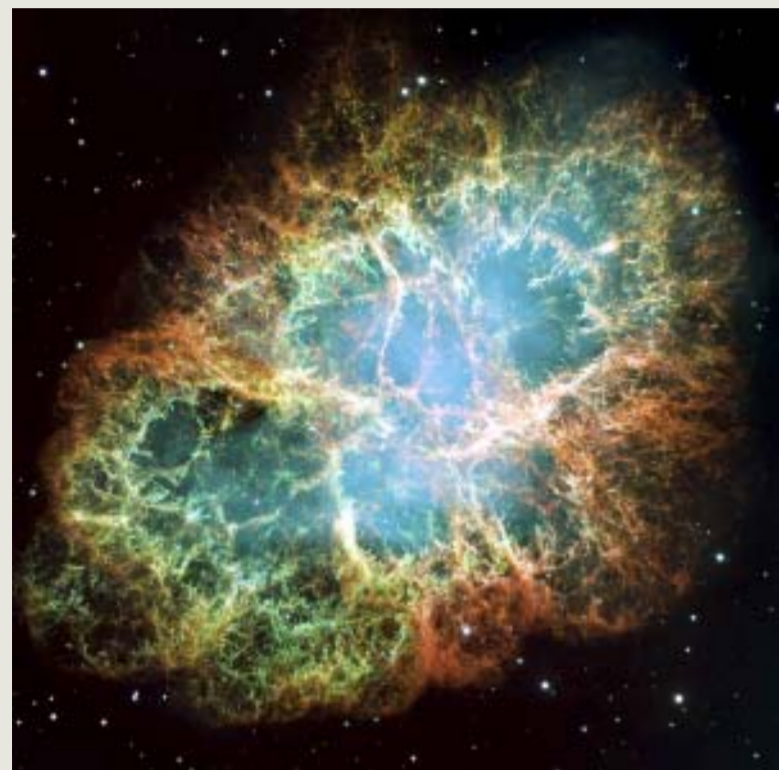


Los estudiosos de la fina y continua ducha cósmica

La Nebulosa del Cangrejo



La Nebulosa fotografiada con la Cámara Avanzada de Rastreo del Telescopio Espacial Hubble revela su estructura. Sus seis años luz de ancho son el remanente de una explosión supernova

En el año 1054, los astrónomos de la corte china registraron la aparición de una nueva estrella en el cielo. Al parecer observaciones similares se hicieron en otros puntos del globo, aunque no hay constancia escrita de que ningún científico europeo escribiera sobre el asunto. La tal estrella naciente se pudo observar en el cielo, sin instrumental de ningún tipo, casi durante dos años. De hecho, los chinos, quizás con un punto de exageración, escribieron que durante un par de meses brilló casi tanto como el sol.

Muchos años después, en la misma zona del cielo donde los chinos habían localizado la estrella, se descubrió la Nebulosa del Cangrejo (conocida también con el nombre aséptico de M1, por ser el primer objeto en el catálogo que elaboró el astrónomo francés Charles Messier a finales del siglo XVIII). Diferentes observaciones de la misma dejaron que es una nebulosa que se expande. Con una sencilla regla matemática que compara la tasa de expansión con su tamaño se determinó la edad del objeto, muy aproximada a ese año 1054 de la observación china.

De ese modo, a principios del siglo XX se asoció de manera definitiva a la Nebulosa del Cangrejo con la supernova del año 1054. La importancia de este cuerpo celeste es enorme, no sólo porque muestra una relación evidente entre las supernovas, las nebulosas y los púlsares (las estrellas compactas de

neutrones que resultan de una explosión supernova), sino además porque también sirve de patrón de calibración para experimentos de altas energías.

Se conoce que el púlsar de la Nebulosa del Cangrejo emite radiaciones de muy altas energías cada 33 milisegundos. En concreto, cada vez que transcurren esas 33 milésimas de segundo, el púlsar emite un fotón con una frecuencia de 30 hercios. Los fotones viajan sin interferencias desde la fuente hasta la Tierra. En concreto, los fotones que provienen de la Nebulosa del Cangrejo, se pueden rastrear en casa de cualquiera que tenga un televisor. Sólo hay que acercar un amperímetro a la pantalla de un canal sin sintonizar y cada cierto tiempo verá que aparece una señal de 30 hercios. Es la que proviene directamente del púlsar de la Nebulosa del Cangrejo.

