En este universo traidor
nada es verdad ni mentira
Todo es según el color
del cristal con que se mira…

NGC 5128. LA GALAXIA DE LAS MIL CARAS.

Jesús López
jes_lopez2003@yahoo.com.ar

Es una de las galaxias del hemisferio sur más conocida por la comunicad astronómica. Su atractivo reside en su extraño aspecto peculiar, que durante muchos años desafió todos los intentos de explicación.
En el cielo aparece como una brillante galaxia elíptica típica pero con una banda negra que la cruza por todo su diámetro.
En el campo, lejos de las luces de la ciudad y en noches transparentes se la puede ver muy bien con binoculares.

Fig 1 NGC 5128 a todo color. Aparentemente muy cerca del cúmulo globular w Centaurus, pero cerca de 800 veces más lejana.

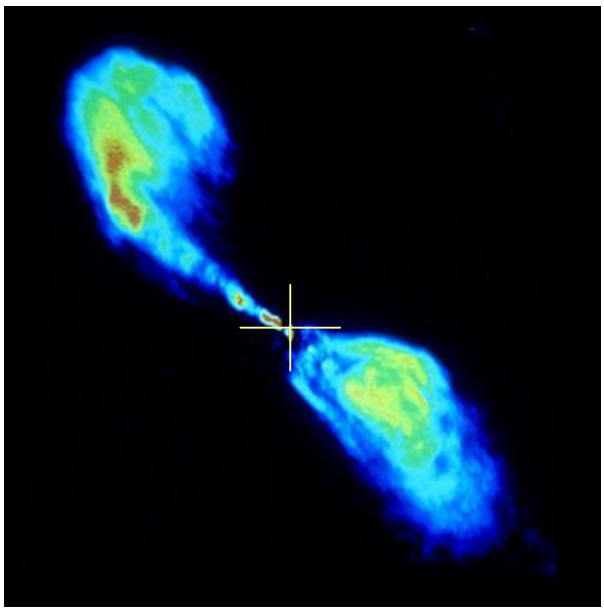


Fig 2 Imagen en el continuo de 1,4 GHz obtenida con el conjunto de antenas VLA (el de la película Contacto)

La idea primitiva de los años ‘50 era la de dos galaxias en colisión pero quedaban muchos misterios por resolver.

La cara de NGC 5128 en radio. Espectro continuo.
El interés aumentó al descubrirse en 1950 que también era un potente emisor de ondas de radio. Cuando se pudieron obtener imágenes en esas frecuencias se encontró un objeto totalmente diferente al que se observaba ópticamente.
En la Fig 2 se ve el objeto observado en el contínuo de radio centrado en 1420 MHz, en donde se centra la imagen óptica, graficado en falso color para definir las intensidades de brillo superficial.
La imagen revela dos finos chorros opuestos de gas (jets) que terminan en dos grandes lóbulos situados totalmente fuera del objeto visible, en el espacio intergaláctico.
Los jets de radio se encontraron en muchas galaxias, que pasaron a denominarse de núcleo activo (AGN), pues este gas sale precisamente de

