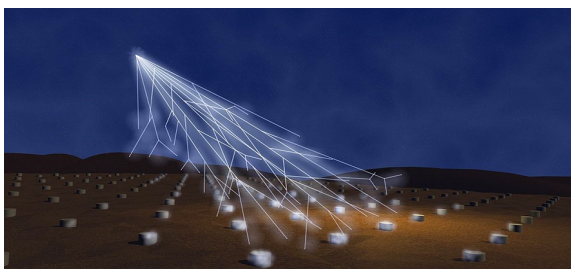


Una mirada al Observatorio Pierre Auger y a sus descubrimientos

Los rayos cósmicos son el objeto de estudio del Observatorio Pierre Auger. Determinando su origen y naturaleza se puede lograr un conocimiento más acabado de algunos fenómenos naturales, inaccesibles para ser estudiados en laboratorios terrestres. Este observatorio se basa en la colaboración internacional de unos 400 investigadores, pertenecientes a 90 instituciones distintas, de 18 países. En Argentina, sede del Observatorio, el proyecto está liderado por la CNEA.

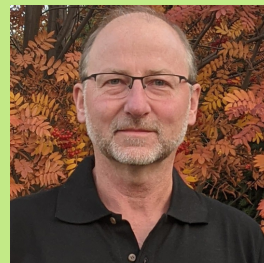
Los rayos cósmicos

Desde la superficie terrestre, a simple vista o con la ayuda de telescopios, podemos detectar luz proveniente del espacio exterior; así observamos estrellas, galaxias y otros fenómenos astrofísicos. Con instrumentos modernos, también se pueden detectar otros tipos de radiación electromagnética, como ondas de radio, radiación infrarroja o rayos gamma. Pero desde hace más de un siglo se sabe que la Tierra también recibe el flujo constante e invisible de partículas subatómicas¹. Estas partículas, denominadas *rayos cósmicos*, llegan a la Tierra en un rango muy amplio de energía, a veces cientos de millones de veces superiores a las que se pueden lograr en los aceleradores construidos por el ser humano. Se ha comprobado también que provienen de todas direcciones y que viajan a una velocidad cercana a la de la luz, pero su origen preciso es aún un misterio. El descubri-



Esquema de cómo un rayo cósmico produce una cascada de partículas secundarias (trazas blancas) que son detectadas por los detectores de superficie.

miento de los rayos cósmicos es atribuido a Viktor Hess, quien en 1912, en un ascenso en globo a más de 5.000 metros de altura, pudo comprobar su origen extraterrestre. En 1938, el físico Pierre Auger (1899-1993) instaló detectores de partículas en las alturas de los Alpes, notando que dos detectores separados muchos metros registraban la llegada de partículas simultáneamente. Es a él a quien se lo considera el descubridor de las lluvias de



Autor

**Ingomar
 Allekotte**

Doctor en Física (Instituto Balseiro – CNEA/UNCuyo)

Investigador de CNEA

Profesor Adjunto (Instituto Balseiro – CNEA/UNCuyo)

Gerente de Proyecto Observatorio Pierre Auger

partículas subatómicas generadas por la interacción de los rayos cósmicos de ultra-alta energía con moléculas de la atmósfera terrestre, y en su honor ha sido nombrado el proyecto.

