

RADIOASTRONOMÍA: UNA MIRADA MÁS AMPLIA

Viviana Bianchi¹

Resumen: La presencia de los cuerpos celestes se conoce gracias a que emiten luz. Pero la luz constituye solo una pequeña parte de un fenómeno mucho más amplio conocido como radiación electromagnética. La representación de todas las clases de radiación como función de su frecuencia se denomina espectro electromagnético. Si solo estudiáramos la parte visual del espectro ignoraríamos una gran cantidad de información. Los cuerpos celestes emiten radiación en todas las regiones del espectro electromagnético, aunque con muy distinta intensidad. Para captar estos datos, los astrónomos deben diseñar nuevos tipos de telescopios que puedan captar la radiación de distintas longitudes de ondas, entre ellos los radiotelescopios, que como su nombre lo indica detectan ondas de radio. El radiotelescopio puede compararse a un aparato de radio familiar. Una estación emisora está enviando información por medio de ondas de radio. El aparato de radio capta estas ondas mediante su antena, la procesa y el receptor reproduce la información (música, etc.) en forma audible. En el campo de la radioastronomía se pueden realizar observaciones interesantes: Radioestrellas, nebulosas, púlsares, galaxias y estrellas lejanas, radiogalaxias, la Vía Láctea, el Sol, Júpiter, etc.

Palabras-clave: Radioastronomía, radiotelescopios, radiación electromagnética y espectro electromagnético

Abstract: *The existence of the celestial bodies is known due to the light they emit. But light is a small part of a bigger phenomenon known as electromagnetic radiation. The representation of all kinds of electromagnetic radiation as a function of its frequency is called the electromagnetic spectrum. If we only studied the visible part of the spectrum, we would ignore a great deal of information. The celestial bodies emit radiation in all the regions of the electromagnetic spectrum, with very different intensity. To capture these data, astronomers design new types of telescopes that capture radiation at different wavelengths, among them the radiotelescopes that, as the name indicates, detect radio waves. The radiotelescope can be compared to a regular radio set. A radio station sends information by means of radio waves. The radio set captures these waves by means of its antenna, processes it and reproduces the information (music, etc.) in audible form. In the field of radioastronomy, interesting observations can be carried out: radio emission from stars, nebulas, pulsars, distant galaxies and stars, radiogalaxies, the Milky Way, the Sun, Jupiter, etc.*

Keywords: Radioastronomy, radiotelescopes, electromagnetic radiation and electromagnetic spectrum

Radioastronomía: Una mirada más amplia

Durante mucho tiempo, el hombre conoció el Universo sólo a través de sus ojos. Pero en las últimas décadas ha sentido el deseo de observar más allá de lo que sus ojos y los telescopios más potentes pueden apreciar.

La presencia de los cuerpos celestes se conoce gracias a que emiten luz. Pero la luz constituye solo una pequeña parte de un fenómeno mucho más amplio conocido como **radiación electromagnética**.

El universo no solo es lo que podemos ver con nuestros ojos, sino que también comprende numerosas radiaciones que resultan imposibles de observar naturalmente y sin ayuda de tecnología. Si solo estudiáramos la parte visual del espectro

¹Grupo Astronómico Don Torcuato

Radioheliometro del Observatorio Nacional de Física Cósmica de San Miguel

Co-coordinadora del foro de radioastronomía de la LIADA

A cargo de la sección radioastronomía de www.cielosur.com. – e-mail: vivianabianchi@educ.ar, viviana_bianchi@hotmail.com

ignoraríamos una gran cantidad de información. La radioastronomía puede ser vista como la confluencia de la radiocomunicación y la astronomía.

Las ondas

Las radiaciones electromagnéticas son un desplazamiento de energía, a través de un fenómeno que conocemos como **ondas**. Hablando en términos generales, una onda es la transmisión de energía que no necesita necesariamente de un movimiento de la materia.

El sonido, las olas del mar, ondas sísmicas, la luz, los rayos x, las ondas de radio son ejemplos de ondas, aunque muy diferentes. Sin embargo, sin tener en cuenta su naturaleza, todas las ondas tienen algunas características generales en común.

Ondas Electromagnéticas

En nuestro caso nos referiremos a las **ondas electromagnéticas**.

Como señalamos anteriormente, la luz visible es solo una pequeña parte del espectro electromagnético. Por orden decreciente de frecuencias (o creciente de longitudes de onda), el espectro electromagnético está compuesto por rayos gamma, rayos x, radiación ultravioleta, luz visible, rayos infrarrojos, microondas y ondas de radio. Las ondas electromagnéticas tienen una serie de parámetros característicos: amplitud, frecuencia y longitud de onda.

Analizando, podemos decir que:

- a. La amplitud, está relacionada con la intensidad de la señal. Por ejemplo, en las ondas sonoras que detecta el oído humano, la amplitud representa la intensidad acústica con que percibimos el sonido.
- b. La frecuencia representa el número de veces por segundo con que oscila la onda electromagnética. En el caso de las ondas sonoras, es el tono con el que percibimos dichos sonidos.
- c. La unidad de medida de la frecuencia es el Hertzio (Hz.), denominada así en honor al físico Frederic Hertz.

Por último la longitud de onda (λ) es un parámetro que relaciona la velocidad de las ondas electromagnéticas (c) con la frecuencia (f) de la siguiente forma:

$$\lambda = c/f \quad c = 300.000 \text{ km/s}$$

A medida que aumenta la frecuencia de una señal electromagnética, disminuye su longitud de onda.