Rastrear el origen de los rayos cósmicos que llegan a la Tierra es uno de los objetivos básicos de los grupos de grandes energías. Por un lado para conocer de dónde provienen esas energías que llegan hasta nosotros, pero también para hacer astrofísica convencional. Es decir, para estudiar la estructura física de los objetos que existen en el cosmos. La diferencia con otras técnicas es que las que utilizan los grupos de altas energías se dirigen al espectro no visible.

De momento, los estudios parecen demostrar que los rayos cósmicos provienen de explosiones supernovas, pero quizás también de galaxias con núcleos activos en cuyo centro tienen un agujero negro, e incluso de microcuásares, que son sistemas compuestos por una estrella muy masiva, y un objeto compacto, muy denso, ya sea una estrella de neutrones o un agujero negro que orbita alrededor de la estrella normal.

Su importancia es enorme porque sirve de patrón de calibración para experimentos de los grupos de altas energías

El Grupo de Física de Altas Energías del Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Facultad de Físicas cuenta con dos grandes líneas de investigación dirigidas por los profesores María Victoria Fonseca y Fernando Arqueros. Ellos dos, junto a otros profesores y alumnos, participan en sendos proyectos internacionales que buscan saber mucho más sobre el universo, en concreto sobre los rayos cósmicos que nos «duchan» continuamente. La Complutense fue la institución pionera en nuestro país en lo que se refiere al estudio de las altas energías ya en los años ochenta. Los actuales proyectos son una continuación natural de aquellos comienzos.

JAIME FERNÁNDEZ

A 2.426 metros sobre el nivel del mar en la isla canaria de La Palma, se encuentra el lugar conocido como el Roque de los Muchachos. Allí está instalado un descomunal telescopio de 17 metros de diámetro, con una altura similar a un edificio de seis pisos. El telescopio pesa sesenta y cinco toneladas y sin embargo es capaz de girar 360 grados en solo treinta segundos. El peso parece enorme, pero en realidad es muy ligero para sus dimensiones, porque los materiales empleados en su construcción son la fibra de carbono y el vidrio, exactamente los mismos que se utilizan en aviones y satélites. También se ha utilizado tecnología nueva en la construcción del espejo que cuenta con subunidades de un metro cuadrado de área. Cada una de ellas tiene un motor propio que permite que el plano focal de todas las subunidades estén en un único punto. Para conseguir tanta precisión cada una de las subunidades cuenta con un láser rojo que le permite enfocar exactamente hacia una cámara que cuenta con 500 fotomultiplicadores que miden y analizan la luz que llega al espejo.

Este telescopio, de nombre MAGIC, es la herramienta principal de una colaboración científica internacional en la que participan Alemania, Italia, Finlandia, Polonia, Suiza, Armenia, Rusia, Estados Unidos y, por supuesto, España. Nuestro país es uno de los que aporta un mayor número de grupos, ya que cuenta con seis diferentes. Tres de ellos son de Barcelona, otro del Instituto Astronómico de Canarias, un quinto del Instituto Astronómico de Andalucía y, por último, el grupo de la Universidad Complutense, cuya investigadora principal es la profesora María Victoria Fonseca. Colaboran con ella otros profesores de la Facultad de Físicas como José Luis Contreras, Juan Abel Barrio y José Miguel Miranda, aparte de seis doctorandos de la Facultad.

La profesora Fonseca explica que telescopios como MAGIC, conocidos también como telescopios Cherenkov



J. DE MIGUEL

(en honor al premio Nobel de Física del mismo nombre), permiten captar un tipo de luz muy concreta. Es una luz con mucha más energía que la de la luz visible, se produce cuando los rayos cósmicos colisionan con la atmósfera y sólo brilla durante unos nanosegundos. Los experimentos tradicionales para captar este tipo de energía, que se produce a una altura muy elevada, se suelen hacer con globos o con cohetes, pero los gastos son mayores que los que supone la instalación de un telescopio. Fonseca recuerda que los detectores espaciales tienen además una gran desventaja, porque cubren un área muy pequeña, mientras que los telescopios Cherenkov tienen un rango de observación de miles de metros cuadrados. Esto es así porque desde la Tierra se observa la cascada de partículas que se produce tras chocar el rayo cósmico con la atmósfera.

