

# Observatorio de rayos cósmicos Pierre Auger: El cielo a sus pies

ASTROFÍSICA DE PARTÍCULAS





EL OBSERVATORIO DE RAYOS CÓSMICOS "PIERRE AUGER", A LA VERA DE LA RUTA 40, EN LA ENTRADA A LA CIUDAD.

**P**rimero, fue una idea ambiciosa en la mente de James Cronin, premio Nobel de Física en 1980.

Después, un croquis dibujado en un papel.

Más tarde, cálculos computacionales para ver si era viable.

En 1995, una reunión en la sede de la UNESCO con representantes de tres países candidateándose para ser sede del proyecto: Australia, Sudáfrica, Argentina.

Veinte años después, es esto.

Un observatorio particular, no con un telescopio sino con sus detectores desparramados en una superficie de 3 mil kilómetros cuadrados de campo en Malargüe –once veces la Capital Federal– a 1400 metros de altura, al pie de la Cordillera de los Andes, en la provincia de Mendoza.

1660 detectores de superficie instalados a quince cuerdas de distancia unos de otros.

Cinco edificios que albergan veintisiete detectores de fluorescencia.

Información de esos detectores que escanean el cielo y se convierten en datos emitidos hacia las computadoras de los científicos que conforman el observatorio.

Investigadores de 16 países – Argentina, Alemania, Australia, Brasil, Croacia, Eslovenia, España, Estados Unidos, Francia, Holanda, Italia, México, Polonia, Portugal y República Checa y - que reciben los datos para develar el origen y la composición de las partículas de tamaño invisible y más alta energía que caen a la Tierra con menor frecuencia a medida que aumenta su energía:

*Se conocieron hace poco más de un siglo. En 1912, en un globo situado a una altura de cinco mil metros Victor Hess –premio Nobel de Física en 1936– descubrió una “radiación penetrante” proveniente del espacio y la bautizó como rayos cósmicos.*

el misterio más grande que guarda el cielo. Los rayos cósmicos.

Son quinientos científicos. Es noviembre, es la reunión anual del Observatorio de rayos cósmicos “Pierre Auger”, que se realiza siempre para esta fecha. El viento los amontona.

\*\*\*

Sopla viento caliente en Malargüe: en la zona lo conocen como “viento zonda”. La ruta 40 es como Moisés: divide la ciudad en dos. El edificio del observatorio no se ve desde la ruta: está a un lado pero lo tapa un cerco de árboles. Un camino serpenteante rodeado de banderas de los dieciséis países que son miembros de la colaboración internacional conduce hasta la puerta del edificio, apostado en medio de un prolijo parque. Es una construcción austera, tiene dos pisos y está pintado de rosa. En su planta alta una ventana enorme mira hacia el parque; en ese segundo piso, está el corazón del observatorio.

Es como un juego de muñecas rusas: un cuarto vidriado adentro de otro cuadro vidriado que mira hacia el exterior. El lugar es Central Data Acquisition System (CDAS), el cluster que procesa los datos que llegan desde el cielo a través de los detectores en el campo. Nunca descansa: se mantiene activo operando día y noche desde 2005. Está lleno de CPUs apilados unos arriba de otros desde el suelo hasta el techo. Las luces verdes y amarillas de cada uno de esos CPU titilan rítmicas en un *loop* infinito: son los latidos de este corazón artificial.

-Acá –dice Mariano Del Río levantando la voz: adentro del cuarto el ruido es el del ventilador de una computadora pero multiplicado por cien- recibimos los datos de los 1660 detectores de rayos cósmicos que tenemos en el campo y los

*La Tierra, revelan los científicos, es bombardeada constantemente por esas partículas derivadas de los rayos cósmicos: es como si asistiéramos a una guerra invisible de la que no nos estamos enterando –el ojo humano no llega a captarlos–, pero que nos atraviesa en todo momento.*

emitimos hacia las computadoras de los científicos desperdigados por el mundo que trabajan en este observatorio.

Del Río es uno de los guardianes del lugar: el encargado de mantenimiento de los detectores de fluorescencia. El otro guardián es Ricardo Sato, que se ocupa del mantenimiento de los detectores de superficie. Los dos instrumentos con línea directa con el espacio.

En el cuarto hace frío. Además de los CPUs, hay un aire acondicionado apostado en un extremo que está siempre clavado en diez grados. Afuera, sopla viento caliente.