Hasta aquí hemos visto la naturaleza de las señales y sus parámetros principales. Quizás sean datos un tanto técnicos, pero sin duda necesarios para comprender como identifican y reproducen los radiotelescopios.

La velocidad de la luz en el vacío es de aproximadamente a 300.000 Km/s

Las ondas electromagnéticas no necesitan un medio para propagarse. Todas las radiaciones del espectro electromagnético presentan las propiedades típicas del movimiento ondulatorio, como la difracción y la interferencia.

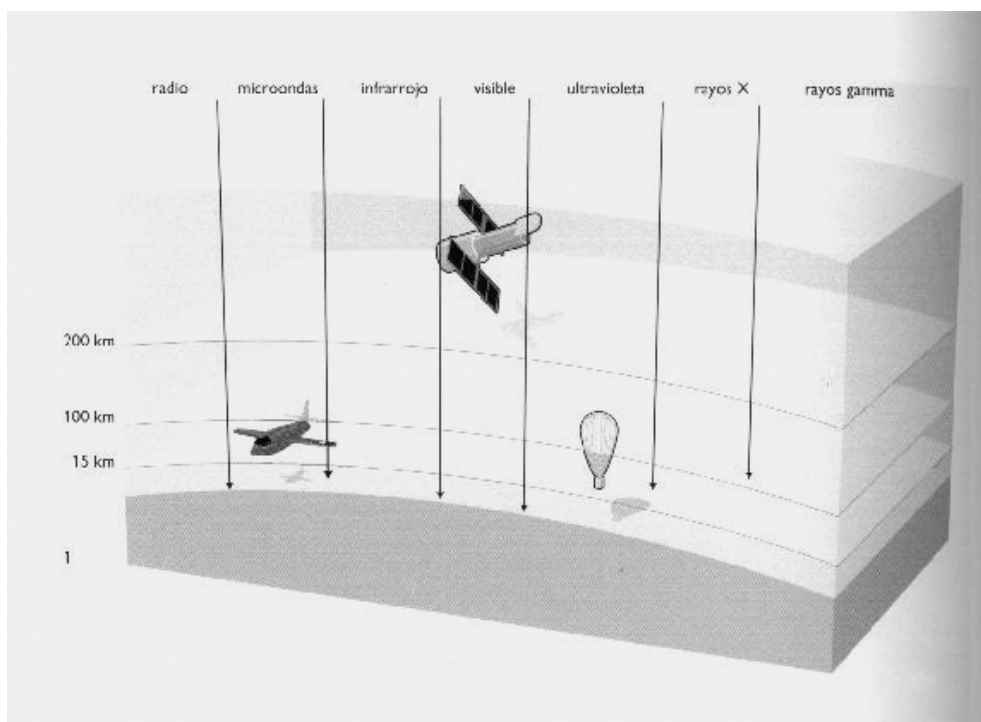


Figura 1 -Llegada a la atmósfera de las radiaciones de diferentes longitudes de onda.

Sabemos que las ondas de radio, al igual que la luz visible, pueden penetrar nuestra atmósfera y llegar a la superficie de la tierra. (Figura 1)

Su historia - Un descubrimiento accidental

El ingeniero estadounidense Karl G. Jansky, detectó accidentalmente mientras trabajaba en Bell Laboratories, en 1932, ruidos provenientes de la región cercana al centro de nuestra galaxia, la Vía Láctea, durante un experimento para localizar fuentes lejanas de interferencia de radio terrestres. La distribución de esta radioemisión galáctica fue cartografiada por el ingeniero Grote Reber, utilizando una antena paraboloide de 9,5 m que construyó en su patio de Illinois. En 1943 Reber también descubrió la largamente codiciada radioemisión del Sol. La radioemisión solar había sido detectada pocos años antes, cuando fuertes estallidos solares produjeron interferencias en los sistemas de radar británicos, estadounidenses y alemanes, diseñados para detectar aviones.

Como resultado de los grandes progresos realizados durante la II Guerra Mundial en antenas de radios y receptores sensibles, la radioastronomía floreció en la década de 1950. Los científicos adaptaron las técnicas de radar de tiempo de guerra para construir diversos radiotelescopios en Australia, Gran Bretaña, Países Bajos, Estados Unidos y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, y muy pronto se despertó el interés de los astrónomos profesionales.

Fuentes de radioemisión discretas fueron catalogadas en número creciente y, desde la década de los años cincuenta, fueron identificadas muchas radiofuentes como distantes galaxias visibles. En 1963, la continua investigación de radiofuentes muy pequeñas llevó al descubrimiento de una clase de radiofuentes de aspecto estelares

Viviana Bianchi

llamadas quásares, que, debido a que presentaban desplazamientos hacia el rojo de una magnitud sin precedentes, parecían encontrarse a distancias enormes de la Tierra.

Poco después, en 1965, los radioastrónomos estadounidenses: Arno Penzias y Robert W. Wilson anunciaron el descubrimiento de la radiación de fondo de microondas cósmica de 3 K(-270°C), que tiene muchas implicaciones para las teorías del origen del Universo y su evolución. En 1968 se descubrió un tipo nuevo de radiofuente, el pulsar, identificado rápidamente como una estrella de neutrones que gira a gran velocidad.

Durante muchos años, los astrónomos se concentraron en el estudio de longitudes de onda relativamente larga, cercana a 1 m, para las que era fácil construir grandes estructuras de antenas y receptores sensibles.

Al desarrollarse las técnicas para construir estructuras más grandes y precisas, y perfeccionarse los equipos de recepción de onda corta, las bandas de longitud de onda de hasta 1 mm cobraron especial importancia.

