

CANCIONES DEL LEJANO JÚPITER

PINCELADAS DE RADIOASTRONOMÍA AMATEUR
RAFAEL BALAGUER ROSA

Radiotelescopio
completo y operativo
en Llagostera.
(Cortesía del autor)





A PARTIR DE UNA EXPERIENCIA PERSONAL DEL AUTOR NOS ADENTRAREMOS EN LA RADIOASTRONOMÍA AMATEUR Y APRENDEREMOS CÓMO CAPTAR LAS EMISIONES DE RADIO DE JÚPITER CON MÉTODOS SENCILLOS Y DE BAJO COSTE. ¿HAS ESCUCHADO ALGUNA VEZ UN PLANETA?

Me permitiréis los amables lectores este poético título para un artículo sobre radioastronomía pero, como sin duda sabéis, la emoción que la práctica de la astronomía, en cualquiera de sus disciplinas, lleva implícita, es el mascarón de proa de nuestros anhelos de exploración del Universo. La astronomía es una emoción de emociones, ya que nos reconecta de la forma más directa posible con nuestros orígenes. Habitualmente, nos llegan lejanos ecos, recuerdos del pasado cósmico, solo gracias a nuestros telescopios, armados con una ingente tecnología de captación de imagen que, superando los límites de la observación visual, atrapan los fotones de nuestra historia cosmológica. Hoy, os propongo una nueva aventura. No solo vamos a observar el cielo; vamos a escucharlo, vamos a atrapar de manera literal, ahora sí, ecos. Vamos a intentar sintonizar el Cosmos para escuchar las canciones del lejano Júpiter.

A los más veteranos, este título que hará las veces de hilo conductor de nuestro diálogo quizá les resultará familiar. No es en vano que he querido rendir un homenaje tanto a Arthur C. Clarke, autor de la genial novela *The Songs of Distant Earth* (1986), como a Mike Oldfield quien, inspirándose en la obra de Clarke,

compuso su imprescindible álbum homónimo *The Songs of Distant Earth* (1994). Clarke narra la epopeya del fin de los días de la humanidad en la Tierra y su huida hacia el espacio para, sorprendentemente, encontrarnos de nuevo con nosotros mismos. Oldfield inicia sus canciones de la lejana Tierra precisamente con una emisión de radio, emocionante como pocas. Más allá de la lectura teológica o no que queramos hacer del tema, escuchar a los astronautas del *Apollo 8*, la primera misión tripulada a la Luna, el 24 de diciembre de 1968 en su primera comunicación con la Tierra al dejar la órbita lunar citando el Génesis de la Biblia, no deja a nadie indiferente. Así, la humanidad en su paso más lejano, llamó a casa usando la radio. Y como curiosidad, recordar que una de las pruebas más elegantes para desmontar las teorías conspiratorias sobre las misiones *Apollo* es precisamente la radio: muchos radioaficionados pudieron captar las emisiones de radio de las misiones lunares que procedían, obviamente, de la Luna.

Sí, hoy hablaremos de radioastronomía, pero, ¿cómo empezó todo? La astronomía no solo se desarrolla gracias a la captación de la luz que nos llega del cielo, sino que también puede estudiar el Universo que nos rodea y tratar de desentrañar sus misterios explorando sus inmensidades con técnicas diferentes de la

astronomía visual, trabajando en todo el espectro electromagnético. Así, la radioastronomía estudia los objetos celestes y los fenómenos astrofísicos midiendo su emisión de radiación electromagnética en la región de radio del espectro. Os animo a redescubrir la historia de otro descubrimiento apasionante, la querida radio, no sin hacer también otro gran homenaje a un enorme científico e inventor, que igualmente fue un auténtico pionero de la radio, el gran Nikola Tesla.

Tesla, en 1892, probablemente fue el primero en descubrir las señales de radio que llegan desde los confines del espacio. Una noche, en su laboratorio, notó una señal repetitiva que fue captada por el receptor que había desarrollado. Asombrado y siguiendo su intuición, ¡creía que estaba recibiendo una señal del espacio exterior! Tesla fue ridiculizado cuando anunció este descubrimiento, pero realmente es posible que fuera el primer científico en detectar ondas de radio procedentes del espacio.