\*\*\*

Frente al observatorio, cruzando la ruta, está el centro de convenciones donde ahora se lleva a cabo la reunión anual del Pierre Auger. Científicos de todo el mundo –en su mayoría físicos, algunos astrónomos e ingenieros- miran un proyector y debaten en inglés. En la pantalla se ve el dibujo de una especie de plato volador con acoplado: es un detector nuevo que están desarrollando. Uno de los científicos señala con un puntero láser rojo un tornillo y todos discuten, durante una hora, sobre la necesidad de reforzar ese tornillo. El objetivo de este nuevo detector es el de siempre: mejorar los instrumentos de medición en campo. Con el norte de siempre: poder observar y estudiar con más precisión los rayos cósmicos.

\*\*\*

Se conocieron hace poco más de un siglo. En 1912, en un globo situado a una altura de cinco mil metros Víctor Hess -premio Nobel de Física en 1936- descubrió una “radiación penetrante” proveniente del espacio y la bautizó como rayos cósmicos. Más tarde, en 1938, el físico francés Pierre Auger,

en las alturas de los Alpes, ubicó unos detectores de partículas y descubrió los “chubascos aéreos extendidos”: lluvias de partículas subatómicas secundarias causadas por la colisión de partículas primarias de ultra alta energía o rayos cósmicos.

La Tierra, revelan los científicos, es bombardeada constantemente por esas partículas derivadas de los rayos cósmicos: es como si asistiéramos a una guerra invisible de la que no nos estamos enterando –el ojo humano no llega a captarlos-, pero que nos atraviesa en todo momento. Las teorías científicas ya explican las fuentes de baja y media energía de los rayos cósmicos que inciden sobre la Tierra, pero los de muy alta energía, aún, son de origen misterioso.

Que los rayos cósmicos pueden provocar diferentes tipos de cáncer, problemas cardiovasculares e incluso incrementar las probabilidades de alzhéimer, son parte de sus mitos. Lo cierto es que tienen cien veces más energía que las partículas creadas en el acelerador del CERN en Ginebra, conocido como “la máquina de Dios”. No son cosa de todos los días: en la Tierra cae un rayo cósmico de ultra alta energía –de cinco por diez a la diecinueve electrovolts- por siglo por kilómetro cuadrado. Por eso, el terreno del observatorio Pierre Auger es tan grande: para poder llegar a detectar muchos. “Son raros porque tienen muchísima energía pero son pequeñísimos. Tienen en una sola partícula la energía de una maceta que cae de un tercer piso, el equivalente al saque de Juan Martín del Potro”, explica Ivo Naranjo, becario posdoctoral en Física del CONICET, que trabaja en el Pierre Auger desde el Instituto Balseiro en Bariloche.

En el Pierre Auger se estudian las partículas secundarias –electrones y muones- para llegar a las primarias y obtener información sobre la evolución del universo: miden las de más baja energía -rayos cósmicos de muy alta energía- para entender su

composición química y fuerzas nucleares que rigen su comportamiento al chocar repetidas veces en la atmósfera y generar el chubasco cósmico y en base a estos conocimientos avanzar con pie firme hacia las más altas energías -rayos cósmicos ultra energéticos-.

“El Pierre Auger es un experimento atípico, que busca respuestas”, dice Beatriz García investigadora del CONICET del Pierre Auger. “Todavía no podemos responder las preguntas formuladas hace cien años sobre ellos: ¿qué son los rayos cósmicos?, ¿protones, núcleos, de hierro, de átomos pesados?, ¿de dónde vienen, cuáles son sus fuentes: núcleos de galaxias activas, estrellas que están muriendo en eventos de supernovas?, ¿cómo llegan con la velocidad que llegan a la tierra sin haber sido frenados en su camino?”.

Hasta ahora, solo se tienen hipótesis de su origen y de su composición: los científicos suponen que los rayos cósmicos de ultra alta energía provienen de la cercanía de agujeros negros extragalácticos.

\*\*\*

-A mí me incentiva la incertidumbre.

Dice Alberto Etchegoyen. Físico, investigador Superior del CONICET y de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y director del Instituto de Astrofísica de Partículas (ITeDA-CNEA, CONICET, UNSAM), es, ni más ni menos, el responsable de que el Observatorio Pierre Auger se haya construido en Argentina.

¿Cómo sucedió? Etchegoyen conoció a James Cronin de casualidad. A él le gusta decir, como si se tratara de un cuento de Edgar Allan Poe, que todo sucedió por “el misterio de la mesa llena”.

