

RADIOASTRONOMIA: VENTANA AL UNIVERSO INVISIBLE

J. Á. Mora R. YV2CAV

Centro Astronómico Caronte - Society of Amateur Radio Astronomers, SARA.
National Astronomy Education Coordinator for Venezuela, IAU.
Periodista Científico, CNP: N°: 22480. naec.venezuela@gmail.com

Resumen.

Durante miles de años, el campo de la astronomía ha progresado desde observar los cielos con nuestros ojos desnudos hasta construir enormes telescopios en la superficie de nuestro planeta y en el espacio extraterrestre, con el único propósito de ampliar la débil luz proveniente del espacio exterior y capturarla en una película fotográfica o con detectores electrónicos. Tradicionalmente, la astronomía siempre significó ver luz. Ahora sabemos que la luz visible es sólo uno de los canales que nos traen información sobre el universo. El descubrimiento accidental de las ondas de radio provenientes del espacio exterior nos dio la primera mirada a partes hasta ahora inexploradas del espectro electromagnético

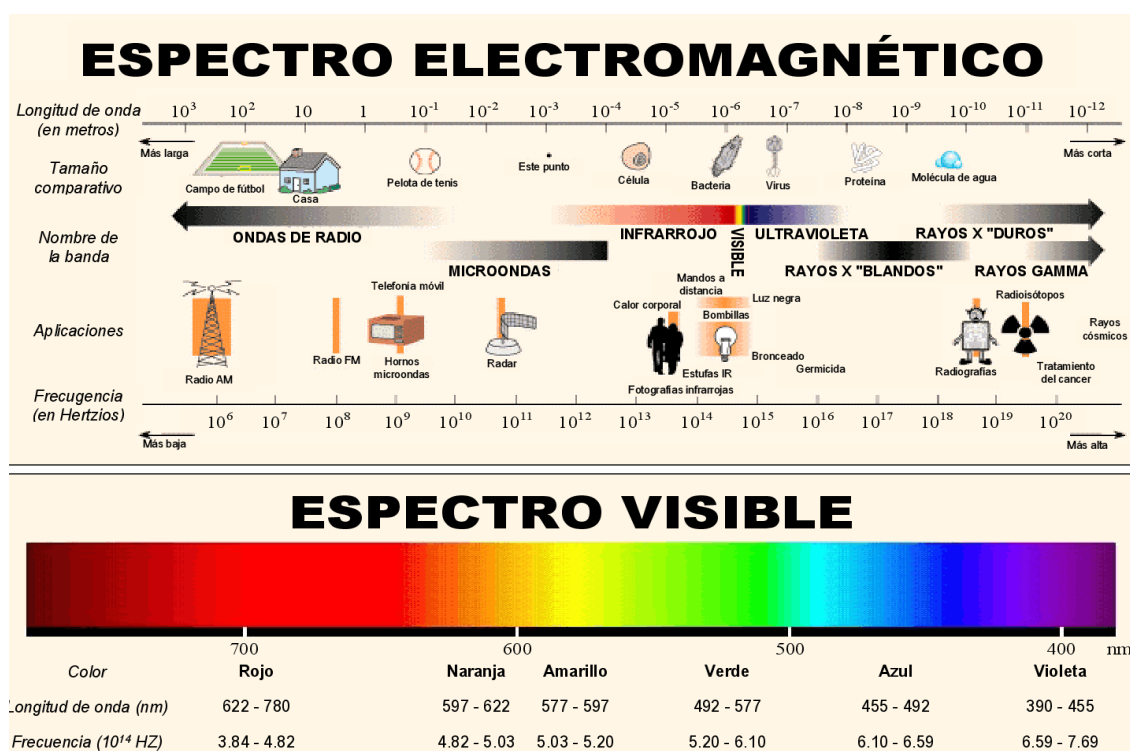
e inaugura la disciplina de la Radioastronomía.

Palabras Clave: Radioastronomía, Espectro Electromagnético, Astronomía Multionda.

INTRODUCCION

La Radioastronomía es el estudio del universo mediante la medición de señales de radio naturales. Los objetos que emiten ondas de radio tienen enorme diversidad, y muchos de ellos no emiten luz visible alguna. En cierto sentido, la Radioastronomía es la exploración de un universo invisible, un universo que sólo se puede detectar a través de su emisión de ondas de radio.

