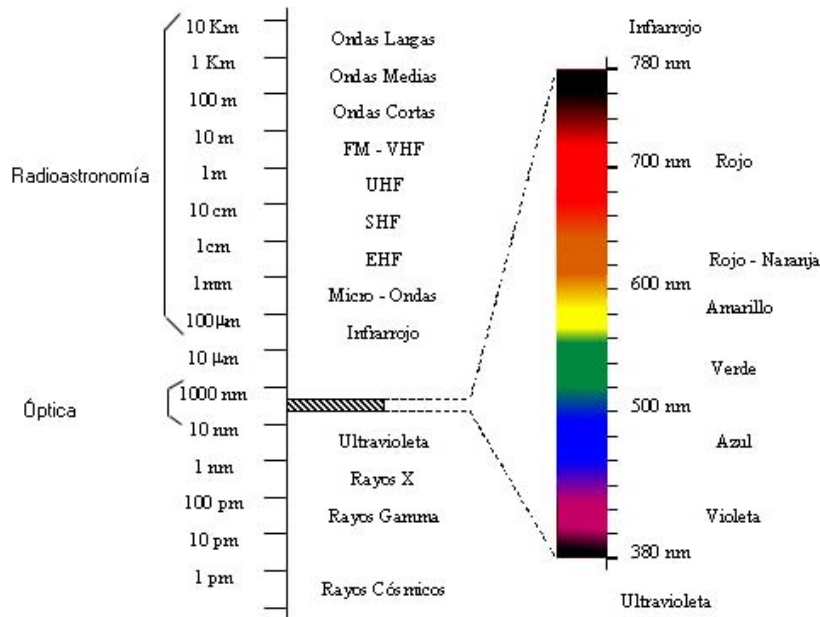


Fig 1

Una onda electromagnética está compuesta de dos campos oscilantes: uno eléctrico, E y otro magnético, B, perpendiculares entre sí y perpendiculares a la dirección de propagación. Se puede ver que el campo eléctrico oscila contenido en el plano definido por los ejes x e y. En este caso, se dice que la onda presenta una polarización lineal.

El rango en el que se extienden las ondas electromagnéticas es enorme. La firma distintiva de una onda es su frecuencia ( $f$ ) o número de ciclos por segundo que pasan por un punto dado. La frecuencia se mide en Hertz (Hz) y  $1 \text{ Hz} = 1$  ciclo por segundo.



Existen m6ltiplos del Hertz, algunos mas conocidos como el Kiloherzt (1000 Hz) y el Megahertz (1.000.000 Hz), pero tambi6n est6n el Gigahertz (1.000.000.000 Hz) y el Terahertz (1.000.000.000.000 Hz). Estamos hablando de un rango de un bill6n de veces en el que podemos captar se6ales de inter6s. La inversa de la frecuencia es el per6odo ( T ), que es el tiempo que tarda una onda en completar un ciclo.

$$f = 1/T$$

Una forma equivalente de describir una onda cualquiera es su longitud de onda ( λ ), que mide el espacio que recorre la onda cuando transcurre un ciclo viajando a la velocidad de la luz ( en el vac6o ), y que se mide en metros. Como espacio= velocidad x tiempo, entonces λ= c x T, en donde c es la velocidad de la luz, o lo que es lo mismo λ= c/f.

Una forma r6pida de calcular λ en metros expresando la frecuencia en MHz es:

$$\lambda = 300 / f(\text{MHz})$$

por ejemplo, una onda cuya frecuencia es de 600 MHz tendr6 una longitud de onda de 300 / 600= 0,5 metros, 6 50 cent6metros.

