PARTNeRama

REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DEL PROYECTO PARTNeR

número 1 verano 2008

Colegio Padre Manyanet y PARTNeR en la IX Feria *Madrid es Ciencia*

E. Sánchez, A. Santos y B. Montero

Anomalías en la observación de Cygnus X-3

O. García y A. García

INTEGRAL: desvelando el Universo en rayos gamma

Daniel Rísquez Oneca

Editorial 3
PARTNeRama, número 1. Ahora sí: comenzamos.

La Astronomía por… un científico

INTEGRAL:
desvelando el Universo en rayos gamma 4
Daniel Rísquez Oneca, LAEFF – actualmente en el Observatorio de Leiden (Países Bajos)

Especial IX Feria Madrid es Ciencia

Colegio Padre Manyanet y PARTNeR en la IX Feria *Madrid es Ciencia* 8
E. Sánchez, A. Santos y B. Montero, Colegio Padre Manyanet

La Astronomía por… un alumno

Anomalías en la observación de Cygnus X-3 12
O. García y A. García, Colegio Tecla Sala

Contraportada: Radiotelescopios del mundo

El Robert C. Byrd Green Bank Telescope (GBT)
Imágenes: NRAO/AUI

Imagen en portada: Espacio dedicado al proyecto PARTNeR dentro del stand de INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) en la IX Feria *Madrid es Ciencia*. En primer término aparecen las maquetas realizadas por los estudiantes del Colegio Padre Manyanet de Alcobendas (Madrid) que representan los dos tipos de monturas más comunes de los radiotelescopios, ecuatorial (a la izquierda) y altazimutal (a la derecha).

El equipo PARTNeR está formado por:

Coordinador y responsable didáctico ..... *Juan Ángel Vaquerizo*
Responsable de talleres de Astronomía ..... *Lara Saiz*
Desarrollo de software e instrumentación ..... *José Santiago Pérez*
Monitora de talleres y soporte didáctico ..... *Rocío Castro*
Colaboradores ..... *Sergio Suárez y Daniel Rísquez*

PARTNeRama
número 1
verano 2008

PARTNeR es un proyecto que surge en 2001 tras un acuerdo entre NASA e INTA al que se une la Comunidad Autónoma de Madrid a través de la Dirección General de Universidades e Investigación de la Consejería de Educación.

PARTNeR

Proyecto Académico con el Radio Telescopio de NASA en Robledo
Tel.: 918131264 (LAEFF)
Tel.: 918677516/7196 (MDSCC)
Fax: 918131160
E-mail: partner@laeff.inta.es
Web: www.laeff.inta.es/partner

RED DE UNIDADES DE CULTURA CIENTÍFICA

FECYT FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

LAEFF – INTA

Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental
ESAC
Apartado 78
Villafranca del Castillo
28691 Villanueva de la Cañada
Madrid (España)

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Carretera Torrejón-Ajalvir km. 4
28850 Torrejón de Ardoz
Madrid (España)

NIPO: 078-08-002-1
ISSN: 1888-9670
Depósito Legal: M-20275-2008

PARTNeRama es una publicación trimestral del Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental de INTA.

PARTNeRama no se hace responsable de las opiniones de los autores de los artículos. Se autoriza la difusión de los contenidos de esta publicación previo permiso.

Estimados usuarios y amigos de PARTNeR:

Ya estamos aquí con un nuevo número de PARTNeRama. Han pasado casi tres meses desde que apareció el número inicial, así que volvemos a la carga con nuevos artículos y trabajos. Tal y como os dijimos en el número anterior, en este primer número aparecen ya las tres secciones que queremos que sean fijas en la revista: *La Astronomía por*, con trabajos realizados tanto por profesores como por alumnos que participan o han participado en el proyecto PARTNeR, así como artículos escritos por un científico. En esta ocasión, Daniel Rísquez, que trabajó en el LAEFF – INTA (Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) y que actualmente trabaja en el Observatorio de Leiden (Países Bajos), es el científico que nos ha contado todo lo que hay que saber sobre el observatorio orbital de la ESA (Agencia Espacial Europea) *INTEGRAL*, que estudia la radiación electromagnética procedente de cuerpos celestes en el rango de las altas y muy altas energías, especialmente en rayos gamma.