Estas letras son tan sólo una breve y amplia panorámica introductoria acerca de



lo que es la Radioastronomía en general, su historia, sus alcances y, en particular, lo que podemos aprender y hacer, en Radioastronomía, como terrícolas, ciudadanos del mundo, aficionados a la astronomía.

La Radioastronomía desempeña un papel fundamental en el estudio de los problemas de la física fundamental y la cosmología. Muchos de los fenómenos considerados no pueden estudiarse en otras partes del espectro electromagnético. Por este motivo, la Radioastronomía, lejos de ser un mero aditamento de los métodos ópticos tradicionales, desempeña un papel fundamental en la investigación de muchos campos de la astronomía y la astrofísica.

Como toda ciencia, la Radioastronomía, sus resultados y técnicas, sirven al progreso de otras ciencias en particular y de la humanidad en general. Esto ha sido reconocido con la concesión de tres premios Nobel como lo reseña tayabeixo.orgⁱ. La Radioastronomía tiene beneficios culturales y científicos a largo plazo. Palabras como “Cuásar”, “Púlsar” y “Agujero Negro” han entrado a usarse en la vida cotidiana. Los grandes radiotelescopios se han convertido en puntos de referencia locales e incluso iconos nacionales de la ciencia. Pero la Radioastronomía también proporciona beneficios más tangibles para la humanidad, entre los que podemos mencionar:

- El estudio de la termografía del cuerpo mediante el uso de técnicas de radio milimétricas;

- La detección de cánceres en longitudes de onda de centímetros (~10 GHz) con radiómetros modernos y utilizando un método de síntesis de miniapertura (interferometría);

- Las técnicas de tomografía computarizada de rayos X emplean métodos desarrollados originalmente para mapear fuentes de radio;

- La detección de incendios forestales por su radiación de microondas;

- El desarrollo de sextantes de radio para la navegación marítima, que permiten determinar con precisión la posición en el mar incluso en días nublados y lluviosos;

- La previsión de terremotos mediante interferometría de línea de base muy larga, VLBI, medición del movimiento de fallas mediante la determinación de las posiciones aparentes de pequeñas fuentes de radio;

- La determinación de muchos parámetros geofísicos como la deriva continental, la desviación, las mediciones de latitud y la variación en la rotación de la Tierra, con el uso de elementos conectados y técnicas VLBI;

- Verificaciones experimentales de la teoría general de la relatividad de Einstein y el fenómeno de lente gravitacional utilizando interferometría de radio;

- Verificación de la existencia de ondas gravitacionales y confirmación precisa de la teoría general de la relatividad de Einstein, a partir de mediciones de tiempo de Púlsares binarios;

- Prueba de teorías sobre el origen del universo y determinación de su edad mediante las observaciones de la radiación de fondo de 3 °K, el remanente del Big Bang;

- Medición de la temperatura de la atmósfera terrestre y la distribución de vapores e impurezas como el monóxido de carbono mediante técnicas pasivas de teledetección;

- Utilización de espectroscopia de Radioastronomía en longitudes de onda milimétricas para estudiar la capa de ozono y la contaminación ambiental, así como el descubrimiento del agujero en la capa de ozono;

Asimismo, la necesidad de procesar simultáneamente y en tiempo real enormes cantidades de datos radioastronómicos ha dado lugar a una increíble mejora en su procesamiento automatizado y, en particular, al desarrollo de métodos para el procesamiento de información en paralelo y de nuevos lenguajes de programación. La

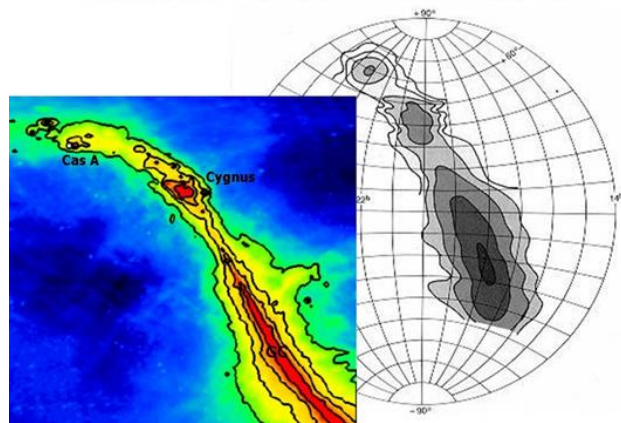
lista podría ser mucho más extensa si de hecho incluimos las bases teóricas de la física, química y biología que se elaboraron y confirmaron su validez gracias a la Radioastronomía.