él. Así que NGC 5128 se inscribió en los catálogos de Radio Fuentes con la denominación de Centaurus A (CenA), y quedó como la radio galaxia más cercana, a unos 14 millones de años luz de distancia. Una de las radiogalaxias con jets más famosas es Messier 83, el centro del cúmulo galáctico de Virgo, a unos 54 millones de años luz de nosotros. El seguimiento preciso del movimiento de los aparentemente pequeños glóbulos muy cercanos al núcleo galáctico, que son denominadas las porciones internas de los jets, permite medir la velocidad del gas en esas regiones. Las mediciones de esas velocidades aparentes en este tipo de galaxias dieron un resultado que parecían superar con creces (decenas de veces) a la velocidad de la luz en el vacío, hecho imposible según la Relatividad, por ello se dice que muchos jets muestran velocidades superluminares. Por supuesto, la explicación se encuentra en que nuestra observación está afectada por la perspectiva, la que produce una distorsión de la velocidad aparente. Así que en realidad el gas en los chorros se desplaza a una velocidad muy cercana a la de la luz, en este caso un poco mayor a la mitad, por ello se los llama jets relativistas.
Estos jets parecen estar impulsados por poderosas fuerzas electromagnéticas producidas por un agujero negro en el centro de la galaxia. Este agujero, de centenas de millones de masas solares está rodeado de un disco de material gaseoso que continuamente, aunque con fluctuaciones importantes, cae sobre él. Sin embargo no todo el material que se dirige hacia ese punto realmente llega al centro. El intenso campo magnético del agujero en rotación hace salir gran parte del gas ionizado (plasma: gas conductor de la electricidad) por los “polos” determinados por el eje de rotación del agujero. Imaginemos las líneas de fuerza magnética. En los polos se forma un fino cono donde esas líneas se aprietan de acuerdo a la fuerte intensidad del campo en esas regiones. Debido a la rápida rotación y a la restricción de la relatividad que no permite superar la velocidad de la luz a las líneas de campo (ni a ninguna otra cosa), éstas toman la forma de un apretado tornillo cónico que va girando muy rápidamente. Como el plasma es un gas conductor, queda atrapado en las líneas de campo y lo único que puede hacer es moverse a lo largo de ellas. El resultado es que las líneas de campo le otorgan al gas una potente aceleración que lo expulsa hacia fuera a lo largo del eje de rotación del núcleo.
El plasma toma suficiente impulso como para salir de la galaxia y llegar a un espacio donde se encuentra con más material que fue frenado anteriormente por el tenuísimo medio intergaláctico. Al chocar con él vuelve a emitir radiación que lo muestra como grandes lóbulos. Se cree que en estos procesos también se generan grandes cantidades de rayos cósmicos de energía ultra elevada,los que se están estudiando en

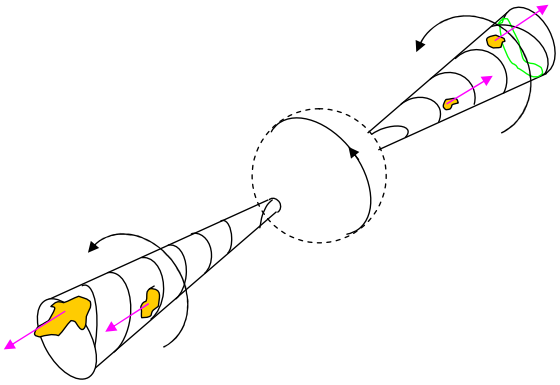


Fig 3 Al agujero negro lo rodea el esférico horizonte de los eventos. El plasma ingresa desde el disco (no dibujado). Las líneas de fuerza magnéticas se retuercen con la rotación y arrastran al plasma hacia los jets.

este momento en el Observatorio Pierre Auger en Malargue, Mendoza. Su emisión de radio lleva la signatura del fenómeno sincrotrón.

La Cara en Radio. Usando la Línea del Hidrógeno en 21 cm.

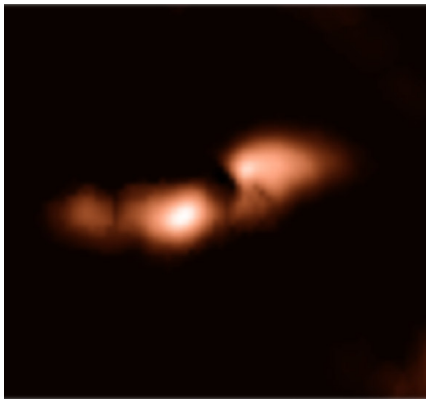


Fig 4 Imagen de CenA en la línea del HI

Esta línea se detecta en emisión en una gran cantidad de radiofuentes ya que proviene del elemento más abundante del universo. Observar una galaxia en esta frecuencia permite delinear las zonas donde este gas se encuentra en estado neutro, es decir, no asociado con otros elementos o consigo mismo en moléculas. Los átomos se asocian en moléculas en las nubes más frías, las que pueden dar lugar al nacimiento de nuevas estrellas.
Pero las nubes en donde existe hidrógeno atómico neutro suelen estar asociadas a zonas de hidrógeno ionizado que son las que forman las nebulosas brillantes, y esto suele suceder en los brazos intermedios de las galaxias espirales. Se notan regiones brillantes orientadas en una forma normal al eje de los jets.