Sin embargo, oficialmente la radioastronomía tuvo un comienzo casi fortuito. Este debut se lo debemos a dos ingenieros de radio estadounidenses: Karl Jansky y Grote Reber. Jansky, empleado de la empresa de telecomunicaciones Bell Telephone, había recibido el encargo de estudiar el origen de las interferencias en las radiocomunicaciones. Con este fin, en 1931 Jansky

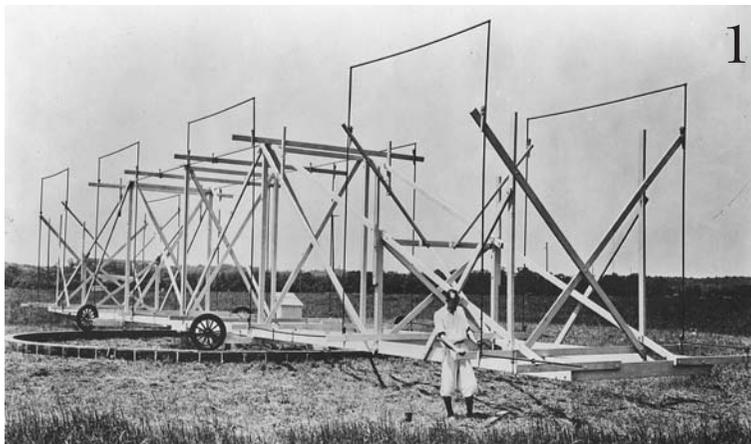


FIGURA 1. Karl Jansky y su «tiovivo». [Archivo]

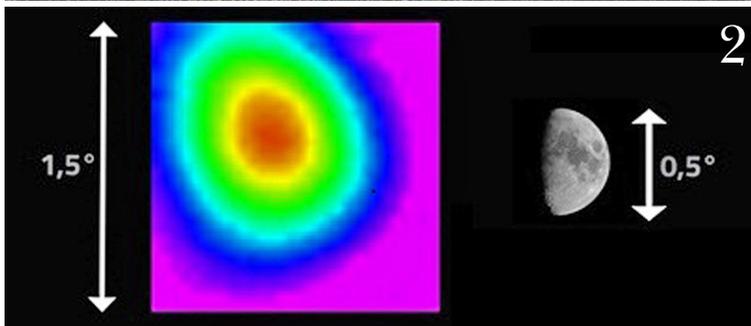


FIGURA 2. Radio imagen de la Luna obtenida con el radiotelescopio Spider230. (PrimaLuceLab)

construyó su famoso «tiovivo», una antena de 30 metros de diámetro que se sintonizaba a 20,7 MHz ¡y que orientaba girando sobre las ruedas de un Ford!

Con el «tiovivo» Jansky confirmó que parte de las interferencias provenían de una potente fuente de radiofrecuencia ubicada en Sagitario, el centro de nuestra Galaxia, invisible a los telescopios ópticos. El gran salto estaba hecho, ahora no solo podíamos ver, sino también escuchar el cielo, el Sol, los planetas...

Siguiendo los pasos de Jansky, en 1937 Reber construyó una antena de 9,5 metros de diámetro en su jardín, con la que levantó el primer mapa de radio del cielo, desvelando la existencia de objetos hasta entonces desconocidos, por invisibles... ¡la auténtica música de las esferas por fin podía ser escuchada!

Para aprender más sobre radioastronomía, y especialmente sobre lo que podemos llegar a hacer los amateur, podéis consultar el fantástico artículo que sobre el tema publicó el Grupo de Estudio, Observación y Divulgación de la Astronomía (GEODA) en el número de febrero de 2003 de la revista *Tribuna de Astronomía y Universo*.