La Radioastronomía es una ciencia impulsada por instrumentos. Los grandes descubrimientos de la Radioastronomía a menudo ocurrieron poco después de que se pusiera en funcionamiento un nuevo radiotelescopio. En tal sentido se hace una síntesis de la historia de los descubrimientos en Radioastronomía:

La primera detección de ondas de radio cósmicas fue realizada en 1932 por Karl Jansky, un físico que trabajaba para los Laboratorios Bell Telephone en los Estados Unidos. La detección se realizó en el rango de frecuencia alrededor de 20 MHz, donde identificó correctamente la emisión de radio de la Vía Láctea cuando estudiaba las causas de las perturbaciones en las comunicaciones radiotelefónicas para sorprender a los astrónomos del mundo con un rompecabezas que simplemente no podían resolver.

La siguiente investigación astronómica seria de la emisión de radio fue realizada por Grote Reber en 1944 quien inspeccionó el cielo a 160 MHz con un reflector parabólico. Los primeros mapas de la Vía Láctea que se presentaron mostraron que la emisión de radio más intensa provenía de una región a unos 30° de distancia de lo que era la posición aceptada del Centro Galáctico, un descubrimiento radioastronómico espectacular.

Los avances tecnológicos durante la Segunda Guerra Mundial trajeron consigo una gran mejora en los métodos de recepción de radio. Se desarrollaron nuevas antenas y receptores sensibles, aunque no



para la Radioastronomía. En 1946. J. S Hey y sus colegas observaron fluctuaciones en la radiación cósmica y las interpretaron correctamente como debidas a fuentes de radio discretas. Estos nuevos descubrimientos, sentaron las bases de la

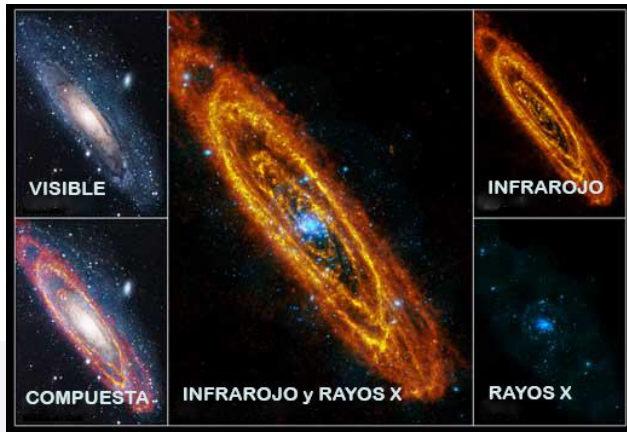
Derecha: El primer mapa de radio de la Vía Láctea a 160 MHz. Según G. Reber, ApJ 100 (1944), 279.

Izquierda: Un mapa reciente de 1400 MHz de la misma región realizado por W. Reich. © Max Planck Institut für Radioastronomie

Radioastronomía.

La existencia de una línea de emisión en longitudes de onda de radio predicha por Henk van de Hulst en 1944, se confirmó con el descubrimiento de la línea hiperfina de hidrógeno neutro, HI, de la Vía Láctea a una longitud de onda de 21 cm realizado por H.I. Ewen y E.M. Purcell en 1951. En los años siguientes, se cartografió toda la galaxia en esta línea espectral, dándonos información sobre la estructura espiral de la Vía Láctea.