Era 1994 y Etchegoyen había viajado a Córdoba a una reunión de la Asociación de Física Argentina (AFA) cuando, en el almuerzo del encuentro fue a sentarse a la mesa de su grupo de trabajo. Allí comenzó el misterio: Etchegoyen no pudo. No encontró lugar en la mesa de sus compañeros. Se ubicó, por ende, en otra, rodeado de desconocidos. Y escuchó una conversación ajena: hablaban sobre la visita a Bariloche de un premio Nobel de Física, que sucedería el mes siguiente. En ese momento, algo en su interior le dijo que viajara a Bariloche: a los días, con dinero de su bolsillo sacó un pasaje y se apuntó a la charla. El que la daba era un tal James Cronin, que buscaba un lugar para llevar adelante su esperanza de crear un observatorio de rayos cósmicos. Al instante de conocerlo fue como si hubiese visto la luz: Etchegoyen quedó deslumbrado. “Me di cuenta que era un hombre con una cantidad de virtudes notables –recuerda-. Él veía las cosas con una facilidad asombrosa”.

Al mes, Etchegoyen invitó al premio Nobel a dar una charla a Buenos Aires. En paralelo, se propuso una meta: buscar un lugar propicio para asentar el proyecto de observatorio en el país.

Un año después, en 1995, Etchegoyen se encontraba en París, en la sede de la UNESCO, defendiendo a Argentina como sede del futuro observatorio, ante un jurado compuesto por Cronin y los representantes de cada uno de los países de la Colaboración Internacional. Los competidores eran representantes de Sudáfrica y de Australia. “Mi presentación destacaba tres cosas: la calidad de los cielos limpios y del terreno –los 3 mil kilómetros de `pampa amarilla` con los que disponíamos-, la infraestructura de ciencia y técnica en el país -el nivel tecnológico y de mantenimiento- y el apoyo de sus instituciones; y lo alejado de la polución antropogénica que se encontraría el observatorio en caso de instalarse aquí”, recuerda.

Durante su alocución de 45 minutos, Etchegoyen no sintió nervios. La ansiedad llegó al momento de contar los votos: fue una elección a mano alzada, y cuando vio la cantidad de adhesiones que conquistaba, se agarró la cabeza con las manos. “Ahí –dice Etchegoyen- me di cuenta que había hecho algo que cambiaba mi vida y la de muchos”.

Veinte años después, no hay miembro del Pierre Auger que no recuerde o haga referencia a aquella presentación de Etchegoyen en la UNESCO. El director del ITeDA puede llegar a explicar frente a un pizarrón, durante cuarenta minutos, a quien le pregunte para qué sirve el observatorio Pierre Auger -a él le gusta llamarlo “megaemprendimiento científico”- sobre las opciones que se abrirían en nuevas ramas de astronomía o física de obtener los resultados deseados. Y también se sincera:

-La belleza de la ciencia –repite él- es que no se sabe qué va a pasar. Pero sí sabemos qué pasaría de no realizarla: se detendría el avance de la humanidad.

\*\*\*

A partir del 2005, la construcción del observatorio tomó forma. “Este experimento no podía hacerse de a uno –dice Ricardo Sato, jefe de mantenimiento de los detectores de superficie, que trabaja en el Pierre Auger desde 1998, antes de su inauguración-. Fue necesario juntar científicos con intereses comunes para estudiar estos rayos cósmicos”. Primero se consolidó el consorcio de países que lo conformarían, luego se consiguió financiamiento. “Cuando instalamos los primeros detectores, había colegas que apostaban a que no llegaríamos a instalar doscientos detectores. Éramos incrédulos, pero llegamos a los 1600 detectores”, dice Ingomar Allekotte, Project Manager del Pierre Auger, científico del Centro

*“El Pierre Auger es un experimento atípico, que busca respuestas”, dice Beatriz García investigadora del CONICET del Pierre Auger. “Todavía no podemos responder las preguntas formuladas hace cien años sobre ellos: ¿qué son los rayos cósmicos?”.*

Atómico Bariloche y profesor del Instituto Balseiro.