En nuestro ámbito de actuación en la afición astronómica podemos explorar las radioemisiones cósmicas básicamente con dos técnicas de estudio, las denominadas de *imaging* o *non-imaging*. Como su nombre sugiere, en las observaciones mediante *imaging* se transforman las señales de radio recibidas en imágenes, lo que proporciona una excelente visualización de informaciones «invisibles», especialmente las que provienen de ra-

diofuentes débiles. Así, podemos «ver» las ondas de radio tal y como nos resulta más familiar, con nuestros propios ojos, ya que como la mayoría de las especies de la Tierra (que vivimos cerca de una estrella), hemos desarrollado órganos visuales «de bajo coste evolutivo», los ojos, sensibles a una de las principales radiaciones electromagnéticas que emiten las estrellas: la luz visible. Pero nos perdemos todo lo demás, que es casi todo en realidad, también la radio. Por eso la radio siempre despierta en nosotros algo casi mágico al descubrimos parte de esa realidad oculta. Pero para obtener resultados con estas técnicas y llegar a ver la radio necesitamos antenas de gran diámetro (superiores a los 2 metros), y receptores de alta sensibilidad, trabajando con un ancho de banda de 50 MHz y con una frecuencia de trabajo de 11,2 GHz.

Hasta hace muy poco estos equipos, muy sofisticados, solo estaban al alcance de los observatorios profesionales. Por fortuna, desde 2014 los aficionados avanzados pueden acceder a esta tecnología a un precio relativamente asequible gracias a los radiotelescopios de PrimaLuceLab que Telescopiomania importa para España. Su radiotelescopio más ligero, el *Spider230* de 2,30 metros de diámetro, puede instalarse en una de nuestras viejas conocidas EQ6, abaratando así el coste del equipo si ya disponemos de esta montura ecuatorial.

Y si nuestra pasión por la investigación y la radioastronomía nos impulsa a dar un paso más allá (bastante más allá, todo hay que decirlo), con el radiotelescopio *Spider500P* de 5 metros de diámetro dispondremos en nuestro observatorio de un equipo con capacidad SETI con el que, aparte de poder estudiar las emisiones de radio de los cuerpos de nuestro Sistema Solar, remanentes de supernova y radiogalaxias, por ejemplo, ya podremos empezar a rastrear el cielo en busca de señales de inteligencia extraterrestre, suponiendo que ellos algún día también hubieran entonado sus propios cánticos de la lejana Tierra.

Pero como esta tecnología, aunque actualmente más económica, todavía puede resultar prohibitiva para muchas personas, el radioastrónomo aficionado quizá prefiera iniciar su investigación con las técnicas *non-imaging*. Efectivamente, con esta modalidad no vamos a ver nada, pero sí que vamos a poder escuchar el firmamento literalmente. Casi, como decían los personajes de Carl Sagan en *Contact*, podremos escuchar «una voz tronando desde el cielo»...

Al alcance de nuestras antenas, ahora sí de mucho menor diámetro (de tipo Yagi y dipolo) y sencillas de construir y baratas de adquirir, tendremos las tormentas solares y los ecos de los meteoros al cruzar nuestra atmósfera. Con una antena Yagi se pueden detectar las señales de TV de 54 MHz que se reflejan en los trazos meteóricos. Así, a modo de radar cósmico, cuando un meteorito cruza el cielo encima del radioobservatorio, podemos detectar su eco. Es la técnica

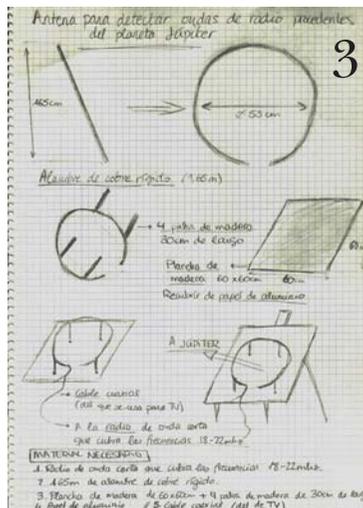
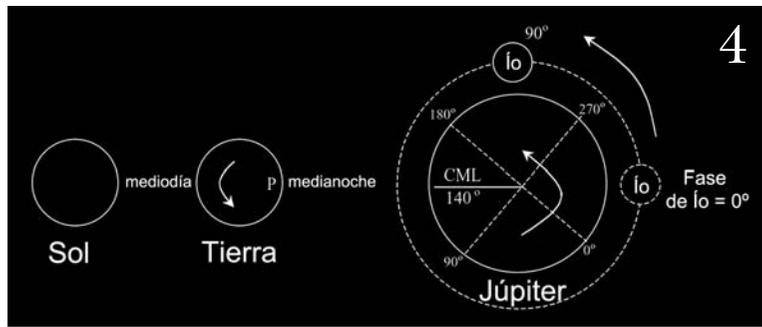