Ventanas al Universo

Los cuerpos celestes emiten radiaciones en todas las regiones del espectro electromagnético, con muy distinta intensidad. Además, no toda la radiación puede llegar hasta la superficie terrestre porque la atmósfera absorbe gran parte de ella.

Recordemos que tanto la luz como las ondas de radio son radiación electromagnética y solo difieren en su longitud de onda.

Para captar estos datos, los astrónomos deben diseñar nuevos tipos de telescopios que puedan captar la radiación de distintas longitudes de ondas, El radiotelescopio, trabaja sólo con longitudes de ondas de radio.

Mucho mas de lo que nuestros ojos pueden ver.

En el campo de la radioastronomía se pueden realizar interesantes observaciones:

Gas y Polvo Interestelar

Podríamos creer que el espacio exterior esta poblado solo por estrellas, pues en la noche solo se ve negrura entre esos diminutos puntos brillantes. Esa oscuridad sólo corrobora los límites de nuestra visión.

En realidad el espacio entre las estrellas no está vacío, sino que está ocupado por una mezcla muy diluida de polvo y gas. Ese gas produce emisiones de ondas de radio.

De modo que las radioemisiones celestes provienen principalmente del medio interestelar, pero como veremos mas adelante, hay mucho más.

Este gas suele unirse formando nubes, miles de millones de veces mayores que la tierra.

Estas partículas de polvo que están mezcladas con el gas impiden que la luz de las estrellas distantes llegue a nosotros. Aquí está la ventaja de la radioastronomía sobre el método óptico:

Las ondas de radio producidas por el gas penetran sin dificultad a través de esas gruesas nubes de polvo interestelar y permiten “ver” más alla de ellas.

Radioestrellas

Los restos de supernovas son nubes de fragmentos de estrella que han explotado. Los electrones relativistas producidos en la explosión de una supernova son capturados por el campo magnético que está presente en el lugar de la explosión. Cuando estos electrones giran en espiral alrededor de las líneas del campo magnético, continúan irradiando durante miles de años. En algunos casos, una estrella misma es fuente de radioemisión y se la denomina radio estrella. Otra clase importante de radioestrella comprende los sistemas de estrellas dobles (binarias) que emiten ondas de radio cuando su masa se transfiere de un elemento a otro.

Hidrógeno

Una de las ventajas más importantes del radiotelescopio es que nos puede mostrar donde están situadas nubes de hidrógeno frío. Debido a que el 90% de los átomos del Universo son de hidrógeno esta es una información fundamental.

Este elemento surgió muy temprano en la vida del Universo y podemos decir que a partir de él se ha formado toda la materia conocida (incluyendo al hombre), ya que es el combustible para la producción de energía que hace brillar a las estrellas y para la gestación de otras.

Además de emitir únicamente en radio, el estudio del gas de hidrógeno tiene grandes ventajas. Es posible detectar su emisión en lugares oscurecidos y muy distantes en nuestra galaxia, y lo que es más importante aún, permite medir las velocidades del gas y así estudiar los movimientos en las galaxias.

Las grandes nubes de hidrógeno frío son completamente invisibles para los telescopios normales, debido a que no producen ninguna luz por sí mismas y reflejan muy poco como para detectarse mediante imágenes.

Sin embargo el hidrógeno frío emite radioseñales en la longitud de onda específica de 21 cm, sólo detectables mediante el radiotelescopio.

Materia Oscura

Gracias a las grandes extensiones de la galaxia ocupadas por el gas de hidrógeno, se puede observar el movimiento del mismo a grandes distancias del centro de una galaxia. Sucede que en general el gas (ubicado bastante más allá de las regiones estelares), se mueve mucho más rápido que lo esperado según los cálculos de la cantidad de materia que se conoce y puede detectarse; es decir no hay suficiente masa que explique los efectos gravitacionales sobre el gas, por lo que habría mucha más materia dentro de una galaxia que la detectada.

Surgió así una de las mayores incógnitas conocidas y aún no develadas: la posible existencia de “materia oscura”.

Galaxias y Estrellas Lejanas

Debido a que las señales de radio tienen longitudes de ondas relativamente largas, pueden penetrar las grandes nubes de polvo de las que hablamos anteriormente.

Las ondas luminosas son cortas e interaccionan con el polvo del espacio, se dispersa la luz y no llega a los telescopios ópticos situados en la superficie terrestre.

Viviana Bianchi

En cambio las señales de radio procedentes de los puntos mas lejanos de la galaxia pasan a través de este polvo sin ningún impedimento.

Esta capacidad de las ondas de radio para atravesar esas nubes también es aplicable a la atmósfera de la Tierra. Un radiotelescopio normal puede trabajar 24 hs al día, tanto con tiempo despejado como un cielo nublado.

La detección de radiofuentes débiles es de gran interés. Como sabemos, cuando miramos a las regiones del universo mas alejadas de nosotros las vemos como eran hace mucho tiempo.

Como los radiotelescopios penetran mas lejos que los telescopios ópticos, nos permiten mirar hacia atrás en el tiempo. Obteniendo datos muy importantes para definir el universo en el que vivimos.

Astroquímica

Después del gas de hidrógeno los astrónomos intentaron hallar la emisión de moléculas, de este modo apareció una rama inédita de la ciencia: la astro-química.

Hoy en día se han observado más de 80 especies moleculares, desde el agua, ácido fórmico, monóxido de carbono, etc. , hasta moléculas complejas de 12 átomos. La mayoría contiene en su composición hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y carbono, formando compuestos orgánicos esenciales para la vida.