Dicha cascada de millones de partículas da lugar a un destello de radiación que dura escasos nanosegundos. El instrumental de estos telescopios capta el destello y permite saber si la energía detectada es de un fotón o bien de un protón. La diferencia está en que los fotones provienen directamente de la fuente, mientras que los protones pueden proceder de cualquier lugar del cosmos. La razón es que al llevar carga eléctrica los protones modifican su trayectoria según se encuen-

tran con campos que también están cargados electrónicamente. Conocer el origen de los rayos cósmicos es una manera más de hacer astronomía y de ir completando el conocimiento sobre el universo.

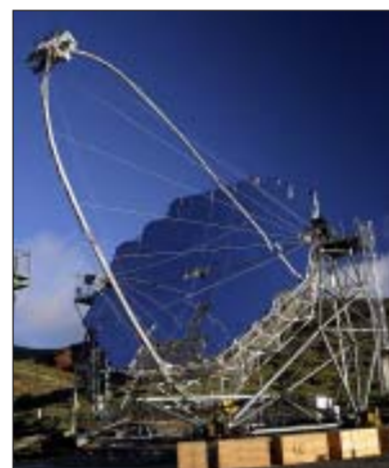
Todo comenzó con HEGRA

Las investigaciones en este campo y la cooperación de la Universi-

dad Complutense comenzaron en el año 1987, con un proyecto denominado HEGRA, que se extendió hasta el año 2002.

En los primeros años, HEGRA no contaba con telescopios, sino con detectores en el suelo. Fonseca considera que con este instrumental se podía medir la dirección y la ener-

Continúa en la página siguiente



En esta página aparecen diferentes aspectos del telescopio MAGIC instalado en el Roque de los Muchachos. En las imágenes se observan los láseres rojos de las subunidades, la capacidad del telescopio de girar 360 grados y detalles de los espejos de un metro cuadrado que conforman el enorme espejo principal. En la imagen de la izquierda, la profesora María Victoria Fonseca (en primera fila con jersey rosa) acompañada de los miembros de su grupo de investigación.

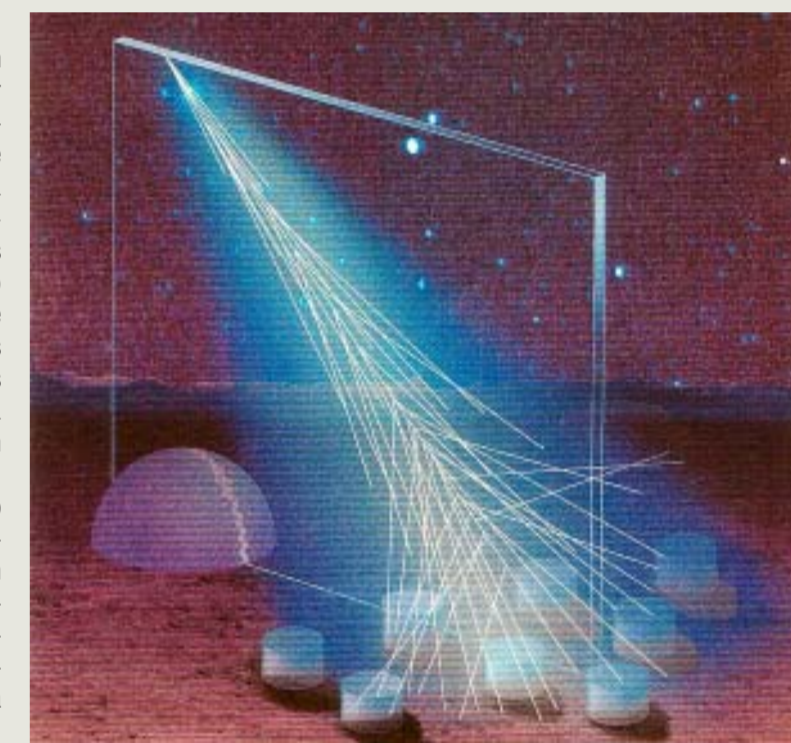


Qué son los rayos cósmicos

En noviembre de 1961 Reed Richards, Ben Grimm, Susan Storm y Johnny Storm partieron al espacio en una nave espacial no demasiado bien construida. Sus paredes dejaron atravesar rayos cósmicos de muy alta energía que les modificaron para siempre y les convirtieron en Los 4 Fantásticos. Es cierto que estos personajes no son más que héroes de cómic, pero no menos cierto es que los tebeos de Marvel siempre han estado interesados por la actualidad y una de las grandes preocupaciones en los sesenta, con la vista puesta en la carrera espacial, eran los rayos cósmicos. De hecho, durante el primer vuelo tripulado a la luna en el año 1969, los astronautas del Apolo 11 comunicaron a Tierra que cuando cerraban los ojos observaban, de manera ocasional, destellos luminosos. Los datos revelaron que no eran otra cosa que los núcleos pesados de la radiación cósmica incidiendo en la nave.