FIGURA 3. Esquema para construir la antena. (Jèssica Lleonart)

FIGURA 4. Posiciones relativas de Ío favorables para escuchar Júpiter: Tormenta Ío A: las probabilidades son mayores cuando CML está entre 215° y 255° y la fase de Ío entre 220° y 240°. Tormenta Ío B: las probabilidades son mayores cuando CML está entre 100° y 180° y la fase de Ío entre 80° y 100°. Tormenta Ío C: las probabilidades son mayores cuando CML está entre 320° y 340° y la fase de Ío entre 240° y 260°. (NASA)

conocida como *forward scatter*, un auténtico radar cazameteoros. Y también podemos intentar sentirnos en profunda conexión con el Cosmos escuchando la atronadora voz de Júpiter.

Y en eso estamos. Vamos a compartir nuestra experiencia intentando captar la emisión de radio de Júpiter, el gigante del Sistema Solar.

Esta aventura comienza en el casi prehistórico 2008, cuando el gran Antoni Escubedo, ingeniero, empresario, científico, inventor, mente brillante e inquieta y, sobre todo, historiador de la ciencia, decide construir una antena con este propósito, escuchar un planeta. Antoni es para mí el Tesla de Girona. No exagero, en absoluto. Visitar su museo-

casa es una gozada y un privilegio. Miles de piezas originales en perfecto estado de conservación y funcionamiento nos ofrecen un apasionante recorrido por la arqueología científica y tecnológica de los últimos tres siglos, desde los experimentos de Tesla al cine en 3D, desde el daguerrotipo a la física cuántica. Estar en su despacho conversando con él y sobresaltarse por un agudo pitido inesperado es algo habitual. El sobresalto inicial deja paso a una sorpresa permanente en cuanto le preguntas por el pitido: «¡ah, no es nada!» comenta, «puede ser un neutrino solar que ha impactado en un detector experimental que diseñé.» Así de fácil, así de claro.

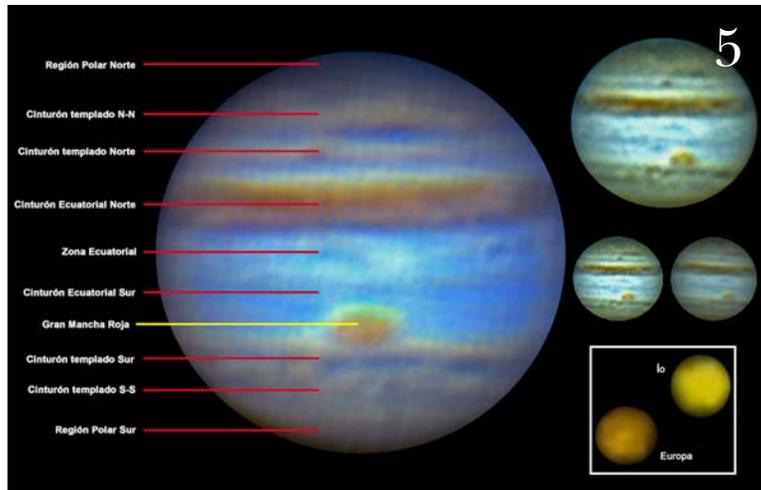
Con la idea de escuchar Júpiter, Antoni indagó en Internet y dio con un croquis manuscrito y maltrecho (Figura 3) que explicaba cómo diseñar tu propia ante-

na para captar la emisión de radio jupiterina. Lo mejor de todo es el bajo coste que supone construirla.

Tan solo necesitamos una plancha de madera de unos 60 x 60 cm, cuatro soportes de madera de unos 30 cm de longitud, 1,65 metros de alambre de cobre rígido, papel de aluminio para recubrir la superficie de nuestra plancha de madera (así reflejará mejor las ondas de radio), y cable coaxial (antena de TV) para conectar todo el sistema a una radio doméstica de onda corta que permita sintonizar las frecuencias de 18 a 22 MHz. Una vez construido el casero dispositivo, ya solo queda apuntar a Júpiter, ir sintonizando la radio y escuchar...