Nebulosas - Fábrica de Estrellas

Aquellas regiones llamadas Nebulosas, donde el gas se vuelve visible por el calentamiento producido por estrellas jóvenes, sólo son, sin duda, la punta de un témpano para el ojo humano. Grandes nubes moleculares, verdaderas fábricas químicas interestelares, acompañan a estas nebulosas. La materia contenida en estas nubes es suficiente a veces para formar unos 100.000 soles.

Estas regiones moleculares se hallan envueltas en nubes de polvo, que como ya dijimos, se hacen invisible para los telescopios ópticos, pero no para un radiotelescopio.

Radiogalaxias

Las radiogalaxias detectadas son en general lejanas, nada exóticas observadas con un telescopio óptico. Sin embargo, su apariencia en radio es muy extraña: presentan emisiones intensas (producto de chorros de partículas atómicas despedidas desde el núcleo galáctico) extendidas mucho mas allá de la galaxia visible.

Una estrella común como el Sol, emite por segundo el equivalente energético de 3800 millones de bombas atómicas de 20 Megatones. Nuestra galaxia es 300.000 millones de veces mas potente. Las radiogalaxias tienen en general una potencia en radio miles de veces mayor que las de la Vía Láctea. ¿Pueden imaginar el equivalente a la energia emitida por miles de galaxias concentrada en el espacio habitualmente ocupado por una sola?

La mayor parte de esta potencia no se origina en las galaxias mismas, sino en nubes de gases ionizados y recalentados situadas a cientos o incluso millones de años luz de la galaxia madre.

Hoy se cree que existe en el corazón de la galaxia un objeto masivo, colapsado, y con un campo gravitacional tan intenso que ni siquiera la luz puede escapar de él, un

agujero negro. El agujero negro será el responsable de la emisión de enormes cantidades de energía por la materia que está atrayendo hacia sí.

Quasares

En los años 60 la astronomía se vio revolucionada al descubrirse los objetos más distantes del Universo y a la vez los que mayor energía liberan. Los cuásares, o cuasi estrellas.

Vistos a través del telescopio aparecen como estrellas débiles, sin embargo observados con radiotelescopio muestran emisión energética tan intensa como para ser comparable con la de cientos de galaxias. En radio algunos cuásares se asemejan a las radio galaxias, presentando chorros de material radiante muy alejados del objeto central.

Los cuásares muestran desplazamientos hacia el rojo de sus líneas de emisión muy grandes, por lo tanto, se piensa que están a gran distancia de la Vía Láctea.

En 1963 el investigador Cyril Hazard y el Director del Observatorio Parkes en Australia, Bolton, quisieron medir el tamaño angular de una muy intensa radiofuente cercana al ecuador celeste que estaba catalogada como 3C273. Registraron lo que hasta el momento parecía ser una famosa radio-estrella.

Maarten Schmidt, del Observatorio Monte Palomar (California) era uno de los poquísimos astrónomos ópticos que colaboraban con la radioastronomía en USA, así que confiaron en él y le enviaron los datos precisos de posición de la radiofuente que habían encontrado. Con esos datos encontró una débil estrella de magnitud 13, lo que parecía no estar de acuerdo a la intensidad en radio. Sin embargo, Schmidt obtuvo un espectro de la estrella y encontró que las relaciones coincidían exactamente con las que tienen las líneas de la serie de Balmer, pero con el hoy conocido detalle de estar desplazadas inusualmente hacia el rojo. De ahí la denominación primitiva de *quasi-stellar objects* (QSO), después transformada en *cuásar*.

Pulsares

Las estrellas de neutrones magnéticas y en rotación producen haces de ondas de radio que se propagan a medida que la estrella rota. Cuando estos haces barren la tierra se perciben como parpadeos fugaces y regulares de ruido en los radiotelescopios (como si fueran radiofaros). Estos objetos se denominan **pulsares**.

El primer púlsar conocido fue descubierto por casualidad en 1967 por un equipo de la Universidad de Cambridge. La estudiante Jocelyn Bell encontró esos "rarísimos" pulsitos que parecían repetirse cada 24 horas sidéreas. El radioastrónomo Anthony Hewish, premio Nobel de Física y supervisor de Jocelyn confirmó lo que ella encontró.

Habían construido un nuevo tipo de radiotelescopio para observar el centelleo en la emisión de radio de los cuásares. Cuando los teóricos repararon en que los pulsares tenían que ser estrellas de neutrones en rotación, abrieron la vía a otra oleada de investigación sobre objetos muy densos (estrellas de neutrones y agujeros negros).

Se han descubierto unos 1000 pulsares y la cifra sigue en aumento. Su campo magnético es alrededor de 1000 millones de veces más intenso que el de la Tierra.

Los pulsares rotan a un ritmo aproximado de una vez por segundo, los más lentos tienen períodos de varios segundos, pero el más rápido gira sobre su eje más de 600 veces por segundo. Su densidad es tan enorme que si la punta de una lapicera tuviera una densidad semejante su masa alcanzaría más de 90.000 toneladas.

La Via Láctea

Nuestra galaxia, la Vía Láctea, emite ondas de radio como resultado de la radiación de sincrotrón de electrones de rayos cósmicos que se mueven dentro de su débil campo magnético.