En la década de 1950, en el Laboratorio de Investigación Naval en Washington, con una antena parabólica de 15 metros de diámetro se realizaron las



La galaxia Andr6meda

La galaxia Andr6meda, la galaxia grande m6s pr6xima a la V6a L6ctea, vista en diferentes longitudes de onda. Las observaciones en la regi6n del visible realizadas desde telescopios terrestres nos permiten ver los cientos de miles de millones de estrellas que forman la galaxia. Las observaciones en el infrarrojo lejano realizadas por el Observatorio Espacial Herschel muestran la mezcla de (sobre todo) gas y polvo a partir del que nacer6n las nuevas estrellas. Las observaciones en rayos X realizadas por el XMM-Observatorio Espacial Newton muestran el brillo emitido por las estrellas ya muertas

Im6genes cortes6a de Robert Gendler (visible); ESA / Herschel / PACS / SPIRE / J Fritz, U Gent (infrarrojo); ESA / XMM-Newton / EPIC / W Pietsch, MPE (rayos X)

primeras observaciones de longitud de onda de centim6tricas (hasta 10 GHz) y se descubri6 la emisi6n t6rmica de los planetas, la emisi6n libre de HII en la V6a L6ctea y la polarizaci6n de la Nebulosa del Cangrejo.

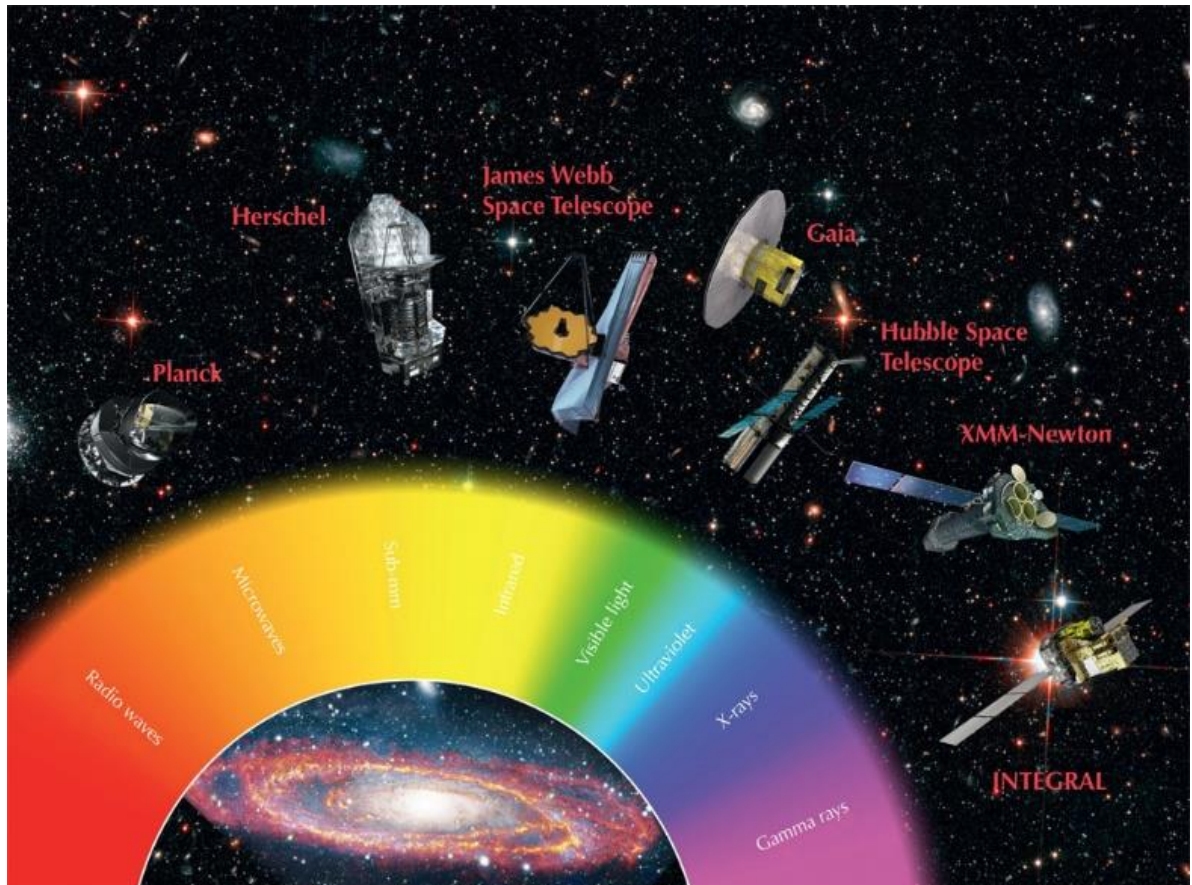
El Observatorio Nacional de Radioastronom6a (NRAO), fundado en los Estados Unidos, comenz6 a operar con el radiotelescopio Tatel de 26 m en 1958. En 1965 entr6 en funcionamiento el radiotelescopio de precisi6n de 40 metros en Green Bank.

