

## **CIENCIA con el instrumento “ASKAP” (Australian SKA Pathfinder)**

Por Paula Benaglia y Agustina Belén Blanco

La radioastronomía abre una ventana única para investigar el universo, a partir de la emisión medida en longitudes de onda que van desde metros (frecuencias de MHz) a milímetros (GHz) y aún menores. En pocas palabras, los objetos (o fuentes) que radían por estar a temperatura más alta que su entorno, son observables en general con receptores de algunos GHz hasta THz (1 THz = 1000 GHz = 1 000 000 MHz). A más bajas frecuencias, las imágenes revelan fuentes muy intensas, donde están teniendo lugar procesos que involucran partículas relativistas, difíciles de identificar y modelar. En este rango de frecuencias también se mide la línea de emisión en 21 cm del hidrógeno neutro, herramienta ideal para investigar la distribución y cinemática del medio interestelar de galaxias, desde la nuestra hasta las más lejanas y primeras en formarse.

Luego de casi dos décadas de preparativos, en 2013 comenzó a funcionar a pleno el arreglo llamado Atacama Large Millimeter Array (ALMA, <http://www.almaobservatory.org/>), de 66 antenas y localizado al norte de Chile. ALMA trabaja en el rango milimétrico y submilimétrico (de decenas a centenas de GHz), pudiendo llegar a resoluciones angulares menores a la décima del segundo de arco (unas 100 veces mejores que las de los instrumentos existentes).

En el otro extremo del rango de radio se está preparando el megainstrumento Square Kilometer Array (o SKA), que estará constituido por receptores de radioondas centimétricas distribuidas en África y Oceanía. Justamente con uno de los propósitos de probar tecnologías que usará el SKA y liderado por Australia, se está finalizando de armar el interferómetro ASKAP (por Australian Square Kilometer Array Pathfinder), que presentamos en este artículo.

### **Características del ASKAP**

El radiointerferómetro **Australian Square Kilometer Array Pathfinder** consiste en un arreglo de 36 antenas, de 12 metros de diámetro de disco cada una, funcionando como un solo instrumento de tamaño equivalente a la extensión del arreglo (kilómetros), que operará en un rango de frecuencias entre 700 y 1800 MHz. Se encuentra localizado al oeste de Australia, como parte del Observatorio Radioastronómico de Murchison (MRO, por sus siglas en inglés). Este sitio fue elegido especialmente por hallarse en una zona protegida para las observaciones en radioondas, ya que está libre de señales generadas por humanos, las cuales podrían de otro modo interferir con las ondas más débiles provenientes del espacio.

Las obras comenzaron en el año 2010, y la construcción de la infraestructura del sitio, junto con las primeras antenas, finalizó en el 2012. Actualmente hay 12 antenas trabajando en arreglo y se está terminando la instalación de los receptores y sistemas electrónicos del resto de las antenas, junto con las pruebas y puesta en marcha de los telescopios.

El principal objetivo científico del ASKAP es el realizar relevamientos de grandes áreas del cielo con una velocidad y sensibilidad sin precedentes. En pos de este fin, sus características incluyen un campo de visión de 30° cuadrados, y la posibilidad de variar la distancia entre las

antenas (o línea de base) desde los 22 m a los 6 km, de forma de poder resolver estructuras de tamaños muy variados en el cielo.

Se espera así obtener extensos mapas del cielo con una precisión tal que permita realizar avances claves en áreas de la ciencia como, por ejemplo, el estudio de la formación de galaxias y la evolución del gas en el universo temprano mediante relevamientos extragalácticos de hidrógeno neutro (HI), y la evolución de los campos magnéticos en galaxias a través de medidas de polarización sobre grandes áreas del cielo.

La otra misión importante del radiointerferómetro ASKAP es servir como prueba para testear nuevas tecnologías que contribuyan al diseño y desarrollo del Square Kilometer Array, proyecto internacional que involucra un millar de astrónomos de distintos países, y estará formado por componentes distribuidas entre Australia y Sudáfrica; el ASKAP es una de esas componentes.

Como precursor del SKA, el ASKAP cuenta con especificaciones que lo hacen único y de una ingeniería revolucionaria. Entre ellas se destacan los arreglos de receptores denominados "Phased Array Feeds" (PAFs, por sus siglas en inglés) cada uno compuesto por más de 180 receptores individuales, y el hecho de que las antenas dispongan de un tercer eje posible de rotación, a diferencia de otros radiotelescopios cuyas antenas sólo tienen dos posibles direcciones de movimiento. Esto permitirá a los PAFs tomar imágenes en tiempos muy cortos y de altísima calidad al seguir fuentes en el cielo. Además, la enorme tasa de información que deberá procesarse (equivalente a 1 DVD cada 2 segundos) representa un desafío tecnológico en cuanto a procesamiento, transporte y archivo de datos, demandando el desarrollo de nuevas técnicas de cómputo y calibración.