La emisión en línea de 21 cm del hidrógeno neutro también se observa en toda nuestra galaxia. Los pequeños cambios en la longitud de onda de 21 cm son producidos por el movimiento de nubes de hidrógeno desde o hacia un observador. Estos cambios son un ejemplo del fenómeno conocido como *efecto Doppler*. Las nubes más distantes del centro de la Galaxia giran alrededor del centro a máxima velocidad y las observaciones del efecto Doppler se utilizan para medir la velocidad y determinar la posición de las nubes de hidrógeno.

De esta forma ha sido posible trazar las formas de los brazos espirales de la Vía Láctea, que todavía no se han observado en longitudes de ondas ópticas. (Figura 2)

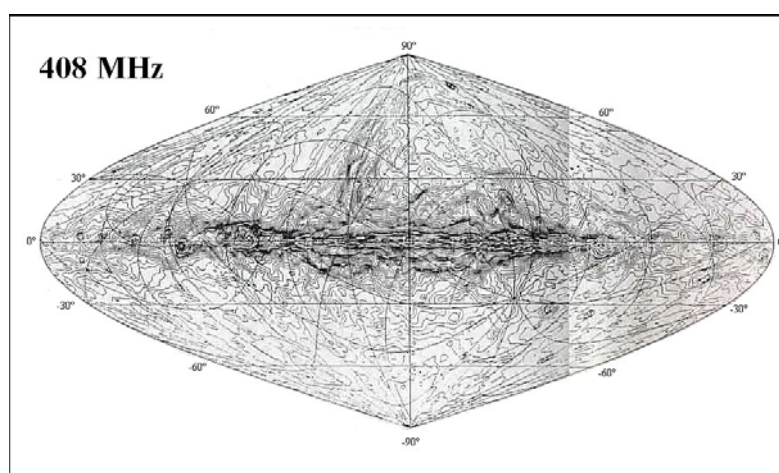


Figura 2 -Imagen de la Vía Láctea en radio en 408 Mhz

Cosmología

Como las radiogalaxias y los cuasares son radiofuentes con tanta potencia, pueden ser detectados a gran distancia. A causa del tiempo que tardan en llegar las señales a la Tierra desde las radiofuentes lejanas, los radioastrónomos pueden ver el Universo como era hace más de mil millones de años, próximo del origen del Universo (la llamada Gran Explosión).

Por desgracia, no es posible determinar la distancia a una radiofuente solo con las radioemisiones, de modo que es imposible distinguir entre una potente fuente lejana y una cercana pero relativamente débil. Solo se puede determinar la distancia si la fuente es ópticamente identificada como una galaxia o un cuasar que tiene un desplazamiento hacia el rojo mensurable. No obstante, de los estudios de la distribución de gran cantidad de radiofuentes, parece que cuando el Universo sólo tenía unos pocos cientos de miles de años, la cantidad de radiofuentes intensas era mucho mayor y sus dimensiones intrínsecas más pequeñas.

Radiofuentes del Sistema Solar - El Sol - Radioheliografía

El Sol es la radiofuente más brillante de nuestro cielo. Su radioemisión es mucho más intensa de lo esperado en la emisión térmica de su superficie visible, que tiene una temperatura de cerca de 6.000°C . Esto se debe a que la mayor parte de la radioemisión observada en longitudes de onda de radio más largas proviene de la atmósfera exterior, mucho más caliente, pero ópticamente invisible con temperaturas de cerca de $1.000.000^{\circ}\text{C}$. Además de la emisión térmica, se producen explosiones y tormentas no térmicas, sobre todo durante los períodos de gran actividad de manchas solares, cuando la intensidad de la radioemisión puede incrementarse en un factor de un millón o más en períodos de tiempo de una hora.

La radioheliografía surgió durante la Segunda Guerra Mundial, cuando casualmente los radioperadores captaron señales de origen desconocido, que en determinados momentos impedían completamente la recepción de las comunicaciones. Se atribuyeron en ese momento a interferencias producidas intencionalmente por los alemanes para confundir el sistema de defensa antiaéreo británico. Después se comprobó que provenían de fuertes irradiaciones solares asociadas a grandes manchas en el disco solar.

La gran importancia del estudio de la radioemisión solar reside en que los resultados obtenidos en estas longitudes de onda no repiten la información que da el espectro óptico, sino que dan nuevos conocimientos necesarios para conocer la estructura física del sol.

Es interesante mencionar el observatorio exclusivamente radioheliográfico de Nobeyama, Japón, que opera en 27 GHz con 84 antenas parabólicas de 1 metro de diámetro que obtienen imágenes diarias del sol con resolución de 10 segundos de arco, disponibles para todo el mundo en Internet.

Júpiter

La otra fuente de radioemisión natural no térmica del Sistema Solar es el planeta Júpiter. En longitudes de onda cercanas a los 15 m, Júpiter emite fuertes estallidos de radiación que provienen de regiones relativamente pequeñas, cerca de la superficie de la nube que gira con el planeta. La intensidad de estos estallidos parece estar muy condicionada por la posición del satélite Io. Son fenómenos esporádicos y su captación desde la Tierra tiene mucho que ver con el equipo usado y la habilidad del investigador.

Además Júpiter está rodeado por extensos cinturones de radiación que irradian en la banda de microondas a longitudes de onda menores de 1 metro.

Meteoritos

Su estudio utilizando técnicas de radio da un resultados mucho más ricos que los estudios ópticos.

Los sistemas de observación se pueden automatizar fácilmente, no requiriendo la continua asistencia humana, y el recuento puede realizarse tanto de día como de noche.

Por este medio se puede tomar conocimiento de varios datos importantes: su velocidad, su masa, su radiante y una idea bastante aproximada de su órbita (dato muy importante en el estudio del Sistema Solar, por ser los meteoritos residuos de la época de su formación).