“Pierre Auger nació en la imaginación de James Cronin. Pero no podía hacerlo solo: Cronin fue capaz de atraer talento científico de alto nivel de todo el mundo”, dice Antonio Bueno, físico teórico y codirector del observatorio Pierre Auger. Vive en Granada, España. Formó parte del laboratorio de partículas del CERN en Ginebra hasta que decidió cambiar de tema para buscar un nuevo desafío: trabajar en un observatorio inédito. “¿Quién se imaginaba un detector de 3 mil kilómetros cuadrados? Sonaba a ciencia ficción. Veinte años después este observatorio abre líneas de investigación, dice por dónde ir. Cronin era excepcional, de esos científicos que aparecen una vez muy cada tanto. Carismático. Inteligente. Brillante y, humanamente, era una persona excepcional. Veía al Pierre Auger como una familia en la que él era el patriarca. Manejaba una familia de 500 personas. Era muy humano”. Como Bueno, con cada científico con el que se hable de Cronin, se obtendrá una respuesta similar. “Tuvo un liderazgo muy claro y muy humano”, dice Beatriz García, investigadora del CONICET. David Nitz, físico de la Michigan Technological University, en Estados Unidos, trabaja en el Pierre Auger desde el inicio haciendo en el diseño básico del observatorio. “Cronin no solo se sentaba en su computadora: ponía las manos en el instrumento, entendía todo el proceso de un experimento, desde lo más básico hasta lo más complejo. Nunca conocí un tipo más brillante y a la vez modesto y servicial como él”.

En Malargüe existe un colegio con el apellido del Premio Nobel. Se construyó con fondos que él donó: la leyenda cuenta que lo habían invitado a dar una charla a la Escuela n° 4-190, y se enteró que el edificio era alquilado. Intrépido, consiguió medio millón de dólares y se los donó: ahora el colegio es un edificio moderno y luminoso, hasta

con cancha de básquet. “El centro Pierre Auger es el lugar más hermoso en el que haya trabajado en mi vida, y espero que esta escuela sirva para ofrecer la mejor educación”, fueron las palabras que profirió el Nobel durante la inauguración de la escuela, en 2006.

Cronin falleció en agosto de este año. En el hall de entrada a la convención de científicos de noviembre, los estudiantes de la escuela “James Cronin” cuelgan los cuadros con su figura que pintaron ellos mismos, en homenaje al padre de la criatura.

\*\*\*

Todos los institutos y países miembros del Pierre Auger se encargan de los avances técnicos de los detectores. Y a la vez, están divididos en sus tareas teóricas de análisis de los datos: un instituto estudia las colisiones; otro la interacción de las partículas con la atmósfera. Otro caracteriza la atmósfera, otro se ocupa del monitoreo; otro país, de la degradación del instrumento; otro país, de la dirección del arribo –de averiguar de dónde vienen los rayos cósmicos a través de los datos-. El espectro, la composición, la altura, son más datos que relevan los países miembros del proyecto. “Tenemos líderes de proyectos, de detectores de fluorescencia, de detección atmosférica, del sistema de comunicación. Nos organizamos como un gobierno, como una institución. Colaboramos por consenso”, explica Bueno, el vicedirector.

Vienen a Malargüe en noviembre y en marzo. Y los mitines de análisis y resultados de física en Europa, donde se discute exclusivamente la física, no incluyendo el funcionamiento técnico de los detectores.

Todos, en el Pierre Auger, destacan el espíritu de colaboración: no hay jerarquías entre los países

que son miembros. El observatorio comenzó a operar en 2001 y su convenio acaba de prorrogarse hasta 2025. El objetivo: seguir dando pasos en develar el misterio, ese mismo por el que trabajan todos los científicos.

\*\*\*

-¿Vamos al Phil Collins?

Le dice Ivo Naranjo a Pedro Barraza, el técnico que maneja las camionetas del Pierre Auger, conduce a los científicos y a los técnicos al campo para hacer las reparaciones diarias de los detectores.

Mientras sucede la convención, Ivo, junto con Johannes Schumacher, un físico de Alemania que vino a la reunión anual, aprovecharán el día para instalar los prototipos de la electrónica de los nuevos detectores del Observatorio Auger. Porque en el año 2016 marcó comenzó una nueva fase del Observatorio, que incluye la mejora de todo su sistema de medición. Esta mejora y actualización de los detectores, comprende: primero, el agregado de plásticos centelladores a todos los detectores de superficie; segundo, el soterramiento de plásticos centelladores en una zona específica del arreglo de detectores de superficie; tercero, el agregado de un tubo fotomultiplicador adicional en el centro de los tanques de efecto Cherenkov que constituyen el detector de superficie; y, finalmente, la inclusión de una nueva electrónica de superficie trabajando a una frecuencia de 160 MHz. De estas cuatro mejoras las dos que implican nuevos sistemas de detección fueron concebidas por científico y técnicos de CONICET y CNEA, compitiendo con proyectos de detectores de Francia, otro de Italia y uno de Portugal. La idea conceptual y primeros prototipos del SSD fue realizada en el Bariloche bajo la dirección de Xavier Bertou, Investigador Independiente de CONICET y CNEA. Y los plásticos

