

A fondo

DOMINGO

ELTIEMPO • 15 DE MARZO DE 2026

2.0

En primer plano, una de las imponentes antenas que compondrán el Square Kilometre Array en la instalación de Sudáfrica. FOTO: SKAO.



SKA: dentro del radiotelescopio más grande del mundo

Se construye en Sudáfrica y Australia, donde habrá 196 platos y 131.000 antenas para mapear la Edad Oscura del universo, cuando aún no existía ninguna estrella o galaxia.

ÁNGELA POSADA-SWAFFORD (*) - PARA EL TIEMPO - CARNARVON, SUDÁFRICA

Desde el aire, parecen monstruosas flores blancas, esparcidas sin orden aparente sobre la arena tostada del desierto del Karoo, en la provincia de Cabo Norte. Nueve de ellas son las primeras antenas del Square Kilometre Array (SKA), el que será el radiotelescopio más grande del planeta cuando se complete, cerca del 2030. Las restantes 64 son las del observatorio MeerKAT, la tecnología precursora de este enorme esfuerzo científico de 16 países, que se construye simultáneamente en dos lugares del hemisferio sur, los cuales trabajarán de forma complementaria: uno aquí en Sudáfrica y el otro, en Australia.

Su misión principal será escuchar los débiles susurros del universo en su primera infancia, una Edad Oscura cuando todo lo que había eran nubes de átomos de hidrógeno. Especialmente, se quiere explorar el momento mismo en que este hidrógeno dio paso a la formación de los primeros soles y galaxias, el llamado Amanecer Cósmico, un millón de años después del Big Bang. “Sabemos que la materia oscura es una especie de ancla que le da órdenes al gas hidrógeno para que se agrupe, pero no sabemos cómo lo hace”, dice el cosmólogo Aaron Parsons de la Universidad de California en Berkeley. “Entonces, poder mapear ese gas con un radiotelescopio es crucial porque esa neblina es invisible a un telescopio óptico”.

El único radiotelescopio capaz de semejante tarea, concluyeron los expertos que desde los años ochenta comenzaron a hablar del tema, sería uno con una superficie colectora de un kilómetro cuadrado; es decir, un millón de metros cuadrados. No es viable crear un superteléfono con un plato que abarque esa superficie. Pero sí es posible partirlo en muchos trozos que, según cómo se posicionen, brindarán el resultado esperado. Además, el aparato debe poder captar y procesar ondas de radio de distintas frecuencias, de bajas a medianas, entre los 50 MHz y los 15,4 GHz.

Por esa razón, el SKA no se parecerá mucho a la imagen típica que se tiene de un radiotelescopio. Entre otros instrumentos, la parte africana tendrá 196 platos, cada uno de 15 metros de diámetro. Estarán conectados por millas de fibra óptica subterránea, algunas dispuestas en grupos, y otras separadas por kilómetros de desierto. Mientras tanto, la contraparte australiana estará compuesta de 131.072 antenas que recuerdan árboles de Navidad de dos metros de al-

tura. Estarán organizadas en grupos circulares, como si fueran ‘bosques’ de alta tecnología. La construcción en Sudáfrica y Australia comenzó en 2022, después de una vigorosa pugna por parte de ambas naciones para ser los lugares anfitriones de los telescopios.

Bastiones de silencio

Y qué lugares. El SKA de Australia se asienta en los terrenos tradicionales de los Wajarri Yamaji, en las rojas planicies de Murchison en el occidente del país. El de Sudáfrica está en tierras ancestrales de los San, en el Karoo, cuyas arenas pardas guardan fósiles y un atesorado árbol endémico llamado quiver. Ambas ubicaciones son consideradas bastiones de silencio para la radioastronomía, pues tienen un mínimo de contaminación electrónica.

En 2020, el Gobierno sudafricano convirtió un área de 135.000 hectáreas en el Parque Nacional MeerKAT para proteger los sensibles instrumentos astronómicos. Este estatus especial también permitió a los conservacionistas comenzar a restaurar el frágil ecosistema y deshacer siglos de daños causados por el exceso de agricultura, ganadería y la introducción de plantas no nativas. El parque nacional tiene planes ambiciosos de reestablecer no solo la vegetación, sino el rinoceronte negro y las manadas salvajes de varias especies de antílopes que una vez deambularon por aquí.

Por ahora, la ‘especie’ más visible son las antenas en forma de concha del SKA y MeerKAT. La visita al sitio requiere una invitación especial del Observatorio Sudafricano de Radioastronomía (Sarao), abordar una avioneta privada en Johannesburgo, volar durante dos horas y media, y aterrizar en una desolada pista donde espera una camioneta. Antes de siquiera abrir la boca para saludar, hay que entregar el teléfono celular, las grabadoras, cámaras, micrófonos y cualquier equipo electrónico que pueda causar la más ligera interferencia en las frecuencias radiales. No importa si uno está a un metro o muchos kilómetros de distancia de cualquiera de las antenas. Ni siquiera los trabajadores pueden usar celulares, y tampoco pasar la noche aquí, teniendo que ir a pernoctar en el poblado de Carnarvon, a 80 km.

