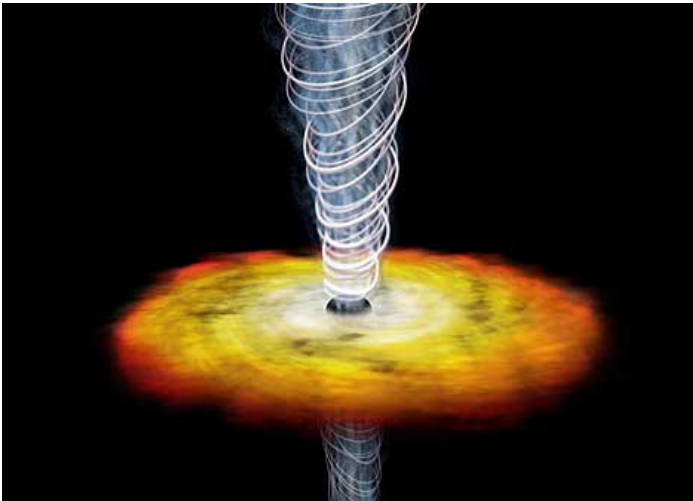


1963. El descubrimiento de los quásares



El rápido desarrollo de la radioastronomía tras la Segunda Guerra Mundial condujo a la identificación de unas misteriosas fuentes de ondas de radio que, en el óptico, parecían estrellas muy débiles. En 1963, el astrónomo holandés-estadounidense **Marteen Schmidt** estimó la distancia y luminosidad de algunas de estas radiofuentes y concluyó que se trataba de **galaxias situadas en los confines del Universo** conocido. Tales

galaxias poseían luminosidades muy superiores a las de todas las conocidas previamente. Hoy sabemos que tales objetos, **denominados quásares**, obtienen su energía de agujeros negros supermasivos situados en sus regiones centrales. El agujero negro, rodeado de un disco de acreción, es el origen de chorros bipolares de altísima velocidad.

Misteriosas radiofuentes



Después de la Segunda Guerra Mundial los astrónomos continuaron con el trabajo de Kart Jansky y Grote Reber tratando de identificar zonas de emisión de ondas de radio en la Galaxia. En 1942, el británico James S. Hey descubrió que el Sol era una intensa radiofuente y poco después comenzó a realizar **un mapa de la Galaxia** del tipo del que había realizado años antes Reber. Hey pronto identificó una zona en la constelación del Cisne que era particularmente intensa y variable en el tiempo. Con argumentos simples de física, Hey

concluyó que **la emisión debía proceder de una región compacta** a la que denominó Cygnus A. El objeto siguió siendo observado por astrónomos australianos que no consiguieron identificar esta fuente con ninguna estrella conocida.

En los primeros años de la década de 1950, el astrónomo británico Martin Ryle (1918-1984) ya había desarrollado la técnica de síntesis de apertura y construyó entonces uno de los primeros interferómetros, esto es, **un radiotelescopio revolucionario** que, constituido por múltiples antenas, era capaz de observar en ondas de radio con un poder de separación que era mucho mejor de lo alcanzado hasta entonces y comenzó a elaborar catálogos de fuentes de ondas de

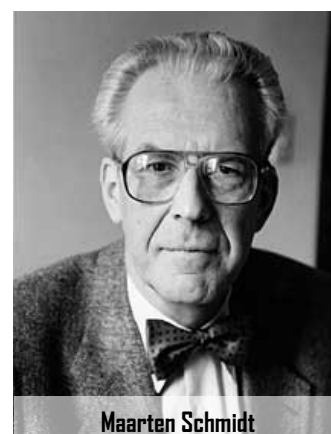
radio. Hacia 1960 Ryle completó una tercera lista (el tercer catálogo de Cambridge o "3C") que contenía unas 450 fuentes y en unos años más, el número de fuentes de ondas de radio alcanzaba un número de varios millares.

La naturaleza de tales radiofuentes era un auténtico misterio. Algunas de ellas parecían relacionadas con estrellas, pero otra gran parte no tenían contrapartida estelar clara. Una de las radiofuentes más intensas era la denominada 3C48 (la fuente número 48 del tercer catálogo de Cambridge). Allan Sandage (nacido en Iowa, EEUU, en 1926) observó en la dirección de este objeto con el gran telescopio Hale (dotado con un espejo de 5 metros de diámetro) de Monte Palomar, California, en 1960 y concluyó que se correspondía con una estrella débil (de magnitud 16) cuya única peculiaridad era que **presentaba una pequeña y tenue nebulosidad** en torno suyo.

En 1962, el astrónomo australiano Cyril Hazard **obtuvo una posición muy precisa** de la brillante radiofuente 3C273 observando su ocultación por la Luna con el gran radiotelescopio de 64 metros de diámetro que había sido completado el año anterior en Parkes (Australia). Gracias a esa posición, se pudo identificar a 3C273 con una débil estrella (de magnitud 13) que, similarmente a lo que ocurría con 3C48, tenía como única peculiaridad una tenue nebulosidad en su entorno.