En cuanto a la aportación de los profesores, en este número hemos querido mostrar el excelente trabajo realizado por la terna de profesores del Colegio Padre Manyanet de Alcobendas (Madrid) Emmanuel, Antonio y Beatriz con sus alumnos a través de las actividades realizadas con los visitantes y tutorizadas por ellos sobre la radioastronomía y astronomía en general dentro del espacio de que dispuso PARTNeR en el stand de INTA en la pasada IX Feria *Madrid es Ciencia*. Creemos que este tipo de colaboraciones favorecen enormemente el acercamiento de los jóvenes hacia la ciencia y el despertar de vocaciones científicas, y esperamos que sigan en ferias futuras.

Para finalizar, publicamos el trabajo realizado por dos alumnos del Colegio Tecla Sala de L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona), Óscar y Antonio, en el que, tutelados por su profesor Francesc, nos muestran lo que es una investigación científica, y cómo los datos obtenidos nos pueden conducir a plantearnos preguntas que desemboquen en nuevas líneas de investigación. Así es como funciona la Ciencia, y así son realmente de tortuosos los caminos que hay que seguir para encontrar respuestas donde no dejan de aparecer preguntas.

Esperamos que estos trabajos os animen a realizar y presentar los vuestros para que sean publicados en PARTNeRama.

Que paséis un buen verano.

Equipo PARTNeR

INTEGRAL: desvelando el Universo en rayos gamma

Daniel Rísquez Oneca, LAEFF[1], actualmente en el Observatorio de Leiden (Países Bajos)*
[1]Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental
*En representación del equipo español de *INTEGRAL*

En este artículo se presenta el satélite *INTEGRAL*, y algunos de los resultados que se están obteniendo con él. Esta misión está dedicada a estudiar los rayos gamma que provienen de fuentes en el cielo.

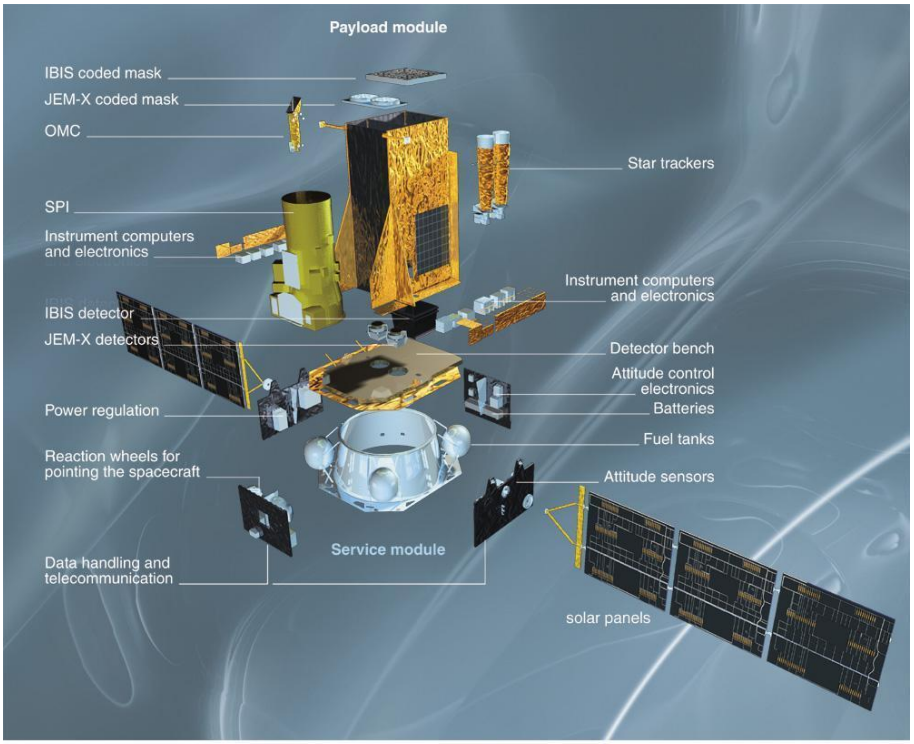
Visión artística de *INTEGRAL*. Cortesía de ESA.