La d6cada 1960-1970 estuvo marcada por el desarrollo del m6todo de s6ntesis de apertura. Un requisito previo de este m6todo es la alta estabilidad de los amplificadores, osciladores locales y cables. La potencia de c6lculo tambi6n es una

necesidad, ya que los datos tienen que ser procesados mediante transformaciones de Fourier para producir im6genes. El primer sistema pr6ctico de s6ntesis de apertura fue utilizado por Martin Ryle y A.C. Neville en Cambridge en 1962. Este experimento utiliz6 antenas de secciones parab6licas cil6ndricas en 178 MHz, Este desarrollo condujo finalmente al descubrimiento de los Cu6sares, las fuentes m6s distantes de nuestro universo, y permiti6 estudiar la naturaleza de las radiogalaxias con la resoluci6n angular m6s alta. Por su contribuci6n al desarrollo de la s6ntesis de apertura, Martin Ryle y Anthony Hewish fueron galardonados con el Premio Nobel en 1974.

Posteriormente los telescopios de s6ntesis de apertura se han convertido en la fuerza motriz de la Radioastronom6a actual pues con ellos se hizo factible la observaci6n de l6neas espectrales. Al principio, solo eran posibles los mapas de HI, pero m6s tarde se produjeron mapas en muchas l6neas moleculares. El consiguiente uso de datos de HI sobre la rotaci6n de las galaxias, en combinaci6n con datos de l6neas 6pticas, llev6 en la d6cada de 1980 a la comprensi6n de que las galaxias contienen una cantidad considerable de materia oscura.

Uno de los grandes descubrimientos, realizado en la frecuencia de radio de 85 MHz, fue la detecci6n de p6lsares en 1967. El descubrimiento del p6lsar binario en Arecibo en 1974 supuso una revoluci6n en la f6sica gravitacional y fue reconocido con el Premio Nobel en 1993. Otro gran descubrimiento en el campo



La flota de misiones actuales de la ESA analizan el universo en todo el espectro electromagnético. De izquierda a derecha: ondas de radio, microondas, radiación sub-milimétrica, infrarroja, visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma. Imágenes cortesía de ESA.

de la investigación de púlsares fue la detección del primer púlsar de milisegundos en 1982. La sincronización precisa de los púlsares que fue posible condujo a la detección del primer sistema planetario extrasolar en 1992.

La espectroscopía se convirtió en una importante fuerza impulsora de la Radioastronomía como resultado de la detección de más de 150 especies moleculares. El comienzo de la espectroscopía de radio molecular fue la detección de la molécula de OH en 1963, a la que siguió la detección de amoníaco en 1968 y las del agua y formaldehído en 1969. Quedó claro que hay un enorme potencial para descubrimientos espectroscópicos en el rango de longitudes de onda milimétricas. En 1980 cerca de Socorro, Nuevo México

comenzó a funcionar el Very Large Array (VLA), un conjunto de 27 antenas de 25 m de diámetro en una línea de vías de tren con forma de Y de 27 km de longitud. El advenimiento de los interferómetros con enlaces de radio, en lugar de cables, proporcionó una mayor resolución angular y condujo al descubrimiento de las Lentes Gravitacionales. Asimismo, en 1982 se observaron líneas atómicas hiperfinas más débiles del Helio ionizado.