Ondas	Radio AM	Onda Corta	Radio FM	Microondas	Infrarrojos	Ultravioleta	Rayos x	Rayos Gamma
λ (cm)	3.10 <sup>4</sup>	3.10 <sup>3</sup>	3.10 <sup>2</sup>	3	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-10</sup>

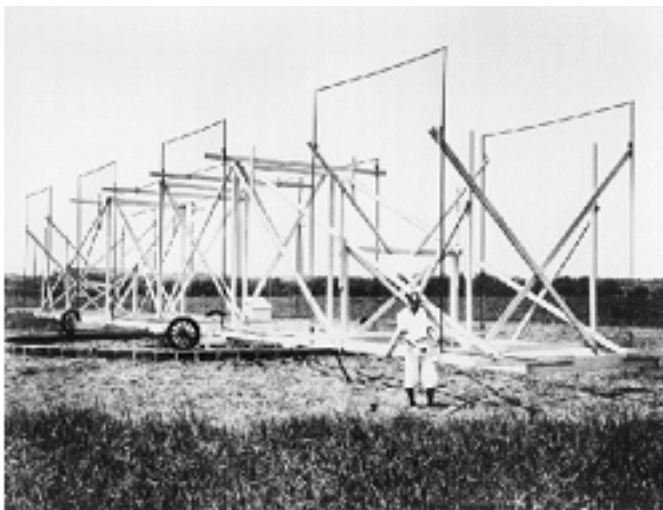
### Los primeros pasos

Como muchas ramas de la ciencia, su origen fue un tanto casual.

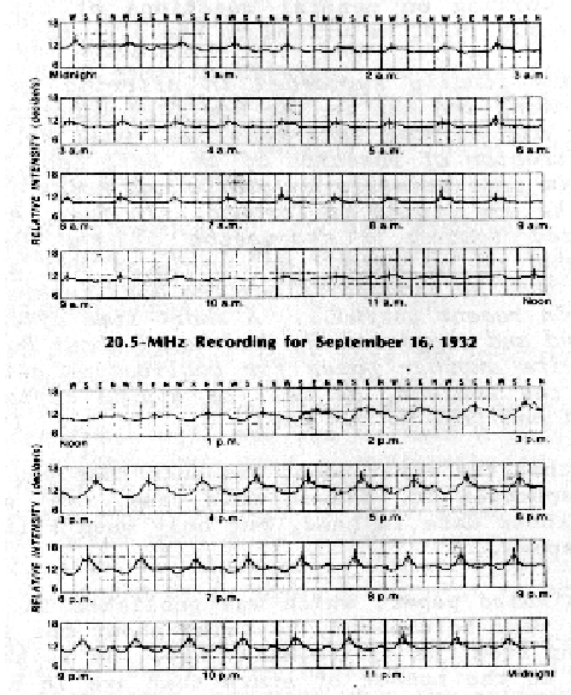
En 1931 un ingeniero de los Bell Telephone Laboratories llamado Karl Jansky estaba haciendo experimentos investigando la direcci6n desde las que proven6an las tormentas est6ticas, cuyo dato era 6til para el dise6o de circuitos de radio- tel6fonos transoce6nicos.



Para ello Jansky construyó una antena llamada cortina de Bruce, montada sobre ruedas en una guía circular para que pudiera rotar en acimut, y un motor movía la estructura haciéndola girar una vuelta cada 20 minutos.



La frecuencia de operación era de 20,5 MHz, se conectaba a un receptor cuya salida era un registrador de cinta como el de los viejos electrocardiógrafos.



En diciembre de 1932 publicó los primeros resultados, entre los que encontró 3 tipos diferentes de fenómenos:

- 1) Tormentas estáticas locales
- 2) Tormentas estáticas distantes principalmente en dirección sur
- 3) Un extraño ruido estático de origen desconocido

Este último punto le extrañó, dado que tenía una periodicidad de 24 horas Esta sospecha dio origen a la Radioastronomía.

Al principio Jansky pensó que la fuente era el Sol, pero luego se dio cuenta de que en realidad estaba fija en el espacio, dando unas coordenadas aproximadas de 18Hs de ascensión recta y 10° de declinación sur.

Posteriormente escribió que la radiación se recibía si la antena apuntaba hacia la Vía Láctea, mas precisamente al centro de ella.

En 1937, Grote Reber, un ingeniero de Illinois, se interesó en el trabajo de Jansky y construyó un reflector parabólico de 10 metros en el fondo de su casa.



Su montura le permitía moverse solo sobre el meridiano, moviéndose solo en declinación y dejando que el movimiento de rotación de la Tierra la hiciera barrer en ascensión recta.



Después de varios intentos, en 1939 obtuvo indicaciones claras de radiación en 160 MHz concentrada en el plano de la galaxia y publicó sus resultados en 1940.