La cara infrarroja de NGC 5128: IRAS

En el año 1983, el observatorio satelital infrarrojo IRAS, con un espejo de 60 centímetros de diámetro, tomó una imagen de baja resolución angular (poco nítida) donde se veía una forma nada parecida a la óptica ni a la de radio. Más bien parecía la imagen de un rectángulo con dos penachos a los costados. Las bandas cubiertas por el satélite eran en 12, 25, 60 y 100 micrones de longitud de onda.
En esas frecuencias el universo toma una apariencia muy diferente a la óptica.
A pesar de que a igualdad de superficie emisora un cuerpo más caliente emite siempre más energía radiante que otro a menor nivel térmico, si el cuerpo más frio es más extenso que el caliente, superará en intensidad al de mayor temperatura cuando se lo observa en frecuencias bajas. Este es el caso que ocurre con las estrellas

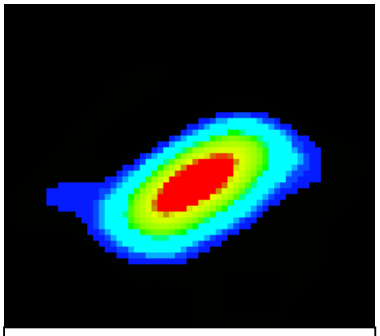


Fig 5 El observatorio espacial IRAS y su visión de NGC 5128

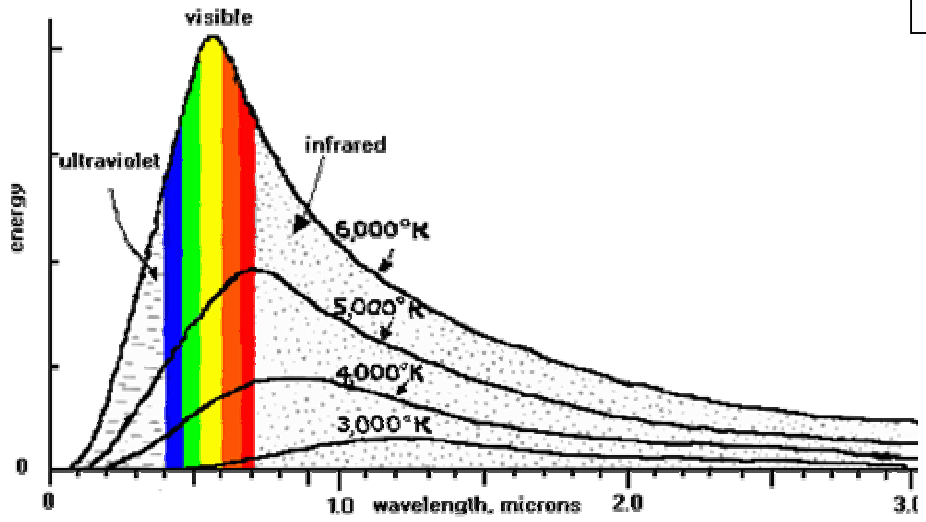


Fig 6 La distribución de la irradiación térmica por unidad de superficie emisora de un cuerpo negro, tomando la temperatura como parámetro.

y el polvo interestelar.
La superfice externa de las estrellas tiene una temperatura de miles de grados mientras que el polvo solo está a unos pocos grados Kelvin. Sin embargo la superficie que ofrece el polvo es mucho mayor, y esto hace que en la zona infrarroja las estrellas tiendan a desaparecer dejando lugar al polvo interestelar el que prepondera en las imágenes.

