

## ASTRONOMÍA

# De la sombra de la Luna a las partículas ultraenergéticas

El observatorio HAWC situado en el Pico de Orizaba, podrá monitorear dos terceras partes del cielo las 24 horas del día y está previsto que tenga una vida útil de 10 años a partir de su instalación total en 2014

El financiamiento para este proyecto proviene de la "National Science Foundation" y del Departamento de Energía por parte de Estados Unidos, y por México del Conacyt, el INAOE y la UNAM

Noemí Rodríguez González

**E**l observatorio HAWC (siglas en inglés de "High Altitude Water Cherenkov") está ubicado en el estado de Puebla, en una meseta entre los volcanes Pico de Orizaba y Sierra Negra en el Parque Nacional de Pico de Orizaba, y será el único en su tipo para los estudios de partículas de altas energías, coincidieron Magdalena González Sánchez del Instituto de Astronomía, Lukas Nellen Filla del Centro de Ciencias Nucleares, Andrés Sandoval Espinosa del Instituto de Física y Alejandro Lara Sánchez del Instituto de Geofísica, todos de la Universidad Nacional Autónoma de México y colaboradores del proyecto HAWC.

El observatorio HAWC podrá monitorear dos terceras partes del cielo las 24 horas del día y está previsto que tenga una vida útil de 10 años a partir de su instalación total en 2014. Este proyecto es la segunda generación de detectores y su antecesor, el observatorio "Milagro" ubicado en Nuevo México, Estados Unidos, a 2 mil 630 metros sobre el nivel del mar, fue el primer observatorio Cherenkov de agua en detectar rayos gamma ultraenergéticos.

Con tan sólo el 10% del equipo instalado en el HAWC se consiguió captar la sombra de la Luna, lo que a decir de los investigadores demuestra que los equipos funcionan bien. La imagen se logró tras meses de observaciones. Los detectores de luz Cherenkov del HAWC son sensibles a las partículas derivadas de los rayos cósmicos que inciden sobre ellos, de tal forma que cuando la Luna pasa por encima del instrumento obstruye la llegada de los rayos cósmicos creando un déficit en las observaciones.

Tras días de observación del cielo se hizo la interpretación de los datos y mediante programas computacionales se identificó la imagen de la sombra de la Luna, la cual se dio a conocer en la reunión de este año de la "American Physical Society".

Después de colaborar en el observatorio "Milagro" y al saber que el volcán Sierra Negra era una posible sede para desarrollar el nuevo proyecto y que además competía con el Tibet, en China,

y Chacaltaya, en Bolivia, la doctora Magdalena González colaboró con el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) con el objetivo de traer el laboratorio a México.

Fue en julio de 2007, durante el Congreso Internacional de Rayos Cósmicos realizado en Mérida, Yucatán, cuando se decidió que México sería el lugar indicado. La altura, 4 mil 100 metros sobre el nivel del mar, y la extensión del terreno, 22 mil metros cuadrados, fueron algunas de las características que se tomaron en cuenta para que se ubicara HAWC en nuestro país.

Andrés Sandoval Espinosa, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), comentó que en mayo estarán instalados 100 detectores, los cuales quedarán listos para funcionar en agosto de este año, momento en el que producirán datos científicos y el HAWC comenzará a funcionar como observatorio conjunto entre México y Estados Unidos.

## CASCADAS EN EL CIELO

Los rayos cósmicos son las partículas con las mayores energías detectadas, llegan constantemente a la Tierra desde el espacio exterior y se desconoce su origen y sus mecanismos de producción, aunque se tiene la idea de que pueden provenir del centro de la galaxia, de explosiones de estrellas o de otros eventos violentos, incluso de galaxias muy lejanas.

Debido a que los rayos cósmicos tienen carga eléctrica, los campos magnéticos galácticos e intergalácticos los desvían y al llegar a la Tierra ya no tienen memoria de su origen. En cambio los rayos gamma (luz de la más alta energía) son producidos en las mismas regiones que los rayos cósmicos, pero viajan en línea recta, por lo tanto, llevan consigo la información de las regiones donde son producidos. Sin embargo, los rayos gamma son unas mil veces menos frecuentes que los rayos cósmicos, por lo que es necesario una infraestructura muy grande para detectarlos.

En este sentido, el doctor Alejandro Lara también miembro de la AMC, explicó que cuando estas partículas tan energéticas que vienen del espacio chocan con los átomos y las moléculas de la atmósfera (a una altura de unos



FOTO: HAWC

Este mes quedarán instalados 100 detectores (como los que se aprecian en la imagen), los cuales quedarán listos para producir datos científicos en agosto de este año. El HAWC funcionará como observatorio conjunto entre México y Estados Unidos.

20 kilómetros sobre el nivel del mar), rompen sus núcleos y generan una cascada de partículas energéticas secundarias.

Las propiedades de los rayos cósmicos y los rayos gamma ultraenergéticos se pueden medir a través de la detección y análisis de estas cascadas atmosféricas, uno de los métodos son los detectores de radiación Cherenkov en agua. En el caso de HAWC, cada detector consiste en un tanque lleno de agua ultrapura, que ha pasado por varios filtros de diferentes tamaños y por luz ultravioleta, ya que permanece varios años en los tanques y debe mantenerse pura y transparente durante todo el experimento.

El tanque sellado y en total oscuridad, contiene además del agua, detectores de luz de alta sensibilidad o fotomultiplicadores para registrar la radiación Cherenkov que emiten partículas de alta energía (como un electrón, un positrón, un protón, un muón, un kaón o un pión) que penetran en el agua. Este efecto se debe a que en el agua las partículas viajan más rápido que la luz y crean ondas de choque electromagnéticas similares a las ondas de choque de un avión supersónico, pero en lugar de emitir sonido emiten luz, a este fenómeno es al que se le conoce como efecto Cherenkov.