Los rayos gamma

Los rayos gamma son las radiaciones electromagnéticas más energéticas y constituyen la firma de los fenómenos más violentos del Universo. Atraviesan el espacio sin prácticamente interaccionar con el medio y son absorbidos por la atmósfera terrestre antes de llegar a tierra.

Los rayos gamma se suelen asociar a la energía nuclear, como algo peligroso y a evitar. Es cierto que son dañinos, pero bien manejados tienen un sinfín de aplicaciones que nos permiten una vida mejor. En las centrales nucleares, generan electricidad que luego usamos en nuestras casas. En los hospitales, se utilizan, junto con los rayos X, en la llamada radioterapia para matar células cancerígenas. También se utilizan como método de diagnóstico ya que, al introducir en el paciente una pequeña cantidad de material radiactivo, puede estudiarse su distribución en el cuerpo y diagnosticar así enfermedades como el cáncer de huesos. Además, los rayos gamma tienen aplicaciones en la esterilización de alimentos y de materiales, porque matan insectos y microbios dejando el material intacto. Y también tienen utilidades industriales por su poder de penetración, pudiendo servir para explorar el interior de contenedores o de materiales de construcción desde el exterior.

Es importante recordar que la radiación gamma es algo que, aunque con pequeña intensidad, nos rodea de forma natural. En este momento está presente entre nosotros, aunque no la sintamos. Esta radiación se



Despiezado de *INTEGRAL*. Cortesía de ESA.

genera en la desintegración de los isótopos radiactivos que están presentes en los materiales de nuestro entorno, y en algunas fuentes del cielo.

Las observaciones astrofísicas en rayos gamma han crecido paralelamente a las de rayos X. Ambas padecen el problema de la absorción atmosférica, así que a lo largo del tiempo se han ido diseñando diferentes ingenios (como globos y satélites artificiales) que se elevaban cada vez más alto para disminuir o incluso eliminar la capa de aire que tenían que atravesar estas radiaciones.

El primer satélite europeo de rayos gamma fue COS-B, lanzado en 1975 por ESA. Esta misión fue un éxito y propició otras misiones como la franco-rusa *GRANAT*, el observatorio *Compton/GRO* de NASA y ESA, y desde abril de 1996, el satélite ítalo-holandés *BeppoSAX*.

Desde el año 2002 está en órbita *INTEGRAL* (*INTErnational Gamma Ray Astrophysics Laboratory*, laboratorio internacional de astrofísica de rayos gamma), que es hasta el momento el observatorio gamma más sensible. En 2004 fue lanzado *SWIFT*, misión de altas energías de NASA, centrada en los estallidos de rayos gamma (más conocidos como GRB, *Gamma Ray Burst*).

En cuanto a otras misiones relacionadas, recientemente se ha lanzado la misión *AGILE* (octubre de 2007, por la Agencia Espacial Italiana) y está en preparación *GLAST* (en el momento de escribir este texto se prevé el lanzamiento por NASA a mediados de 2008).

La misión *INTEGRAL*

INTEGRAL es una misión científica de la Agencia Espacial Europea (ESA) realizada en colaboración con la NASA y la agencia espacial rusa. La construcción de este observatorio involucró a alrededor de 1400 personas, incluyendo los científicos e ingenieros de los instrumentos, el segmento de tierra y el centro de datos. Costó alrededor de 330 millones de euros. Esto incluye el satélite en sí y los dos primeros años de operaciones, pero sin contar el lanzamiento y los instrumentos. El satélite fue puesto en órbita con un cohete ruso a cambio del 25% del tiempo de observación. Además, como es usual en las misiones

científicas de la ESA, los instrumentos fueron proporcionados por cada país.