Otra cara infrarroja: Spitzer

El observatorio espacial Spitzer también ensayó su puntería con NGC 5128 dando como resultado una imagen muy notable.
Nada menos que una galaxia espiral barreada, es lo que se ve en la imagen del Spitzer, delatada por el polvo que acompaña al gas interestelar. Parece no estar contenida en un plano, sino en una superficie alabeada, es decir deformada simétricamente, evidentemente por efectos de marea, al estar sumergida adentro de la galaxia elíptica. La radiación infrarroja es muchísimo menos atenuada por el polvo y el gas que la visible.
Por ello aquí brilla mucho el mismo núcleo galáctico, que es donde está el agujero negro que causa los jets de plasma. El material que alimenta al agujero proviene seguramente de la barra central de esta estructura, que es donde se suele entremezclar el material del centro y los extremos de la barra, con su movimiento de ascenso y descenso contínuo.

Fig 7 Una galaxia espiral barreada con dos brazos bien definidos es lo que increíblemente muestra el Spitzer en NGC 5128.

El observatorio espacial Spitzer posee un espejo de 85 centímetros de diámetro, y opera en el IR desde 3 a 180 micrones de longitud de onda.
Los jets parecen estar orientados perpendicularmente al plano central de esta espiral.

La cara del Hubble Space Telescope:

La altísima resolución angular complementada por el gran campo del telescopio espacial más famoso nos permite ver que dentro de esta galaxia elíptica hay otra galaxia plana donde se están formando estrellas a partir del material oscuro, que es lo que nos induce a pensar la imagen Spitzer. La formación de nuevos soles se delata en las regiones azules que resaltan delante del fondo oscurecedor.

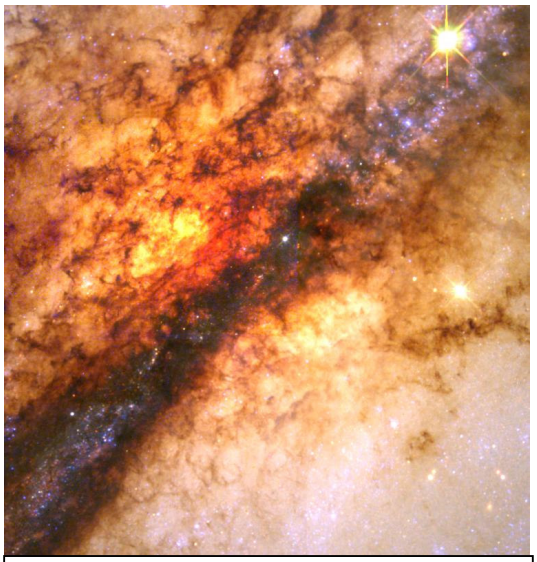


Fig 8 El muy popular Hubble Space Telescope muestra la región central de la galaxia.

Centaurus A, vista por el Galex

El observatorio espacial ultraviloleta Galex (Galactic Evolution Explorer) está estudiando el universo desde su órbita alrededor de la Tierra desde Abril del 2003, por medio de imágenes en luz de dos bandas del ultravioleta. La del UV cercano (NUV) va de 1350 a 1800 Angstroms y la del UV lejano (FUV) va de 1800 a 3000 Angstroms. Las fuentes de emisión en estas bandas se relacionan a cadenas de estrellas y supercúmulos jóvenes y arcos de rayos X. En NGC 5128 la emisión se registra en el borde de la galaxia espiral, mostrando grupos estelares tempranos y además en zonas de formación de estrellas inducidas por los jets, como vemos en la foto como pequeños filamentos azules en la parte superior izquierda del cuadro. La luz UV es muy absorbida por el gas y el polvo, eso causa que el núcleo galáctico quede totalmente opacado en esta región del espectro.

Fig 9 En la imagen del Galex la galaxia elíptica es prácticamente invisible.

El observatorio Chandra y su imagen.