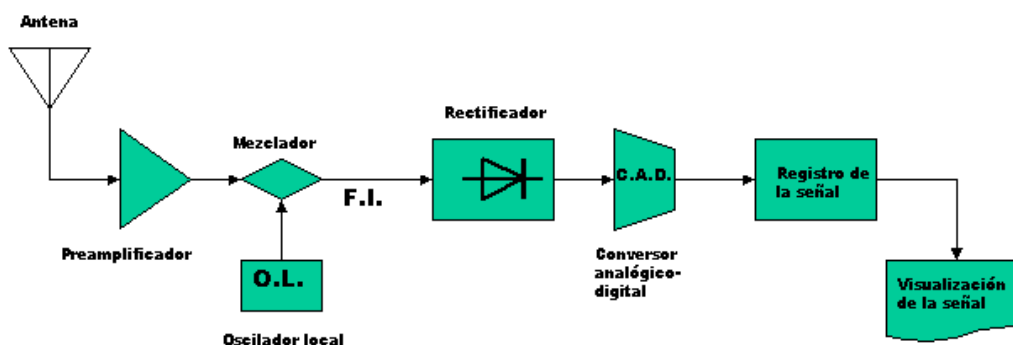
El Radiotelescopio

Consiste normalmente de cuatro partes:

- 1 plato reflector
- 1 antena
- 1 amplificador
- 1 registrador

Estos componentes trabajando conjuntamente, hacen posible a los astrónomos detectar la radiación de radio de objetos celestes.

Las longitudes de onda son relativamente largas, desde 1 mm hasta más de 1 Km., y los radiotelescopios deben tener una relación adecuada entre el diámetro del plato principal y la distancia focal para enfocar las señales que entran y producir una radio imagen nítida.



ESQUEMA BÁSICO DE UN RADIOTELESCOPIO

Figura 3 – Esquema de funcionamiento de un radiotelescopio

El plato reflector, igual que el espejo de un telescopio reflector, recoge y enfoca la radiación.

Debido que las ondas de radio son mucho más largas que las de la luz, el plato no necesita ser tan pulido como un espejo.

Una tela metálica funciona bien como reflector de grandes longitudes de onda (en algunos radiotelescopios el reflector no tiene que tener necesariamente forma de plato).

A pesar que el plato puede tener decenas de metros de diámetro, la antena puede ser tan pequeña como una mano. Igual que la antena de un televisor, su única función es la de absorber la energía que transportan las ondas y dirigirlas mediante un cable a un amplificador.

Las partes críticas del receptor están frecuentemente enfriadas a temperaturas cercanas al 0 absoluto para obtener el mayor rendimiento posible.

Luego de la amplificación, la señal llega a un instrumento de registro (papel, cinta magnética, computadora).

Como los astrónomos no pueden ver las ondas de radio, precisan convertirlas en algo perceptible.

Una forma posible consiste en medir la intensidad de la señal en distintos lugares del cielo y dibujar un mapa sobre el cual se señalen los contornos de las áreas que tienen la misma intensidad de señal.

Con nuestros ojos, con una fotografía o con el telescopio, podemos ver simultáneamente detalles de varios objetos presentes en una región amplia. Pero con un radiotelescopio se recoge una única información del lugar. Entonces, para estudiar una cierta región, se la observa varias veces, las necesarias para abarcar el campo de interés. La información se procesa en computadoras, con las que se elaboran los mapas o dibujos de una región.

Para construir estos radiomapas celestes se unen los puntos de igual intensidad de emisión de los átomos o moléculas dentro de la nube gaseosa, y se construyen así las llamadas *curvas de nivel*, semejantes a las isotermas e isobaras de un mapa terrestre.

Un modo de exhibición más apropiado para nuestros ojos consiste en convertir las diferentes intensidades en una graduación de colores o de grises, con una cierta correspondencia entre el color o la escala del gris y la intensidad real observada.

En la actualidad el más grande del mundo tiene 300 mts de diámetro. Debido a sus dimensiones no puede ser sostenido mecánicamente de la forma usual. Por ello se lo ha construido en un valle natural (situado en Arecibo, Puerto Rico, Figura 4). El plato es una delgada superficie metálica apoyada sobre cables que atraviesan el valle, y la antena está colgada de cables desde las torres construidas en tres montañas que rodean al valle. Se ha preferido sacrificar la capacidad de movimiento para poder obtener un tamaño mayor.

Tiene una resolución de 1 minuto de arco aproximadamente, equivalente a la del ojo humano en longitudes de onda de las bandas ópticas.



Figura 4 - Radiotelescopio de Arecibo, Puerto Rico

En cuanto a las interferencias, el radiotelescopio es un receptor de radio extremadamente sensible que puede captar señales de radio miles de veces más débiles que las transmisiones de radio y televisión normales. Les afecta la presencia de emisoras, telefonía celular, radares y satélites artificiales.

Una forma de solucionar este problema es instalar los radiotelescopios tan lejos como sea posible de la civilización. Existe también nueva tecnología para su barrido que minimiza estos efectos.

El Radiointerferometro

Las ventajas que presenta un radiotelescopio son impresionantes. Nos puede revelar parte del Universo que no podemos ver de ninguna otra forma. Sin embargo, debido a su pobre poder separador no puede captar muchos detalles de los objetos que estudia. Tampoco puede localizar con gran precisión la posición de una radiofuente.