INTEGRAL es un observatorio de rayos gamma con una monitorización adicional en la banda de los rayos X y en el óptico. Está formado por cuatro instrumentos de campo muy extenso y alineados, cubriendo simultáneamente un rango de energía muy amplio para estudiar fuentes astrofísicas de alta energía. *INTEGRAL* es el primer observatorio espacial que permite observar simultáneamente en rayos gamma, rayos X y óptico. Para ello dispone de dos instrumentos principales, el espectrómetro SPI (que se ocupa de analizar los fotones recibidos en función de su energía) y la cámara de imagen IBIS, ambos trabajando en la región gamma del espectro; y los monitores JEM-X (rayos X) y OMC (óptico).

Tanto SPI, IBIS como JEM-X utilizan una técnica llamada de *máscaras codificadas*. Consiste en interponer una máscara en el campo de visión, de forma que la imagen formada en el detector tiene unas zonas de sombra que siguen un patrón geométrico. La imagen se reconstruye posteriormente mediante un programa de cálculo numérico. Por este motivo *INTEGRAL* no se queda fijo apuntando a la fuente, sino que sigue unos esquemas de apuntados a su alrededor, con el objetivo de optimizar la posterior reconstrucción de las imágenes.

España, a través de INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), ha sido el principal desarrollador de OMC y es el encargado de sus operaciones, a través del LAEFF (Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental). Además, la Universidad de Barcelona ha contribuido en el catálogo de entrada usado en OMC. Las máscaras de los tres instrumentos de altas energías han sido diseñadas por la Universidad de Valencia y construidas por la empresa SENER. Por último, ISOC (*INTEGRAL Science Operation Centre*, el centro de operaciones científicas de *INTEGRAL*) está situado en ESAC (*European Space Astronomy Centre*), centro que la ESA tiene en Villafranca del Castillo, cerca de Madrid.

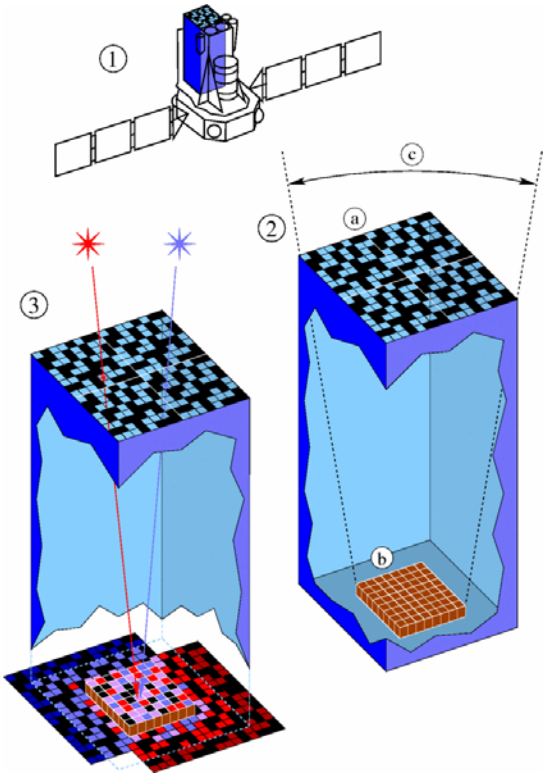
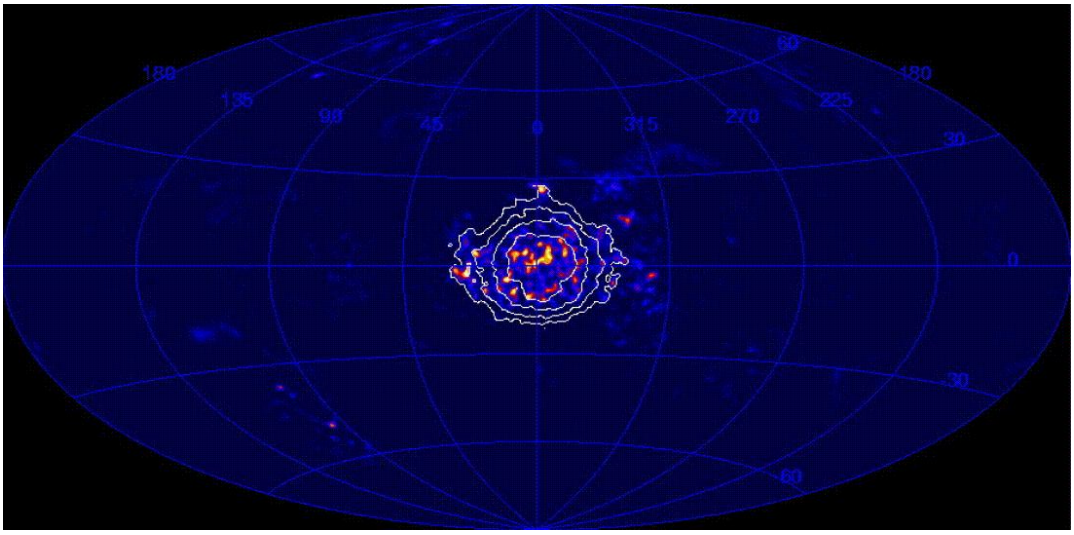