El problema no solo es en tierra. “Evitar la interferencia es uno de nuestros grandes retos”, dice Adrian Tiplady, subdirector de estrategias del Sarao, haciendo un gesto hacia el cenit. “Miles de satélites en órbita baja”, como los de Starlink de SpaceX, están ‘bombardeando’

el cielo constantemente. Estos satélites emiten señales de radio que pueden introducir ruido de fondo, cegando potencialmente los sensibles receptores del telescopio a las delicadas señales del universo primitivo”.

De hecho, dice, el Gobierno sudafricano creó una legislación para proteger esta área y está activamente involucrado en buscar la protección global para lograr un cielo lo más silencioso posible. “Si la astronomía óptica necesita cielos oscuros, la radioastronomía los necesita muy callados”.

El camino hacia el centro nervioso de computación y datos serpentea entre las espectaculares antenas de 22 metros de altura. Nos detenemos ante una de ellas. Estar bajo su sombra en este día de sol inclemente permite apreciar su arquitectura, como esculturas immaculadas. Sin embargo, es la ingeniería invisible bajo la superficie la que las hace revolucionarias.

Para garantizar una estabilidad absoluta, las antenas están ancladas a cimientos de concreto que alcanzan profundidades de 12 metros. En el Karoo, donde las temperaturas pueden os-

cular entre -5 °C en las noches de invierno y más de 42 °C en el calor del verano, los materiales se expanden y contraen. La ingeniería debe tener esto en cuenta, manteniendo la rigidez estructural necesaria para apuntar a una coordenada específica en el cielo profundo con la precisión de la punta de una aguja.

La tecnología de los receptores es también una obra maestra de la física criogénica. Para detectar señales que han viajado durante más de 13.000 millones de años, es necesario silenciar el ruido electrónico interno del telescopio. Esto se logra enfriando los receptores a 18 Kelvin (aproximadamente -255 °C) con helio líquido. Esta congelación profunda ‘adormece’ eficazmente el equipo, permitiéndole captar señales tan débiles que son casi incomprensibles.

Alguien pregunta si estar aquí cuando se reciben estas señales es peligroso. “Si se sumara toda la energía de radio cósmica recibida por todos los radiotelescopios de la Tierra desde los albores de la ciencia, usted solo tendría la energía suficiente para encender una bombilla durante medio segundo”, explica Tiplady.

El MeerKAT también fue pionero en la técnica crucial de digitalizar señales directamente en la antena. En los radiotelescopios tradicionales, la señal analógica viaja a través de largos cables, perdiendo potencia y captando interferencias en el camino. Al convertir el ‘silbido’ del universo en datos digitales en la fuente, el nuevo observatorio preserva la pureza del mensaje mientras este viaja a través de kilómetros de cables de fibra óptica hasta el centro de procesamiento. Y lo hace con una velocidad de 200 gigabits por segundo.

En de la Jaula de Faraday

El resultado es un nivel de claridad que ya produjo bellas imá-

genes del centro de la Vía Láctea, revelando diez veces más filamentos de radio que los que se habían mapeado antes. No es la única prueba de concepto que se ha hecho con el joven observatorio. En enero, el SKA Sudafricano logró que dos de sus antenas más remotas observaran el cielo al mismo tiempo. “Lograr que cada plato observe el cielo de forma individual es un logro, pero hacerlos funcionar como si fueran un solo telescopio, en concierto, es un reto técnico enorme, y lo hemos logrado”, anunció Philip Diamond, el director general del observatorio SKA.

Pero no son solo las antenas. El centro de procesamiento de los datos es un lugar que funciona como una Jaula de Faraday, bloqueando todos los campos eléctricos externos para recibir los mensajes cósmicos sin que nada los distorsione. Cuando esté plenamente operativo, el SKA generará aproximadamente 700 petabytes de datos científicos al año, suficiente para llenar el almacenamiento de 1,5 millones de computadores portátiles típicos cada año.

La velocidad de datos es tan inmensa que tan solo tres segundos de información de los telescopios pioneros actuales representan el 10 por ciento de la velocidad anual de datos de toda la red de Internet.

Esto obliga al desarrollo de nuevas herramientas de inteligencia artificial para el procesamiento automatizado de datos. Y estas innovaciones no se limitan a la astronomía, sino que tienen posibles aplicaciones en todos los aspectos de la vida moderna, desde la imagenología médica hasta la modelación del clima.

Con el tiempo, ha quedado claro para la ciencia que un radiotelescopio de este tamaño no solo respondería a preguntas fundamentales sobre nuestros orígenes y destino cósmicos, sino que también permitiría realizar una gran cantidad de otros descubrimientos en áreas tan diversas como la formación de planetas similares a la Tierra, la detección de distorsiones gravitacionales del espacio-tiempo, el origen de los campos magnéticos cósmicos y la comprensión de la formación y el crecimiento de los agujeros negros. De hecho, existe un libro que demuestra la amplitud de la ciencia que eventualmente abordarán los telescopios SKA, que contiene 135 capítulos escritos por 1.213 colaboradores de 31 nacionalidades.

Ese sí que será un amanecer intelectual de proporciones, bueno, cósmicas.

(*) Periodista científica.

La velocidad de datos es tan inmensa que tan solo tres segundos de información de los telescopios pioneros actuales representan el 10% de la velocidad anual de datos de toda la red de Internet.



Antenas del SKA en Australia, que cubrirán un rango de bajas frecuencias. Habrá un total de 131.072. FOTO: MAX ALEXANDER. SKAO.