Si observáis el esquema os daréis cuenta enseguida de que uno de los principales inconvenientes de este sistema es precisamente estar seguros de que estamos apuntando a Júpiter. Por eso Antoni mejoró este diseño inicial y construyó su antena con mejores materiales intentando mejorar la sensibilidad y precisión de la misma.

La antena se construyó toda metálica, para optimizar la reflexión de las ondas de radio prescindiendo del papel de aluminio. Los cuatro soportes de madera se sustituyeron por seis barras de baquelita que permiten dar forma circular al alambre de cobre con mayor facilidad. Montó la antena sobre un soporte basculante que, instalado sobre un trípode fotográfico robusto, ya permitía apuntar y girar la antena en cualquier dirección y ángulo de elevación sobre el horizonte. Además, para estar seguro de que estaba apuntando a Júpiter, instaló también un buscador en el centro de la antena.



Así, centrando Júpiter en el buscador, ya podemos estar más seguros de que nuestro sistema estará bien sintonizado.

Una vez construido el *hardware* ya solo queda empezar a experimentar con él. Antoni observó Júpiter en incontables ocasiones, y escuchó y escuchó, pero desgraciadamente no pudo captar una señal inequívocamente jupiterina.

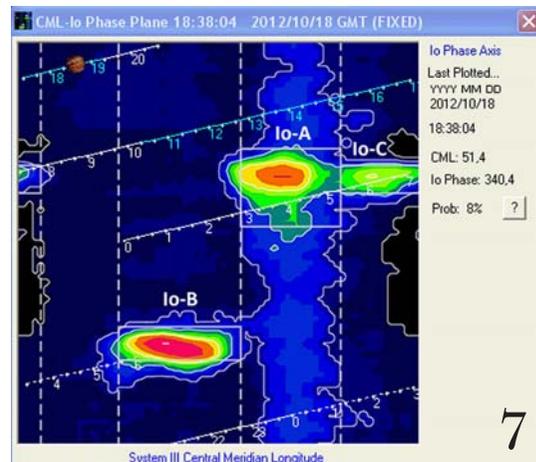
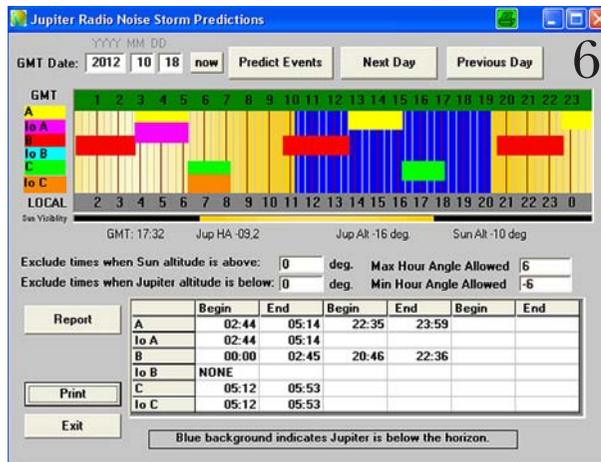
Y así fue como, en el encuentro anual de asociaciones astronómicas de la provincia de Girona de 2008, celebrado en Olot, Antoni (miembro de Astrobanyles), a través de Carles Gil (miembro de Astrogarrotxa), presentó y puso a disposición de los compañeros de todas las agrupaciones de Girona su antena, para ver si algún otro equipo podía tener éxito escuchando un planeta. Desde ese instante me planteé aceptar su amable ofrecimiento, pero no fue hasta 2011 cuando finalmente este sueño se cumplió. En el curso de astronomía que imparto cada año con Astrogirona, cuando hablamos de radioastronomía cito a Antoni y a su antena, y los alumnos siempre se entusiasman tanto con es-

FIGURA 5. Detalles de Júpiter. [Cortesía del autor]

ta posibilidad que finalmente en 2011 nos animamos a intentar escuchar el cielo. Sirva pues este artículo también como ejemplo de lo maravilloso y estimulante que siempre resulta colaborar entre agrupaciones astronómicas.

Fui a recoger todo el equipo a casa de mi amigo y pudimos empezar a trabajar con la antena enseguida. Una vez sobre el terreno, resultaba claro que escuchar a Júpiter no iba a resultar tan fácil como las referencias que se pueden encontrar sobre el tema prometen.