centelladores fueron una propuesta de ITeDA, instituto que también realizó todas sus fases -diseño, mecánica, electrónica, telecomunicaciones, instalación y puesta en funcionamiento, sistema de toma y análisis de datos-. ITeDA fue pionera dentro de la colaboración Auger en plantear la necesidad de medición de la componente muónica de las cascadas atmosféricas para lograr los objetivos científicos propuestos, idea que es actualmente aceptada por toda la colaboración internacional.

Los detectores de superficie aparecen cada varios metros de distancia a la vera de la ruta 40, en los 3 mil kilómetros cuadrados de extensión del observatorio, que son, en su mayoría arrendadas a los dueños de los campos. Están incrustados en la tierra, pintados de color crema para no producir alteraciones al paisaje natural de la Pampa Amarilla. Arriba tienen un sistema de paneles solares, de 220 voltios, que les permiten cargar sus baterías y que sean autosustentables (Auger es el primer megaemprendimiento científico con energías renovables). Y una antena. Parecen platos voladores. Son tanques redondos hechos de resina epoxi –para soportar las inclemencias climáticas: deben soportar una temperatura de entre 37 grados a 5 grados bajo cero, en invierno-. Llevan 12 mil litros de agua “ultrapura” en su interior, libre de durezas o materiales como el hierro, cristalina, sin ningún tipo de bacterias. El agua es el conductor, el que hace que la partícula –el rayo cósmico- que ingrese al tanque produzca luz –un “estallido lumínico”-, y sea captada por los sensores de superficie en su interior. La reacción es conocida como “efecto Cherenkov”: es una radiación electromagnética producida por el paso de partículas cargadas eléctricamente en un determinado medio a velocidades superiores a las de la luz en ese medio. Esa señal lumínica provocada en el agua, se convierte en señal eléctrica, y es enviada a la base de datos, en Malargüe.

Tienen nombres curiosos escogidos fundamentalmente por elección de alumnos de las escuelas y colegios de Malargüe para diferenciar unos de otros: Phil Collins, Los Piojos.

-Yo me sé el camino de memoria, pero nunca viene mal chequear hacia dónde vamos –aclara Pedro mientras despliega un mapa enorme lleno de puntos minúsculos pintados de verde con nombre, y marca el Phil Collins, el destino de hoy. Pedro fue quien instaló todos los detectores entre 2004 y 2008. Fue al campo hasta con James Cronin: de él recuerda su humanidad, que comió asado con los técnicos y compartió el mate amargo.

-Lo que más nos perjudica en el campo es el viento –dice Ivo, el científico, una vez que llegan al Phil Collins a instalar el prototipo-. Acá en el campo hay vientos de hasta 140 kilómetros por hora.

*Los argentinos los llaman eventos. Los norteamericanos events. Los españoles, sucesos. En la jerga de la colaboración del observatorio Pierre Auger, la caída de un rayo cósmico de ultra alta energía es todo un acontecimiento. En estos veinte años, los científicos ya detectaron 130 rayos cósmicos de ultra alta energía.*



DETECTORES DE SUPERFICIE EN PLENA "PAMPA AMARILLA" EN MALARGÜE.

En el Phil Collins, Ivo instala el cablerío, mientras el alemán, con su computadora, chequea que funcione: cuando en la pantalla aparece el dibujo de un electrocardiograma, significa que se están detectando muones. Una vez listo el "acoplamiento óptico" volverán a la ciudad, por la tarde, después de un día de trabajo entre el ruido de pajaritos y de vacas que los mirarán inertes trabajar desde el campo.

\*\*\*

Los otros detectores son los de fluorescencia: a diferencia de los de superficie, que trabajan los 365 días del año, estos operan un 15% del tiempo. Solo funcionan cuando hay buen clima, en las noches en las que no hay luna llena. Estos detectores detectan muy bien los rayos cósmicos, pero no proveen tantos datos: por eso, en la estadística, sus datos se cruzan con los que dan los detectores de superficie. Esta detección híbrida, explican los científicos, es singular del Observatorio Auger y permite reducir los errores sistemáticos de medición mediante la medición simultánea de un conjunto de rayos cósmicos.