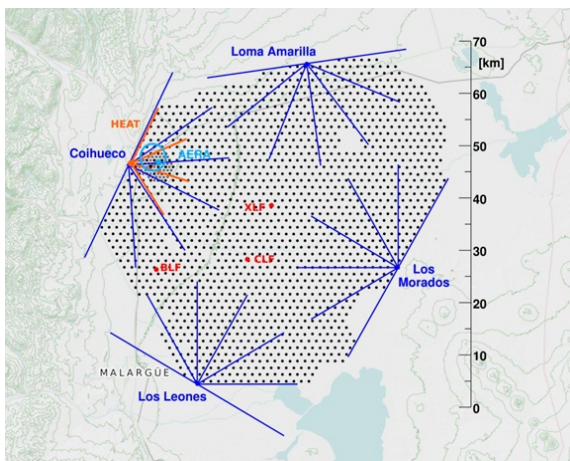


El Observatorio argentino

Ya dijimos que el objetivo del Observatorio Pierre Auger es el estudio de los rayos cósmicos de las más altas energías. Debido a que estos son muy escasos (llega a la superficie terrestre, en promedio, menos de un rayo cósmico por kilómetro cuadrado y por siglo), se requiere de una extensa superficie de detección. El principio de funcionamiento del observatorio está basado en el hecho de que estos rayos cósmicos, al chocar contra las moléculas de la atmósfera terrestre, producen una cascada de partículas secundarias, las cuales a su vez vuelven a chocar contra otras moléculas de aire, produciéndose más y más partículas secundarias². Estas cascadas se extienden por varios kilómetros y pueden ser detectadas con arreglos (formaciones) de detectores de radiación, de distinto tipo. El Observatorio Auger está instalado en los departamentos Malargüe y San Rafael, de la Provincia de Mendoza (Argentina). Consta de más de 1.600 detectores de tipo Cherenkov³ en agua, esparcidos sobre una superficie de



Detector de superficie.



Mapa del arreglo de detectores. Cada punto representa un detector de superficie ubicado a 1,5 km entre ellos.

unos 3.000 km². Este arreglo de detectores de superficie se complementa con un conjunto de telescopios de fluorescencia, que registran la tenue luz ultravioleta que se produce cuando las partículas secundarias de una cascada atraviesan la atmósfera. Adicionalmente, otros detectores que se encuentran más de 2 m bajo tierra, son capaces de detectar y medir muones (partículas similares a los electrones pero de mayor masa y que por lo tanto tienen una capacidad de penetración mucho mayor).

Descubrimientos efectuados

El Observatorio Auger de Mendoza se encuentra tomando datos de los rayos cósmicos en forma estable desde 2004, y como consecuencia de su análisis ya ha realizado importantes contribuciones a la astrofísica. Por ejemplo, se ha confirmado que el espectro de rayos cósmicos (cómo varía su número con la energía) posee cierta estructura, y que existe una energía máxima más allá de la cual no se detectan rayos cósmicos. Aún se desconoce a qué se debe ese límite, si al hecho de que las fuentes de los rayos cósmicos no poseen suficiente potencia para producirlos

con energías mayores, o si los rayos cósmicos pierden su energía en su viaje hacia nosotros. También se descubrió que los rayos cósmicos que recibe la Tierra son extragalácticos, es decir, que provienen en mayor medida de ciertas regiones del espacio que no coinciden con la dirección del centro de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Y a diferencia de lo que se esperaba originalmente, se ha observado que los de las más altas energías no son protones, sino otros núcleos atómicos más grandes. También e inesperadamente, se ha comprobado experimentalmente que las cascadas de partículas contienen más muones de lo que predicen los modelos teóricos y computacionales. Este resultado puede abrir las puertas a una mejor comprensión de los fenómenos físicos que intervienen en la colisión de partículas de muy altas energías.

Nuevos detectores

A pesar de todos estos avances, el origen preciso de los rayos cósmicos de las más altas energías sigue siendo desconocido. Por ello, la Colaboración Auger está construyendo mejoras a los sistemas de detección. Estas mejoras incluyen la instalación de electrónica más rápida y precisa, nuevos tipos de detectores (de centelleo) y antenas para detectar las señales de radio (en frecuencias de decenas de megahertz) que se producen en las cascadas atmosféricas. Una vez que esta nueva fase del Observatorio entre en operaciones a partir del año próximo (2023), se espera que podrá ayudar a responder los enigmas aún existentes en el campo de la astrofísica de los rayos cósmicos ultraenergéticos.

El Observatorio Auger no sólo tiene un impacto en la astrofísica internacional, sino que también ha realizado importantes aportes al desarrollo tecnológico y el desarrollo local en Malargüe y la región, que merecen ser ampliados en una futura Hojita.

NOTA DE LOS EDITORES: Ya en 2010 la Hojita titulada "Una mirada al Proyecto Pierre Auger – Núcleos del espacio" nos relató los albores de este importante observatorio de implicancia internacional.

REFERENCIAS

- 1 O sea, más pequeñas que el átomo, como lo son electrones, protones (núcleos de átomos de hidrógeno) y otros núcleos atómicos más grandes.
- 2 Mayormente, electrones, positrones, fotones y muones.
- 3 Se basan en el llamado efecto Cherenkov. Este efecto es una radiación de tipo electromagnético producida por el paso de partículas en un medio, cuando las partículas poseen velocidades superiores a las de la luz en dicho medio.

ABREVIATURAS

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable

Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/ieds

Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2022/1º ISBN: 978-987-1323-12-8



Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.
Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.
Responsable Científico: Dr. Gustavo Durfo.
Versión digital en www.cab.cnea.gov.ar/ieds
Los contenidos de este fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.