La primera evidencia de que existían los rayos cósmicos los tuvieron filósofos griegos como Tales de Mileto seis siglos antes de nuestra era, aunque como es lógico no consiguieron conocer su naturaleza y lo identificaron como el «alma» de objetos inanimados como el ámbar. Los auténticos estudios científicos que originaron la física de rayos cósmicos los realizó Victor Hess entre 1911 y 1912. Por aquella época ya se había detectado una ligera ionización en el aire incluso lejos de fuentes radiactivas. El sentir general era que esta ionización provenía de la radiación natural que se encuentra en muchos elementos de la superficie de la Tierra. Hess quiso demostrarlo con la ayuda de globos que transportaban una cámara de ionización, pero descubrió que en lugar de reducirse, la señal de fondo aumentaba según se alejaba de la superficie terrestre. La deducción fue obvia: la radiación provenía de arriba y no del suelo. A pesar de lo lógico del planteamiento, pasaron años antes de que se considerara una evidencia científica.

Por suerte, algunos científicos como Paul Auger, Robert Andrew Millikan y G. Harvey Cameron continuaron la línea de investigación abierta por Victor Hess. Los



Los rayos cósmicos primarios producen una cascada de partículas en el momento en el que colisionan con la atmósfera de nuestro planeta. Una parte de esas partículas llegan a la superficie.

Los estudios científicos que originaron la física de rayos cósmicos los realizó el austriaco Victor Hess entre 1911 y 1912

rayos cósmicos fueron bautizados con ese nombre por el estadounidense Robert Andrew Millikan en 1925.

En 1938 fue cuando el francés Pierre Auger detectó por primera vez la existencia de cascadas atmosféricas. Estas se producen (como muestra el dibujo superior) cuando un rayo cósmico «choca» con la atmósfera terrestre. En ese momento, el núcleo del rayo cósmico primario entra en contacto con un núcleo de nuestra atmósfera, ya sea nitrógeno u oxígeno. Se produce entonces una reacción nuclear en la que se crean nuevas partículas, en especial las conocidas como piones, que son partículas elementales inestables. Los fragmentos que resultan de la colisión siguen viajando hacia el suelo hasta que colisionan de nuevo y producen otra reacción nuclear. Al multiplicarse este fenómeno, se produce la cascada de partículas. A pesar de esa creación de nuevas partículas, una parte importante de las que proceden del rayo cósmico primario consiguen llegar hasta la superficie. Su capacidad de penetra-

ción depende de varios factores y puede llegar a los cientos de metros bajo la superficie o incluso puede atravesar, por completo, nuestro planeta.

Los rayos cósmicos, por tanto, son partículas subatómicas que proceden del espacio, que viajan a velocidades cercanas a la de la luz y que tienen una energía elevada, que puede llegar a ser de hasta 10²⁰ electronvoltios. El profesor Fernando Arqueros asegura que esa cantidad se suele comparar con la energía que llevaría una pelota de tenis en un saque. Cada una de las personas (y objetos) de este planeta es atravesada continuamente por este tipo de partículas y a pesar de eso y de su enorme carga energética no corremos riesgo de ser dañados por los rayos cósmicos. La explicación es, de acuerdo con Arqueros, que «la fracción de energía depositada en una interacción es muy pequeña», insuficiente como para ser detectada sin ayuda de instrumental especializado.

En lo que respecta a la procedencia de los rayos cósmicos, el abanico de posibilidades aumenta a medida que se mejoran los estudios. Si en 1995 sólo se conocían tres fuentes de rayos cósmicos de altas energías, los datos del experimento HEGRA ya habían elevado ese número a doce en 2003 y ahora se encuentran por encima de los treinta puntos de origen desde diferentes lugares del espacio. Lo más razonable, a la luz de estos datos, es que el número aumenta según avancen las investigaciones.

Cada metro cuadrado de superficie terrestre es atravesado por 200 partículas continuamente