Fabián Gobi tiene 36 años, es ingeniero en electrónica por la Universidad Tecnológica de Mendoza y otro de los que se encargan de realizar los arreglos necesarios a los detectores de superficie: trabaja en el Pierre Auger, junto con otras doce personas, en el área de mantenimiento de los instrumentos de medición apostados en el campo. Los detectores, explica Gobi, funcionan de a siete. Los errores en el campo, por ende, son como un virus contagioso: que un detector falle se traduce en que seis no detecten las señales que deberían correctamente. "Todo influye en la calidad del dato". Desde sus inicios en el observatorio en 2012, vio fallas en estos detectores provocadas por objetos de todo tipo: desde arañas de tamaño descomunal hasta panales de abeja que interceptaban las

señales. "Muchas veces –dice- vamos a hacer alguna reparación y nos volvemos con tarros de miel". Los del proyecto la llaman "miel cósmica".

\*\*\*

Los argentinos los llaman eventos. Los norteamericanos events. Los españoles, sucesos. En la jerga de la colaboración del observatorio Pierre Auger, la caída de un rayo cósmico de ultra alta energía es todo un acontecimiento. En estos veinte años, los científicos ya detectaron 130 rayos cósmicos de ultra alta energía. Pero el más energético, lo detectó un argentino: Diego Melo es físico investigador asistente del CONICET y quien detectó el evento 737165, visto a través del telescopio de fluorescencia ubicado en Coihueco. El dato de que cayó con una energía de 200 EeV, aunque no sea entendible para la mayoría de los seres humanos, para los científicos es un dato fuera de serie. Y lo increíble, es que fue un dato rescatado de la papelera de reciclaje de los datos del Pierre Auger.

Corría diciembre de 2013. Melo, que se desempeña en el ITeDA, se encontraba en una estadía en Sezione di Torino, Italia, para trabajar durante un mes en el análisis de los datos del detector de fluorescencia atmosférica. Intentando reconstruir el perfil longitudinal de una lluvia de partículas, lo halló: entre los eventos de marzo, abril y mayo de 2004, algo en su intuición le dijo que se concentrara en los eventos donde la sustracción de luz Cherenkov había fallado. A mediados de junio, un dato relevado meses atrás y descartado lo sacó de eje. Era demasiada energía para una partícula, algo nunca visto. "Debe estar mal", pensó. Decidió mirarlo más en detalle y ver en qué se había equivocado. Se lo comentó a Michela Chiosso, su compañera de grupo de estudio: no le llamó la atención ni le dio mayor importancia. "Si fuera de ultra elevada energía, y el evento data del 19

de abril, ¿por qué nadie lo reportó?”, le dijo. Al día siguiente, en el almuerzo, Diego volvió a mencionar el tema a sus compañeros de grupo. Nadie emitió comentario. La directora del grupo se acercó a su oficina a la tarde y le pidió que mostrara el evento: al ver la pantalla quedó sorprendida y llamó a una reunión general para el día siguiente.

Allí, uno sugirió que el evento no era un rayo cósmico. “De seguro es un disparo de un láser utilizado para monitorear la atmósfera”, decían. Era imposible. Dos horas después, seguían debatiéndolo, entre el escepticismo y la duda.

Diego volvió a su oficina, siguió mirando los gráficos, siguió mirando la distribución temporal de las señales en los fotomultiplicadores, en algún momento convenció de que el evento no podía ser un láser: la secuencia temporal en el telescopio mostraba que se desplazaba de arriba hacia abajo y no viceversa, venía del cosmos. Se le ocurrió, debido a la inusitada importancia del evento realizar una simulación completa. Le llevó unos días preparar los códigos para simular la lluvia, los detectores de fluorescencia, hacer la reconstrucción de las simulaciones. El resultado volvió a sorprenderlo: la simulación producía valores y gráficos similares a los observados en el evento real. No había dudas: era el evento de más ultra alta energía registrado. Con la emoción en la garganta, le escribió un correo a Etchegoyen, su director, contándole que había descubierto el evento de más energía en la historia del observatorio.