El observatorio espacial Chandra nombrado en honor al astrofísico hindú Subramanyan Chandrasekhar que descubrió el mecanismo de las estrellas enanas blancas, sigue a la Tierra en una órbita muy elíptica, cuyo perigeo está a unos 16 mil Kilómetros y el apogeo a un tercio de la distancia a la Luna, la mayor parte del tiempo coloca al observatorio fuera de los anillos de radiación de van Allen. El satélite tarda un poco menos de 65 horas en rodear nuestro planeta. Utiliza un método novedoso para obtener imágenes en radiación X. En esta radiación los lentes son irrealizables y solo se puede recurrir a la reflexión en espejos especiales extremadamente pulidos con una capa de Indio a ángulos rasantes menores a 1 grado de inclinación. Para esto posee 8 espejos de 1,20 metros que forman la imagen a unos 9 metros del frente del aparato. Los detectores cubren dos rangos. Uno va de 0,08 a 2 KeV (6 a 150 Amstrongs de longitud de onda) y el otro va de 0,4 a 3 KeV (1,20 a 30 Amstrongs de long. de onda).

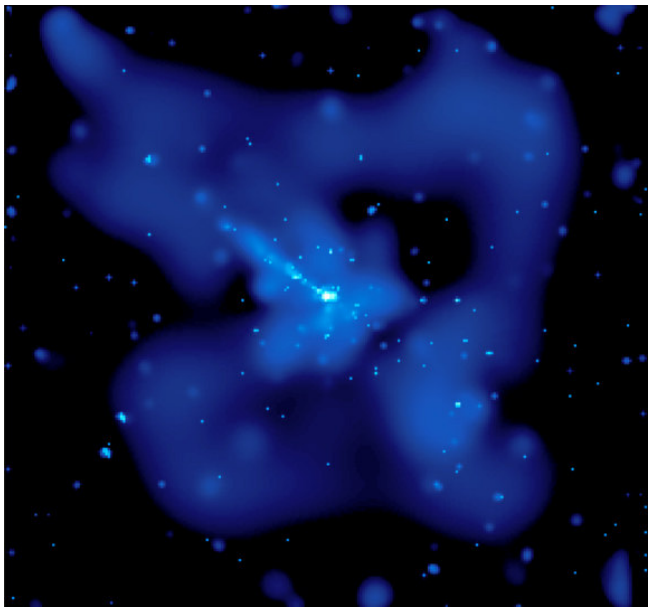


Fig 10 La imagen muestra claramente el jet con nódulos de radiación posiblemente inducida por él y el núcleo brillante.

Los fenómenos asociados a la radiación X son los que están relacionados con las capas más internas de electrones de los átomos,

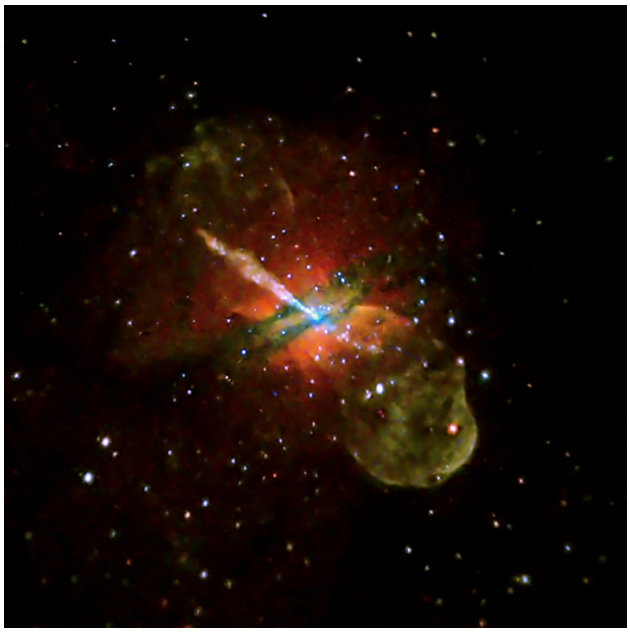


Fig 11 Imagen del Chandra de larga exposición mostrando nuevos detalles.

pero también en ese rango está la aniquilación electrón positrón en una línea espectral de 511 KeV. En resumen, esta radiación se observa en los procesos muy energéticos de la naturaleza.
La foto del Chandra muestra una concentración de la energía a lo largo del jet, donde se ven también grumos de radiación inducida por él.
Además se nota una emisión en todo el borde de la espiral y además en los grandes lóbulos que se forman en los extremos de los jets.