Para empezar, no basta con apuntar a Júpiter. Hay que tener en cuenta diversos factores. Primero hay que recordar que Júpiter no va siempre a emitir «tormentas» de radio y que, aunque las emita, estas no siempre van a estar orientadas hacia la Tierra. Así que no sirve salir a observar-escuchar Júpiter en cualquiera de los días en que se muestre visible. Hay momentos en que es *más probable* que se produzcan dichas emisiones, y es entonces cuando debemos estar a la escu-



cha, hacerlo en otras ocasiones muy probablemente será inútil.

Para determinar estas ventanas como radioescucha debemos tener en cuenta las posiciones relativas de Júpiter, Ío y la Tierra. Sí, la emisión de radio de Júpiter se ve potenciada por las partículas cargadas que expulsan los volcanes en erupción de Ío que, al interactuar electromagnéticamente con su colosal progenitor, facilitan que esta esquiva información de Júpiter llegue hasta nosotros.

Para ello básicamente Ío debe estar en una posición de 90° respecto a Júpiter visto desde la Tierra. Además, hemos de saber que la emisión de radio de Júpiter parece provenir mayoritariamente de los cinturones templados del norte de Júpiter. Armados con esta información ya podemos empezar a calcular cuándo podemos tener más posibilidades de éxito en nuestra misión. Recordemos que siempre hablaremos únicamente de mayor probabilidad de éxito, y que todo este procedimiento no garantiza al 100 % que consigamos escuchar algo. Con diversos programas de simulación del cielo ya podremos determinar cuándo se producen es-

tas «mágicas» alineaciones. Otra opción mucho más precisa es utilizar programas específicos para radioastronomía amateur. El que yo utilizo para programar las observaciones es *Radio-Jupiter Pro 3*, gratuito en su versión de prueba por 30 días (cuesta solo unos 18 euros completo). Con este fantástico programa podremos (entre otras muchas funciones) acotar con enorme precisión los días y horas en los que nos resultará más probable escuchar a Júpiter. Además nos informará sobre en qué tipo de alineación está Ío (A, B o C, ver Figura 4), y, por tanto, qué tipo de tormenta podemos esperar.

Bien, el problema de cuándo escuchar está resuelto. Vamos a resolver ahora el cómo. Lo primero que decidimos hacer para incrementar la eficacia de la antena fue pintarla con una pintura industrial rica en aluminio, así pretendíamos aumentar de forma importante su sensibilidad. Pero el principal aspecto a mejorar del sistema inicial es el apuntado a Júpiter y, sobre todo, el seguimiento. Este aspecto es crucial ya que, según nuestra experiencia, la emisión de radio de Júpiter es mucho más puntual y direccio-

FIGURA 6. Previsión generada por Radio-Jupiter Pro 3. [Cortesía del autor]

FIGURA 7. Previsión generada por Radio-Jupiter Pro 3. [Cortesía del autor]

nal de Ío que podríamos pensar, así que debemos asegurarnos de que estamos apuntando a Júpiter durante todo el tiempo que queramos escuchar. Esto es muy importante ya que una vez centrado el planeta en la antena deberemos alternar entre las diversas frecuencias candidatas (18-22 MHz), explorando el dial hasta conseguir escuchar algo «distinto» al ruido de fondo del cielo (es emocionante recordar que parte de este ruido de fondo es la reminiscencia del Big Bang).

Ya vemos que un trípode de fotografía sin ninguna clase de seguimiento que contrarreste la rotación terrestre no nos va a permitir el apuntado preciso a Júpiter de manera sencilla, aunque observemos a través del buscador y movamos el trípode de forma manual. Así, decidido a escuchar, me dispuse a mejorar definitivamente la antena. Para ello, la instalé sobre un telescopio refractor apocromático Wi-

lliam Optics FLT 98, que conectado a mi vetusta webcam Philips ToUcam Pro II, captaría la imagen de Júpiter en el ordenador para facilitar y asegurar su centrado perfecto. Acoplé todo el equipo a una montura ecuatorial alemana motorizada, una EQ6 y, ahora sí, ya estaba convencido de que podría conseguir escuchar sin duda alguna las hasta entonces escurridizas emisiones decamétricas de Júpiter.