\*\*\*

Beatriz García se incorporó al Pierre Auger en 1996, cuando era un sueño. Hoy trabaja en el proyecto AMIGA, que creó Etchegoyen, que consisten en la instalación de 200 detectores de muones. Son, en rigor, barras de plástico mezcladas con flúor: “El muon –explica- pasa por el flúor y se

emite un fotón, un paquete de energía, que se puede detectar. En las lluvias cósmicas son muchos menos que la componente electromagnéticas: sus hermanos, los electrones y los rayos gamas. Pero la componente electromagnética tiene un poder de penetración mucho menor”. Por eso estos nuevos detectores se entierran a 2,5 metros de la tierra: la tierra actúa como filtro para medir la cantidad de muones que llegan. La medición de muones constituye, junto con la medición de los telescopios los dos mejores observables para determinar la masa de la partícula primaria. Y con una ventaja crucial: miden el cien por ciento del tiempo, no solo el quince de los telescopios.

“Esencialmente –dice Beatriz García- lo nuestro constituye el estudio del universo y sus misterios, que lleva al hombre a entender dónde está parado. El de Pierre Auger es un proyecto donde cada día es un nuevo desafío. Eso me resulta fascinante y la investigación básica es la única manera de avance mediato de la humanidad”. Además, agrega Etchegoyen, se ha constituido en ITeDA un grupo de investigación en tecnología (telecomunicaciones, mecánica y fundamentalmente optoelectrónica y electrónica) capaz de encarar desafíos de frontera en tecnología. Ahora el instituto tiene doctores y doctorandos en ingeniería electrónica perfeccionándose en el Instituto y en Alemania en microelectrónica: ASIC (Application Specific Integrated Circuit) y FPGA (Field Programable Field Array)”.

\*\*\*

“Parece que hay indicios que vamos a ver algo gordo y que pueden hacer cambiar la visión de cómo entendemos de dónde vienen las partículas en el universo –dice Bueno, antes de que termine la convención anual del Pierre Auger en Malargüe-. Estamos muy excitados, es un tiempo muy interesante para trabajar”.

Con los resultados que obtenga el Pierre Auger, las expectativas son varias.

Puede que se funde la “astronomía de partículas cargadas”, una nueva rama de la Astronomía.

O si comprueban sus hipótesis de que a mayor energía las fuerzas son distintas-, la “física de altas energías”: una nueva rama de la Física.

O la “astronomía de muy alta energía”: una nueva sub rama de la astronomía de partículas “gamma”.

O ninguna: aunque esperan que la naturaleza sea gentil con ellos, y hacen todos los esfuerzos, simulaciones y los datos preliminares así lo indican.

La ciencia básica es así: el proyecto de este observatorio que trabaja sin fronteras entre los países tiene como fin fundamental correr la frontera del conocimiento de la humanidad.

Nada más. Y nada menos.

**Redacción:** Cintia Kemelmajer

**Diseño:** María Eugenia Gelemur

**Video y fotografía:** Alejandro Dabrowski, Joaquín Gutiérrez Hadid, Martín Mazzeo, del Área Audiovisual



**ALBERTO ETCHEGOYEN**

-  
FÍSICO INVESTIGADOR DEL CONICET  
DIRECTOR DEL ITEDA

**BEATRÍZ GARCÍA**

-  
ASTRÓNOMA INVESTIGADORA  
DEL CONICET

**RICARDO SATO**

-  
SUPERVISOR CIENTÍFICO  
DE LOS DETECTORES  
OBSERVATORIO PIERRE AUGER

**IVO NARANJO**

-  
FÍSICO BECARIO POSDOCTORAL  
DEL CONICET

**PEDRO BARRAZA**

-  
TÉCNICO  
MANTENIMIENTO DE LOS DETECTORES  
OBSERVATORIO PIERRE AUGER

**MARIANO DEL RÍO**

-  
COORDINADOR DE OPERACIONES  
CIENTÍFICAS DE LOS DETECTORES  
DE FLUORESCENCIA  
OBSERVATORIO PIERRE AUGER



CADA PUNTO AMARILLO ES UN DETECTOR DE SUPERFICIE APOSTADO EN EL CAMPO. EN TOTAL SON 1660.

-  
**Para acceder al video completo  
de este informe haga click aquí:**  
[youtube.com/watch?v=1ZORGubbOes](https://www.youtube.com/watch?v=1ZORGubbOes)



conicet.gov.ar  
info@conicet.gov.ar

[f](#) [t](#) [i](#) [v](#) /CONICETDialoga