Chandra. Cielo profundo (Fig 11)
Luego de 7 días de exposición el observatorio de rayos X obtuvo una imagen donde aparecieron nuevos objetos, entre ellos los ya conocidos jets opuestos de partículas de alta energía producto de un tremendo agujero negro supermasivo. Se ve al chorro dirigido hacia arriba de la imagen extendiéndose unos 13000 años luz con un contrajet más corto apuntando en sentido opuesto. Los astrónomos cree que esos chorros son importantes vehículos de transporte de energía desde el agujero hacia fuera de la galaxia, afectando el ritmo de formación de estrellas en esos lugares remotos.
Electrones de alta energía espiralan alrededor de las líneas de campo magnético y producen la emisión X de los chorros. Esta emisión quita rápidamente la energía de los electrones, los que deben ser continuamente reacelerados, o la emisión X cesaría enseguida. Algunos nudos en los chorros detectados en la imagen del Chandra muestran donde debe estar ocurriendo el proceso de aceleración de esos electrones a altas energías, y brindan claves importantes para comprender los procesos que aceleran a los electrones a velocidades cercanas a la de la luz.

Fig 12 NGC 5128 en visible. Un proceso especial hace resaltar detalles fuera de la galaxia elíptica. El arco azul superior derecho puede ser un resto estelar (salpicadura!)arrojado a ese lugar luego de que la galaxia espiral se sumergió dentro de la elíptica, hace unos 100 millones de años.

La parte interna del jet de rayos X , cerca del agujero, está dominada por esos nudos de emisión X, los que probablemente provienen de ondas de choque (similar a bombas sónicas) causadas por el jet. Más lejos del agujero negro hay más emisión X difusa en el jet. La causa de la aceleración de las partículas en esta zona es todavía desconocida.

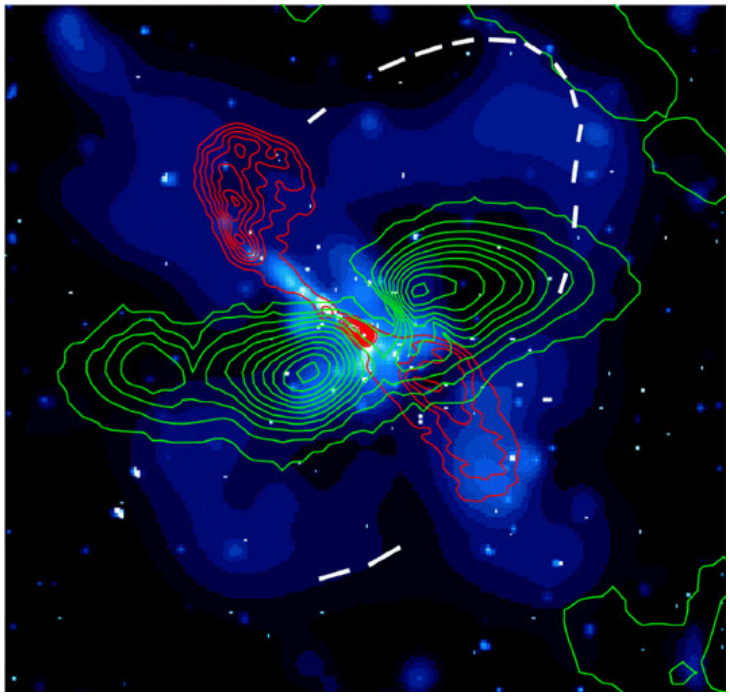


Fig 13 Combinación de tres caras de NGC5128: Chandra en X, radio en línea del Hidrógeno en 21 cm (trazo verde) y radio en continuo (trazo rojo)

En la imagen del Chandra también se notan cientos de fuentes puntuales. Muchas son binarias de rayos X que contienen un agujero negro de masa estelar y una compañera normal en órbita. La determinación de la población y las propiedades de estos agujeros negros ayudarán a los científicos a entender mejor la evolución de las estrellas masivas y la formación de los agujeros negros.