Con el fin de optimizar el uso de las antenas ya instaladas y probar la ingeniería de los receptores tipo PAF, se lanzó en 2014 la etapa inicial de observación: el proyecto ASKAP BETA (por Boolardy Engineering Test Array), que consistió en funcionar con las primeras seis antenas, principalmente durante el año pasado. Con BETA se realizaron observaciones de continuo de varios campos de prueba para comprobar el rendimiento del sistema. Y observaciones de línea de hidrógeno neutro en galaxias y grupos cercanos revelaron la existencia de una cantidad significativa de este gas fuera de las galaxias, entre otros resultados muy alentadores (ver por ejemplo Serra et al. 2015, Heywood et al. 2016). Muy recientemente se inició el *programa de ciencia temprana* (ASKAP Early Science Program), focalizado a producir datos científicos de utilidad con ASKAP incluso antes de que la construcción del arreglo esté completa.

### **Programa de ciencia temprana con ASKAP**

Este programa, cuya toma de datos se ha iniciado oficialmente semanas atrás, tendrá una duración de 12 a 14 meses. En paralelo, se terminarán de instalar los receptores en las 24 antenas faltantes para completar la construcción del arreglo. De las 1800 h para tomar datos, un 90% del tiempo y el esfuerzo se dedicará a dos relevamientos primarios: (1) uno polarimétrico de continuo entre 700 y 1800 MHz, y (2) uno de línea espectral, entre 1150 y 1450 MHz. Con el primero se investigará, por ejemplo, la evolución de ciertos núcleos galácticos activos y campos magnéticos, densidad y turbulencia de fuentes con corrimiento al

rojo (*redshift*  $z$ ) moderado. Los datos de línea permitirán el estudio de la evolución de galaxias, la morfología de nubes y filamentos e interacciones entre estos objetos, con un detalle sin precedentes.

El equipo de ASKAP ha organizado que el instrumento comience a funcionar, desplegado en su totalidad, ya a finales de 2017. Y lograr, en los próximos años, resultados científicos increíbles como:

- La detección de un millón de galaxias en emisión de línea del hidrógeno neutro sobre el 80% del cielo, hasta *redshifts* de 0.2, para comprender la formación y evolución de galaxias y gas en el Universo cercano.
- La detección de la radiación sincrotrón (por partículas relativistas en un campo magnético) de 60 millones de galaxias para determinar la evolución, la formación y la población de galaxias a través del tiempo, permitiendo pruebas cosmológicas clave.
- La detección de radiación polarizada de más de 500 000 galaxias, para explorar la evolución de los campos magnéticos en las galaxias.
- El descubrimiento y la sincronización de hasta 1 000 nuevos púlsares para encontrar objetos exóticos y proseguir con la detección directa de ondas gravitacionales.
- La formación de imágenes de alta resolución (milisegundos de arco) de los fenómenos intensos y energéticos mediante la extensión de arreglos de muy larga base australianos y mundiales (técnicas de VLBI).



Figura 1: Antenas del arreglo BETA siguiendo una fuente (el resto, apuntando al cenit). Crédito: CSIRO (<http://www.atnf.csiro.au/>).



Figura 2: el ASKAP hoy, escudriñando el cielo austral, y sus antenas centrales. Crédito: CSIRO, Alex Cherney (terraastro.com).



Figura 3: detalle de un Phase Array Feed (o PAF), durante su colocación. Crédito: CSIRO.

**Referencias:**

- Página del ASKAP: <http://www.atnf.csiro.au/projects/askap/index.html>
- *Science with the Australian Square Kilometre Array Pathfinder*, Johnston et al. 2007, Publications of the Astronomical Society of Australia, vol. 24, p. 174
- ASKAP HI imaging of the galaxy group IC 1459, Serra et al. 2015, MNRAS, 452, p. 2680.
- Wide-field broadband radio imaging with phased array feeds..., Heywood et al. 2016, MNRAS, vol. 457, p. 4160

**Sobre las autoras:**

La Dra. Paula Benaglia es investigadora de nuestro Instituto, Profesora de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la UNLP. Ex miembro fundador del grupo GARRA [2000-2016]. Actualmente es miembro del grupo Fringe (formación en radio interferometría).

Agustina Belén Blanco es estudiante avanzada de la Licenciatura de Astronomía.