La Radioastronomía espacial tuvo sus inicios con el lanzamiento del experimento de radio cósmico Ariel III en 1967 para medir el ruido cósmico en el rango de frecuencias de 2 MHz a 4 MHz, una región de frecuencia normalmente inaccesible para las observaciones terrestres debido a la ionosfera de la Tierra. El satélite

más destacado a mediados de la década de 1980 fue el Satélite de Astronomía Infrarroja (IRAS) de la ESA y la NASA, que proporcionó un estudio del cielo con una resolución de 1 minuto de arco. Al IRAS le siguió el Observatorio Espacial Infrarrojo (ISO), que se utilizó para estudiar radiofuentes específicas. Con el satélite COBE de la NASA, el Cosmic Background Explorer se demostró que el espectro es, de hecho, de Cuerpo Negro. Esto estableció que el fondo de microondas a 2,73 °K es probablemente el remanente del Big Bang, por lo que las teorías alternativas son altamente improbables. Los dos investigadores principales de COBE, G. Smoot y J. Mather, recibieron el Premio Nobel en 2006. La continuación de COBE fue el satélite Wilkinson Microwave

Anisotropy Probe (WMAP), un proyecto de la NASA que dio excelentes resultados en bandas de alta frecuencia de 23 GHz a 94 GHz. El PLANCK, un satélite de la Agencia Espacial Europea (ESA), se encuentra ahora en el punto Lagrangiano 2 y avanzará en este campo de investigación. El Observatorio satelital HERSCHEL, que fue lanzado junto con el PLANCK en mayo de 2009, es el proyecto de satélite radio-infrarrojo más ambicioso lanzado hasta la fecha. El observatorio HERSCHEL está equipado con un telescopio de 3,5 m de diámetro que cuenta con tres sistemas de detectores. El satélite PLANCK estudiará el cielo en 9 bandas, desde 30 GHz hasta 857 GHz. Los satélites utilizan sistemas de detección refrigerados y, por lo tanto, tienen una vida útil finita. Una vez finalizada su vida útil, se



Radiotelescopio pedagógico construido con una antena satelital



Deflexion de la aguja debido a la radioemisión solar.

convierten en chatarra espacial, normalmente por falta de refrigeranteⁱⁱ.

La dependencia de la frecuencia de la intensidad emitida reside fundamentalmente de las condiciones físicas, la cinemática y la distribución de la materia implicada y sus características dentro de la fuente de radio. Esta dependencia de la frecuencia está condicionada por el mecanismo que genera la radiación. La intensidad de la radiación emitida puede ser constante en función del tiempo para una determinada frecuencia, pero la dependencia de la frecuencia también puede mostrar variaciones temporales. Medir la intensidad de la radiación emitida en cada frecuencia es lo que hacen los astrónomos profesionales con radiotelescopios profesionales. Es lo que hacemos los astrónomos aficionados con radiotelescopios autoconstruidos.

Se puede encontrar información detallada en:

<http://www.aoc.nrao.edu/epo/teachers/ittybitty/procedure.html>

http://www.stargazing.net/david/radio/itty_bitty_radio_telescope.html

REFERENCIAS

ⁱ https://www.tayabeixo.org/sabias/nobel_por_astronomia.htm

ⁱⁱ Manual sobre Radioastronomía. Oficina De Radiocomunicaciones Tercera Edición. Unión Internacional de Telecomunicaciones. División de Ventas y Comercialización. Ginebra. Suiza. Documento en línea consultado el 10/07/2024 en: www.itu.int/publications

La resolución de las imágenes del telescopio dependen tanto de la longitud de onda a la cual opera como del diámetro de la superficie que capta las ondas. Mientras más larga la longitud de onda, peor la resolución; y mientras más grande la superficie que capta las ondas mejor la resolución. Las ondas de radio tienen una longitud de onda mucho mayor que la luz visible, lo cual es una de las razones por las que los radiotelescopios profesionales son enormes. Su colosal tamaño también los ayuda para capturar la débil radiación de objetos tenues y distantes. No obstante, la tecnología básica detrás de los radiotelescopios es bastante simple y con una antena parabólica de TV satelital, un alineador o buscador de satélites, usando herramientas sencillas, es muy fácil construir uno muy básico y barato pero funcional en el rango de los 12GHz aprovechando la ventana atmosférica de las frecuencias ultra altas, UHF.