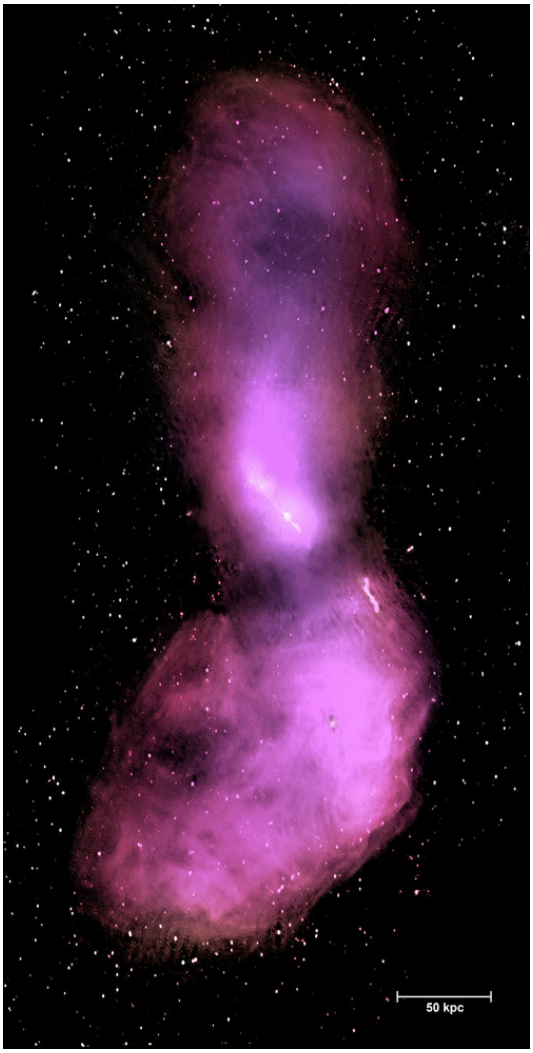
La gran cara de Centaurus A

La Figura 14 muestra una recientísima adquisición realizada por el ATCA (Array Australiano Compacto de Antenas) en Narrabri, en colaboración con el observatorio de Parkes, también de Australia.

Muestra un área del cielo de 10 x 5 grados donde se ve una extensión enorme del material expulsado por los jets de la galaxia. La imagen tiene un alto rango dinámico a juzgar por las diferencias de brillo entre las zonas más brillantes y las más sutiles de la nube. Los puntos de fondo no son estrellas sino otras radiogalaxias situadas mucho más lejos. Algunas de ellas mucho más intensas que CenA.

En la imagen se pueden resolver detalles de un tamaño de 680 años luz, y la galaxia que conocemos está en el centro del cuadro, justo donde se juntan los dos lóbulos principales. La escala señala el largo que tendría un espacio

Fig 14 Imagen de CenA en el continuo de radio f=1,4 GHz lograda en ATCA y Parkes, Australia. Abarca 10°x5°.