Schmidt, un holandés emigrado a América

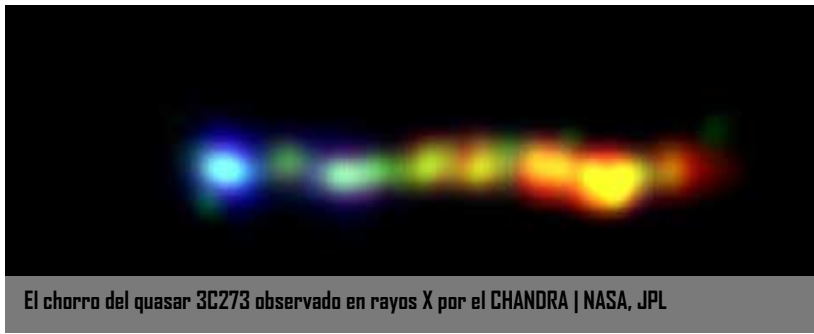
Maarten Schmidt nació en Groningen (Países Bajos) en 1929 y obtuvo su tesis doctoral en el Observatorio de Leiden en 1956. Tres años después llegó al California Institute of Technology (CalTech) donde comenzó estudiando la dinámica de las galaxias. Utilizó con frecuencia del telescopio reflector Hale de Monte Palomar. Schmidt fue director del departamento de CalTech entre 1972 y 1975 y director de los Observatorios Hale entre 1978 y 1980. En años más recientes **se dedicó a la observación de fuentes de rayos X y gamma** y de sus contrapartidas en el óptico.



Distancias cosmológicas

Con el telescopio Hale, Maarten Schmidt tomó los espectros de varios objetos del catálogo 3C, entre ellos 3C273, y en un principio no comprendió la estructura de líneas visible en el espectro. En efecto, el espectro presentaba cuatro líneas que recordaban vagamente a las líneas del Hidrógeno, pero sus frecuencias eran completamente diferentes. Schmidt calculó qué velocidad correspondería a esa estrella si las líneas fuesen realmente las del Hidrógeno pero alteradas

por el efecto Doppler (ocasionado por su posible movimiento relativo a la Tierra). **Concluyó así, que la velocidad correspondiente era de unos ¡40.000 km/s!**



El chorro del quasar 3C273 observado en rayos X por el CHANDRA | NASA, JPL

Los desplazamientos Doppler medidos en estrellas de nuestra Galaxia son insignificantes, de manera que el desplazamiento medido en 3C273 indicaba claramente que **se trataba de un objeto extragaláctico**. Utilizando la

ley de Hubble para evaluar la distancia de 3C273 a partir de su velocidad, Schmidt estimó que este objeto se encontraba a la increíble distancia de 2.500 millones de años luz. Y si se encontraba a tal distancia, para poder explicar su brillo aparente, 3C273 necesitaba tener una enorme luminosidad, unas cuarenta veces mayor que una galaxia normal. En resumen, **3C273 parecía ser una enorme galaxia en los confines del universo**.

Schmidt repitió sus medidas con el objeto 3C48 llegando a conclusiones parecidas o incluso más extremas. Encontró que éste **debía encontrarse a unos 4.000 millones de años-luz** y lo que aún parecía más increíble es que tal objeto, al igual que Cygnus A, variaba con el tiempo. En 1964, los objetos como 3C273 y 3C48, que distaban mucho de ser estrellas, fueron denominados '**Quasi-Stellar-Objects**' por Hong Yee Chiu, un físico de la Universidad de Princeton. Este término fue pronto abreviado por los astrónomos para formar el de quásar.

La energía de los agujeros negros

Desde que Schmidt identificó los primeros quásares en 1963, se han catalogado varios miles. Sabemos hoy que **un quásar es una gran galaxia que contiene un agujero negro supermasivo** (de hasta varios miles de millones de masas solares) en su centro. El agujero negro está rodeado por un



Imagen artística de un quásar | NASA

disco de acreción que lo alimenta y que crea unos chorros de materia que se proyectan de manera bipolar hacia el espacio con velocidades cercanas a la velocidad de la luz. Debido a estas velocidades extremas, los chorros pueden llegar a alcanzar distancias de hasta varios miles de años-luz desde su lugar de origen.

Los agujeros negros parecen ser habituales en los centros galácticos, lo que nos lleva a pensar que quizás son un ingrediente esencial en la formación y evolución de las galaxias.

Curiosidades

- Un objeto no puede experimentar cambios más rápidos que el tiempo que tarda la luz en viajar entre sus extremos. Los cambios de luminosidad tan rápidos observados en los quásares implican, siguiendo ese razonamiento, que la fuente principal de luminosidad tiene un tamaño relativamente pequeño, similar al de nuestro sistema solar, sin duda el entorno del agujero negro supermasivo que se encuentra en el centro del quásar.
- Los quásares más distantes conocidos alcanzan hoy desplazamientos al rojo $z \sim 7$, lo que corresponde a distancia del orden de 30.000 millones de años-luz.
- En la década de los 1960, no todos los astrónomos se pusieron de acuerdo en que los quásares eran objetos muy distantes tal y como parecía indicar su desplazamiento hacia el rojo. Algunos astrónomos pensaron que, en lugar de un origen cosmológico, el desplazamiento al rojo podía deberse a un efecto gravitatorio en una estrella muy masiva. Otros sugirieron que podían ser objetos constituidos por antimateria, etc. Pero en los años 1970, el modelo del disco de acreción y su justificación física resultó muy convincente y fue aceptado por la gran mayoría de astrónomos.
- El efecto de lente gravitatoria predicho por Einstein en los años 1920 fue confirmado en 1979 mediante las imágenes de un quásar que aparecía como doble. Se conocen hoy numerosos casos de quásares amplificados por tal efecto, tanto en ondas ópticas como de radio.