Con el fin de mejorar el poder de resolución se ha diseñado *radio interferómetros*, que consisten en dos o mas radiotelescopios que combinan sus señales como si ambas estuvieran viniendo de distintas partes de un gran radiotelescopio.

El sistema tiene el poder separador de un radiotelescopio cuyo diámetro fuera igual que la separación entre los dos platos.

Los radioastrónomos conectan radiotelescopios de Europa, USA, Canadá y Australia, formando un radio interferómetro tan grande como nuestro planeta.

Debido a la imposibilidad de conectarlos mediante cables, registran las señales en cinta magnética conjuntamente con señales horarias procedentes de relojes atómicos. Luego son sincronizadas de acuerdo a las señales horarias y analizadas.

Esta señal combinada de un radiotelescopio de unos 13.000km de diámetro da una resolución extraordinaria.

Este sistema de conectar radiotelescopios separados por muy largas distancias se denomina “Interferometría de Muy Larga Base” (VLBI).

El National Astronomy Radio Observatory (NRAO), ha construido en el distrito de Nuevo México el VLA “Very Large Array”, (Figura 5) un radio interferómetro que consiste en 27 platos parabólicos, cada uno de 25 mts de diámetro, que se mueven sobre vías de ferrocarril a lo largo de tres brazos, distribuidos en forma de Y, y de forma tal que cada uno de los brazos tiene unos 20km de longitud.



Figura 5 - VLA, Nuevo México, USA

Las señales de estos, combinadas mediante una computadora simulan un radiotelescopio de 40 Km. de diámetro.

Cada antena contiene su propio receptor, y las señales de cada receptor son enviadas a un edificio central donde son combinadas para formar la imagen.

Es preciso señalar que este sistema, llamado interferómetro tiene una serie de inconvenientes ya que son mas lentos en recoger información que los radiotelescopios

comunes; el análisis de información es más complejo y la información que producen es incompleta.

Sin embargo son el único medio para poder obtener un buen poder separador.

Desafortunadamente las señales recibidas son increíblemente débiles. La energía recogida por todos los radiotelescopios del mundo (más de 80) sobre los pasados 50 años, es menor que la energía liberada por una gota de lluvia al chocar con el suelo.

Iar - Instituto Argentino de Radioastronomía



Figura 6 –Antena parabólica del Instituto Argentino de Radioastronomía

Instalado en el Parque Pereira Iraola, se inauguró oficialmente el 26 de marzo de 1966.

Posee dos antenas de 30 mts de diámetro armadas en costillas de aluminio y apoyadas en soportes de acero. (Figura 6) El tipo de montura es ecuatorial, por lo que se mueven en dirección norte-sur, abarcando casi todo el cielo sur; y en la dirección este-oeste de modo que, con los motores sincrónicos que contrarrestan el movimiento de rotación de la Tierra, pueden seguir a una radiofuente en el cielo durante cuatro horas.

Sintonizadas en la frecuencia de 1420 millones de Hertz (una longitud de onda de 21 cm, para la búsqueda de la emisión de hidrógeno interestelar).

Estar situados en el hemisferio sur es un privilegio para los astrónomos. La mayor parte de nuestro cielo es invisible para el hemisferio norte, por lo que algunas regiones muy interesantes solo se ven en radio desde aquí. Por ejemplo la región más interna de nuestra galaxia, incluyendo su centro; las dos galaxias más cercanas a la nuestra: La Nube Mayor y Menor de Magallanes, y la radiogalaxia más cercana: Centauro A.

Proyecto Seti

Los interesados en encontrar otras civilizaciones hablan de la “**Búsqueda de inteligencia extraterrestre**” o SETI (del inglés **Search for Extra Terrestrial Intelligence**). Se supone que podemos establecer contacto con seres extraterrestres por radio o mediante sondas espaciales. Pero lo que estos astrónomos buscan realmente son indicios de *tecnología* extraterrestre. Por ahora la única perspectiva real de encontrar inteligencia extraterrestre se basa en la tecnología disponible en un área específica: la radio.

Viviana Bianchi

A medida que gira la tierra, el radiotelescopio de Arecibo barre una banda del cielo entre el ecuador y una latitud celeste de unos 35 grados. Afortunadamente esta zona contiene muchas de las estrellas que ya se sabe que están acompañadas de planetas. El equipo SETI esta acoplado al radiotelescopio y aprovecha todo instante libre para estudiar cualquier lugar al que apunte el aparato, cuya orientación deciden los radioastrónomos en el curso de sus trabajos habituales.

El Proyecto Seti en Internet - seti@home

Además de necesitar un radiotelescopio con el que detectar señales débiles del espacio, otro gran problema del SETI fue disponer de suficiente tiempo de cálculo en computadoras.

Un modo de solucionar el problema fue el proyecto SETI@home, que congregó mas de un millón de computadoras domésticas a través de Internet para procesar los datos obtenidos del radiotelescopio de Arecibo.