Una vez puesta en estación la montura, y alineada la antena con el telescopio, ya podemos conectar nuestro radiotelescopio a la toma de antena de la radio doméstica de onda corta, en nuestro caso una Grundig Yacht Boy 80. Para completar el equipo y poder documentar (y disfrutar al máximo) toda la experiencia, conecté a la salida de la radio una grabadora digital profesional Olympus LS-5, para poder registrar los infernales chasquidos procedentes del espacio, y esta al ordenador portátil para poder visualizar la onda sonora en tiempo real. Finalmente, ¡yo también tenía todo un radioobservatorio en el jardín!

Y así, sintiéndonos casi como gurús de la radio fórmula cósmica, con mucha paciencia fuimos explorando el dial jupiterino hasta que, en una fría noche de octubre de 2012, obtuvimos nuestra primera grabación de las canciones del lejano Júpiter. Sonaba fatal, claro, pero a mí me pareció poco menos que una sinfonía. Un poco escéptico al principio (era la primera vez que escuchaba un planeta), decidí hacer una pequeña prueba: con la montura motorizada y Júpiter monitorizado y centrado en el ordenador, bastaba con despla-

zar la antena un poco para descentrar a Júpiter del sistema. La sorpresa fue mayúscula. En efecto, ¡la radio captaba una emisión diferente del ruido de fondo del cielo en cuanto la antena se centraba de nuevo en Júpiter! Podéis escuchar esta grabación y otras muestras a modo de ejemplo en www.astrogirona.com/radioastronomiasons. La «canción» empieza con este ruido de fondo para dejar paso a la emisión de radio de Júpiter, que cesa en cuanto «sacamos» a Júpiter del centro de la antena y volvemos a escuchar el Big Bang y nuestra Galaxia. Por cierto, el 18 de octubre de 2012, Júpiter (Ío B) sonaba a 21,1 MHz.

Lo cierto es que, aunque emocionante, no deja de ser un poco decepcionante si comparamos los resultados obtenidos con los de radiotelescopios más sofisticados. Pero teniendo en cuenta los medios utilizados y la resolución de nuestro equipo, estamos muy contentos con nuestras grabaciones, sobre todo por lo que hemos podido aprender con esta experiencia y por la potencialidad didáctica que este radiotelescopio ofrece. Así que os animo encarecidamente a iniciaros en la radioastronomía, ahora al alcance de todo el mundo.

En los archivos de audio que compartimos podéis escuchar como las tormentas solares impactan con violencia contra la Tierra, como se parece el ruido de fondo galáctico al que nosotros captamos o cómo suena el eco de una Leónida. También, y para comparar (terriblemente), podéis escuchar la emisión de radio de Júpiter captada por la NASA, que según ellos mismos suena como «una banda de monos

*auullando bajo el agua»; cómo suena Júpiter con mejores equipos de aficionado, y también los dos tipos de estallidos de radio que emite Júpiter: los largos *l-burst* que suenan como evocadoras olas rompiendo en nuestras costas del océano cósmico, y los cortos *s-burst* que suenan como palomitas de maíz estallando por doquier.*

Ahora, nuestro siguiente paso será escuchar el Sol, que también emite en frecuencias audibles por este radiotelescopio de bajo coste y, yendo un paso más allá de forma transversal, mediante algoritmos informáticos en los que ya estamos trabajando con enorme éxito gracias al músico e informático de Astrobanyoles Xavier de Palau, convertiremos en tiempo real la información que nos llega del espacio (radio, fotones) en música. Entonces y solo entonces escucharemos realmente las canciones del lejano Júpiter, pero, como decía Ende, esto es otra historia y os la contaremos en otra ocasión... (A)

Para saber más:

- * Software *Radio-Jupiter Pro 3* y otros recursos: www.radiosky.com.
- * *Radio Jove*, NASA: radiojove.gsfc.nasa.gov.
- * Society of Amateur Radio Astronomers: www.radio-astronomy.org.
- * Para adquirir un radiotelescopio: www.telescopiomania.com/691-radiotelescopios.

Rafael Balaguer

Rosa es el presidente de la Asociación Astronómica de Girona. (*presidencia@astrogirona.com*).