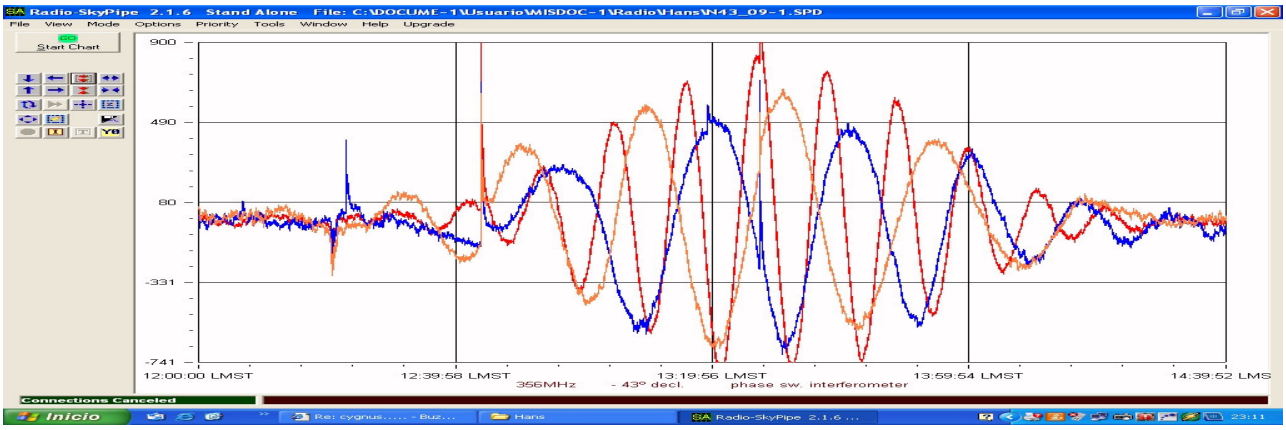
de 50 KiloParsec o 163 mil años luz a la distancia de la galaxia, que sería el tamaño aproximado de la parte más brillante de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea.
Se necesitaron 406 apuntados diferentes del interferómetro, que tiene un campo de unos 30 minutos (igual a la Luna llena). Se necesitó configurar el array en 4 formas diferentes y llevó unas 1200 horas de observación y otras 10 mil de procesamiento, el que todavía sigue para afinar detalles. El trabajo dirigido por la astrofísica Ilana Feain y la colaboración de Tim Cornwell y Ron Eckers (CSIRO/ATNF), fue presentado recientemente en el congreso "Las múltiples caras de Centaurus A".
En estas frecuencias de radio, esta galaxia con su gran extensión y luminosidad sería el objeto más brillante del cielo, y dio una base de interés para el próximo array de las primeras 36 antenas (en comparación con las 5 del ATCA) que se inaugurará en 2012, el SKA (Square Kilometer Array). Este nuevo sistema obtendría esta misma imagen en solo 5 minutos.

Centaurus A y los aficionados

Las imágenes que hemos visto se han obtenido en su mayor parte, con grandes instrumentos y desde carísimos observatorios espaciales. Sin embargo los aficionados tienen oportunidades de verla muy bien con telescopios ópticos y además de detectarla con receptores adecuados en radiofrecuencias.

Fig 15 Interferómetro de 3 antenas de un aficionado y amigo, Hans Michlmayr, que opera en Guilderton, Australia. Con él puede detectar innumerables radiofuentes, entre las cuales está la intensa CenA, a 14 millones de años luz.

Fig 16 Interferograma de la radiofuente CenA obtenido al paso diurno de ese objeto por delante de las antenas.



Conclusión: No era tan sencillo. Esa galaxia que estudiaba nuestro amigo y consocio, ya difunto, Dr. José Luis Sersic en sus años de investigador y profesor en Córdoba por los ‘60, tenía muchos secretos escondidos. El empleo de las computadoras hizo explotar el ritmo de adquisición de conocimientos a niveles impensados en un pasado cercano. Pero nadie iba a imaginar que una simple galaxia en la constelación de Centauros, que pasa cada 24 horas sobre nuestras sureñas cabezas, pudiera tener tantos vericuetos. Debemos tener en cuenta que todo lo que estamos conociendo representó tremendos sacrificios, enorme trabajo para mucha gente y grandes inversiones. Solo para conocer un poco más de nuestro enigmático universo. Quizás debiéramos preguntarnos: qué misterioso impulso nos obliga a nosotros, lo humanos, a invertir tanto esfuerzo para saber que es lo que ocurre allá, tan lejos que la luz tarda 14 millones de años en llegar?
No me lo pregunten a mí!

Reconocimientos: El preparar este artículo requirió de muchas consultas a diferentes fuentes de información actualizada que dio al autor la oportunidad de aprender y refrescar muchos saberes y entretelones de la astronomía actual. Le agradezco mucho al Sr. Roberto MacIntosh por su impulso inicial y crucial ayuda en preparar esta nota, que espero que sirva para impulsar a otros (espero que a muchos) a comprometerse con esta ciencia tan apasionante.