El equipo de SETI@home ofrece a los entusiastas un protector de pantalla que puede instalarse sin costo en cualquier PC. Dicho protector va acompañado de un pequeño programa que descarga una minúscula fracción de datos de Arecibo, de manera que cuando la computadora queda sin uso, el programa emprende el análisis de los datos.

www.setiathome.ssl.berkeley.edu

Proyecto Alma

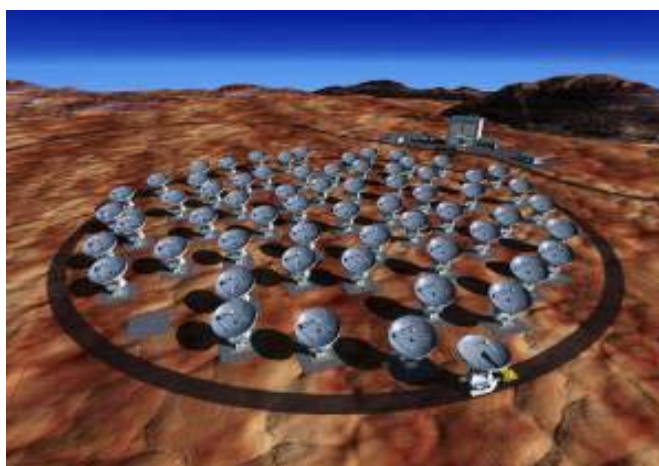


Figura 7 - Representación artística del Gran radiotelescopio Alma, Chile

El Gran radiotelescopio de Atacama, llamado ALMA (Figura 7), es uno de los mas grandes proyectos astronómicos de los próximos años, estará localizado en el llano de Chajnantor, cerca de San Pedro de Atacama, Chile, a una altura de 5.000 metros sobre el nivel del mar.

Chajnantor es un lugar excepcional, posiblemente único en el mundo, para la instalación de un radiotelescopio por las características atmosféricas que presenta el sitio y por su fácil acceso

ALMA está formado por 64 antenas capaces de observar ondas sub-milimétricas, de 12 metros de diámetro, desplegadas en un área de unos 10 Km por 10 Km. . Sus receptores cubrirán longitudes de onda tan pequeñas como 0.3 mm.

Traerá a la astronomía milimétrica y sub-milimétrica la técnica de síntesis de apertura de la radioastronomía, permitiendo obtener imágenes con una precisión en escala de décimos a centésimos de segundos de arco. La riqueza del cielo en longitudes de ondas milimétricas está dada por emisiones térmicas desde gases fríos y cuerpos sólidos, el mismo material que brilla en las longitudes de ondas infrarrojas. Actualmente dichas emisiones cósmicas naturales pueden ser estudiadas sólo desde el espacio con la resolución y sensibilidad limitadas que pueden dar estos pequeños telescopios orbitales.

ALMA es la unión de tres proyectos de radiotelescopios: El Gran Radiotelescopio Austral de Europa (LSA), el Conjunto Milimétrico Estadounidense (MMA), y el Gran Arreglo Milimétrico de Japón (LMSA). Es el primer proyecto realmente global en astronomía.

La construcción de ALMA está planificada para el período 2002-2008.

Glosario

Agujero negro: Objeto tan denso que no permite salir luz ni radiación alguna.

Corrimiento al rojo: Desplazamiento aparente de las líneas espectrales en la luz de un objeto hacia el extremo rojo del espectro.

Estrella de neutrones: Núcleo colapsado de una estrella masiva, compuesto en su mayor parte de neutrones.

Hertzio (Hz.): Unidad de medición que se utiliza para contabilizar la frecuencia.

Pulsar: Estrella de neutrones que gira a gran velocidad emitiendo ráfagas periódicas de energía, una fracción de esta en forma de ondas de radio.

Quásares: Objeto o radiofuente compacto, de aspecto estelar, cuyo espectro manifiesta un notable corrimiento al rojo.

Radioheliografía: Estudio del Sol por medio de las ondas de radio que emite.

Supernovas: Explosión de una estrella de gran masa, durante la cual se pierde gran parte de esta eyectada al medio interestelar.

Referências

ARNAL, Marcelo. **Apuntes**. IAR.

BURNHAM, DYER, GARFINKLE, KANIPE, LEVY. **Observar el cielo II**. Barcelona: Planeta, 1999. 288p

CONDEMINAS I TEJEL, Xavier. **Introducción a la Radioastronomía**.

GRIBBIN, John . **Nuestro Universo, La última frontera**. Gran Bretaña: Ediciones B, 2001. 240p.

LOPEZ, Jesús. **Técnicas de Radioastronomía**. Disponible en:

<http://www.kastor.org.ar/info/radioastronomia/libro/>

Observatorio Nacional de Física Cósmica. **Introducción a la radio heliografía**. Buenos Aires

OSORIO, Augusto. **Radioastronomía**. Buenos Aires, AAAA

Viviana Bianchi

SEEDS, Michael. **Fundamentos de astronomía.**

VARSAVSKY, Carlos. **Astronomía elemental. Una introducción al Universo.**

Kapeluz

Enlaces en la red:

<http://www.udec.cl/~cygnus>

<http://www.iafe.uba.ar/astro/mirabel/mirabel.html>

<http://www.naic.edu>

<http://www.tat.physik.uni-tuebingen.de>

<http://www.jpl.nasa.gov/radioastronomy/index.htm>

<http://www.aoc.nra.edu.intro>

<http://www.iar.unlp.edu.ar>

<http://www.terra.es/personal4/radioastronomia/index.html>

<http://www.members.nbc.com/radioast>

<http://www.ips.oz.au/culgoora/spectro/index.html>

http://www.obs-nancay.fr/quest/index_se.html

<http://www.radiojove.gsfc.nasa.gov>

<http://www.radiosky.com/rspplsr.html>

<http://www.jb.man.ac.uk/~pulsar>

<http://www.vla.nrao.edu/>

<http://wwwlocal.gb.nrao.edu/GBT/GBT.shtml>

<http://fits.cv.nrao.edu/www/astro/astronomy.html>

<http://astronomy.nju.edu.cn/twkp/astrobook/indexbooks.html>