Con un fotomultiplicador -instrumento que detecta fotones posible ver la luz Cherenkov foton por foton y convertirlos en una corriente eléctrica para poder medirla. Al tener un detector que cubra mucha superficie, como es el caso de HAWC, se puede calcular la energía de la partícula primaria y además ver

de dónde viene.

Esta información permitirá hacer mapas de la bóveda celeste y después localizar los objetos que emiten esa clase de partículas energéticas, si vienen del

centro de la galaxia o de hoyos negros súper masivos, y tratar de entender cómo estas partículas adquieren tanta energía, comentó el especialista en física de altas energías Lukas Nellen.

## CARTELERA CINES

VIGENCIA: DEL VIERNES 17 DE MAYO AL JUEVES 23 DE MAYO DEL 2013.

### DIANA

MARCADO POR LA MUERTE 11:25 / 13:45 / 16:20 / 18:45 / 21:15  
CUATRO NOTAS DE AMOR 2ALT 16:30 / 21:30  
5 DE MAYO 11:10 / 13:55 / 18:45  
MARIACHI GRINGO 2P 12:00 / 14:45  
UN LUGAR SECRETO 17:05 / 19:30 / 21:50  
LOS CROODS 2P 11:35 / 13:40  
LADRONA DE IDENTIDADES 15:55 / 18:15 / 20:35 / 22:50  
EN LA OSCURIDAD ST DIG ING DIG2D 11:45 / 14:20 / 17:15 / 20:00 / 22:45  
IRON MAN 3 DIG ESP DIG2D 12:15 / 14:55 / 17:40 / 20:15 / 22:55  
NOSOTROS LOS NOBLES 11:30 / 13:50 / 16:05 / 18:30 / 20:45 / 23:00  
IRON MAN 3 DIG ESP DIG2D 11:15 / 14:00 / 16:40 / 19:20 / 22:20  
EN LA OSCURIDAD ST 3D ING DIG3D 11J / 22:00  
EL REINO SECRETO 3D DIG3D 12:45 / 15:15 / 17:25 / 19:45  
LINEA DE EMERGENCIA 11:00 / 13:00 / 15:00 / 17:00 / 19:00 / 21:00 / 23:05  
EL REINO SECRETO (LOCK S12) 11:00 / 13:20 / 15:40 / 18:00 / 20:20 / 22:40  
OBLIVION ING 2U 19:10 / 21:45  
EL REINO SECRETO DIF 12:10 / 14:30 / 16:50

### JACARANDAS

IRON MAN 3 3D ESP 22:55  
EL REINO SECRETO 3D DIG3D 10:50 / 13:15 / 15:35 / 18:10 / 20:30  
IRON MAN 3 DIG ESP DIG2D 12:00  
EN LA OSCURIDAD ST 3D ESP 15:00 / 18:00 / 21:00  
IRON MAN 3 DIG ESP DIG2D 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00 / 22:45  
NOSOTROS LOS NOBLES 11:15 / 13:30 / 15:40 / 18:05 / 20:15 / 22:35  
EN LA OSCURIDAD ST ESP (LOCK S6) 11:30 / 14:10 / 16:50 / 19:30 / 22:10  
EN LA OSCURIDAD ST ESP DIF2U 20:50  
EL REINO SECRETO DIF 12:05 / 14:15 / 16:25 / 18:35  
EL REINO SECRETO (LOCK S6) 11:00 / 13:10 / 15:20 / 17:30 / 19:40 / 22:00  
EL ULTIMO EXORCISMO 2 11:20 / 13:20 / 15:25 / 17:20 / 19:20 / 21:20  
LOS CROODS 1A, 2A Y 4A 11:50 / 13:50 / 18:20  
5 DE MAYO 15:50 / 20:30 / 23:00  
LINEA DE EMERGENCIA 11:45 / 13:45 / 15:45 / 17:45 / 19:50 / 21:45

### CINEMEX CUAUTLA

MARCADO POR LA MUERTE 11:45 / 14:05 / 16:20 / 18:40 / 21:00 / 23:20  
EN LA OSCURIDAD ST 3D ESP DIG3D 11:05 / 13:45 / 16:30 / 19:05 / 21:50  
IRON MAN 3 ESP DIF 12:50 / 15:30 / 18:10 / 20:50  
IRON MAN 3 ING 11J 23:30  
NOSOTROS LOS NOBLES 11:15 / 13:25 / 15:40 / 17:50 / 20:10 / 22:15  
IRON MAN 3 ESP (LOCK S3) 11:30 / 14:10 / 16:50 / 19:30 / 22:10  
EL REINO SECRETO (LOCK S7) 11:00 / 13:10 / 15:20 / 17:30 / 19:40 / 21:45  
LADRONA DE IDENTIDADES 2U 20:40 / 23:00  
EL REINO SECRETO DIF 12:05 / 14:15 / 16:25 / 18:35  
IRON MAN 3 3D ESP DIG3D 11J 22:40  
EL REINO SECRETO 3D DIG3D 11:35 / 13:50 / 16:05 / 18:20 / 20:30  
LINEA DE EMERGENCIA 12:00 / 14:00 / 16:00 / 18:00 / 20:00 / 22:00  
EL ULTIMO EXORCISMO 2 11:10 / 13:00 / 14:50 / 16:40 / 18:30 / 20:20 / 22:20  
EN LA OSCURIDAD ST ESP 11:40 / 14:20 / 17:00 / 19:35 / 22:25  
LOS CROODS 1A, 2A Y 4A 10:55 / 13:05 / 17:40  
5 DE MAYO 15:10 / 19:50 / 22:30