Se dio cuenta de que su sistema antena-receptor ( que hoy llamamos radiotelescopio ) actuaba como un bolómetro o dispositivo medidor de calor, dando una medida de la temperatura de las partes lejanas en el espacio, y que dicha medición coincide con la radiación del cuerpo negro.

En 1944 publicó los primeros mapas en radio y fueron la primera medición cuantitativa de radiación en ondas de radio del cielo, que eran muy buenas si se las compara con mapas actuales.

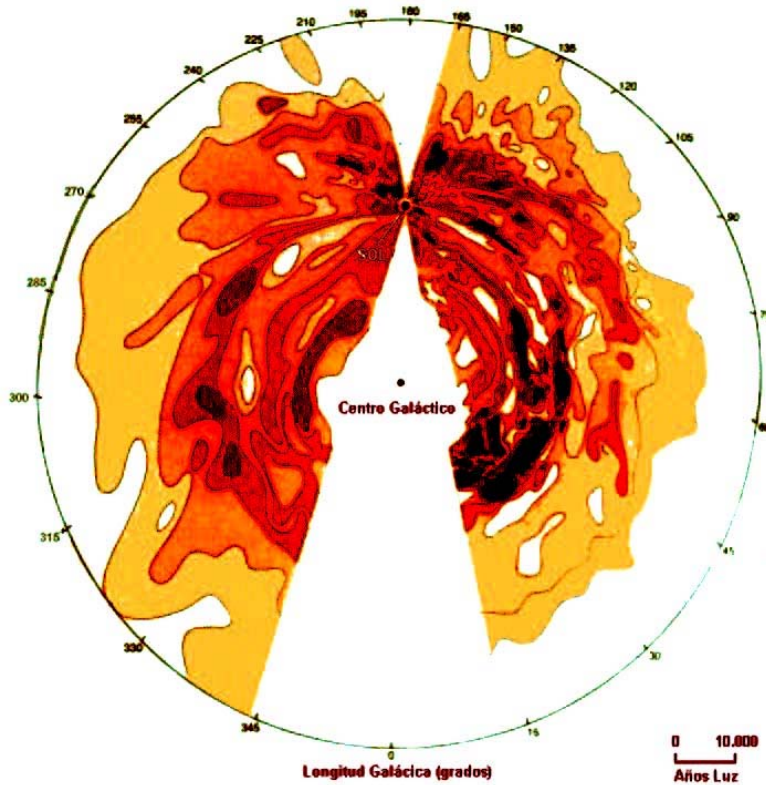
El profesor Jan Oort, director del observatorio de Leiden leyó el artículo y se mostró muy interesado en los hallazgos de Reber y Jansky. Se dio cuenta que la radiación hallada era la del continuo, lo cual significa que debía captarse en todo el espectro de radio, y si se encontraba al menos una frecuencia bien definida, podía resultar en un gran hallazgo.

Envío al Dr. Hendrick van de Hulst, un astrónomo joven del observatorio a investigar el tema y en 1944 reportó que el hidrógeno neutro era una fuente de emisión probable en el espacio interestelar.

Tenía una frecuencia natural de 1420 MHz (  $\lambda = 21,1$  cm. ), correspondiendo a una transición entre dos niveles de energía desde el estado de reposo relacionada con el spin del electrón.

Comenzó así una búsqueda que llevó a su detección en 1951 por Ewen y Purcell, de la universidad de Harvard. Pocas semanas después la detectaron Muller y Oort en Leiden y Christiansen en Australia.

La investigación en esta longitud de onda se convirtió en una de las mas importantes en Radioastronomía, y entre otras cosas sirvió para mapear la estructura de nuestra galaxia, como en el mapa que se muestra a continuación.



Hasta aquí tenemos un panorama de lo logrado durante el primer cuarto de siglo de existencia de esta especialidad, desde un mero hallazgo casual hasta la descripción de la forma de nuestra Vía Láctea, pero lo que sigue llevará a progresos mucho mas vertiginosos y a descubrimientos jamás pensados sobre fenómenos que se dan mas allá de nuestra propia galaxia.

Pero de esto hablaremos en la segunda parte de esta breve introducción...