Diagrama con las máscaras del instrumento IBIS. En 1 puede apreciarse la posición del instrumento a bordo de *INTEGRAL*. En 2 se aprecia la máscara (a), el detector en el fondo de la cámara blindada (b) y el campo de visión (c). En 3 se muestra el funcionamiento, dos objetos (o bien un mismo objeto pero en distinta posición del patrón de apuntados) dan sombras distintas. A partir de las diferentes sombras obtenidas en cada apuntado, y utilizando un método numérico, se deducen la posición de cada fuente y su flujo. Cortesía del ISDC (*INTEGRAL Science Data Centre*).

Los cuatro instrumentos de *INTEGRAL* están alineados en la misma dirección y sentido, por lo que los campos que observan están todos centrados en el mismo punto, y sólo varían las amplitudes de los campos de visión de cada uno de los instrumentos.

¿Qué nos ha enseñado *INTEGRAL* hasta ahora?

INTEGRAL ha permitido el estudio de multitud de fenómenos relacionados con los rayos gamma. En primer lugar, esta misión ha realizado un censo de fuentes emisoras de rayos gamma del cielo. Se han observado más de 400 fuentes, muchas de ellas desconocidas hasta ahora.



Distribución de la emisión de la línea de 511 keV en coordenadas galácticas (el centro galáctico está en el centro de la gráfica, y el plano galáctico -la Vía Láctea- es una recta horizontal que corta la gráfica de lado a lado y pasa por su centro). La emisión está centrada en el Bulbo Galáctico. Este resultado podría ser debido a una emisión difusa del Bulbo Galáctico o a una combinación de fuentes puntuales (como binarias de rayos X, novas o supernovas). Cortesía de J. Knödlseder (CESR) y el equipo de SPI.

INTEGRAL ha estudiado además muchos sistemas binarios en los cuales una estrella convencional tiene por compañero a un objeto compacto (una estrella de neutrones o un agujero negro). En estos casos es posible que materia de las últimas capas de la estrella convencional caigan en el objeto compacto, transformando su energía gravitatoria en una gran cantidad de rayos X y rayos gamma.

También se han estudiado galaxias de núcleo activo, más conocidas como AGN (de *Active Galactic Nuclei*). Estas galaxias son aparentemente normales en el óptico, estando compuestas por miles de millones de soles, pero emiten gran cantidad de radiaciones X y gamma. Se cree que, en cada una de estas galaxias, el emisor de las radiaciones de altas energías es un agujero negro supermasivo situado en su centro, con una masa del orden de millones de soles.

Se han analizado estallidos de rayos gamma, que son unas enigmáticas explosiones que sólo en los últimos años se está consiguiendo desvelar su naturaleza. Sus estallidos aparecen en cualquier lugar del cielo, independientemente del plano de la Vía Láctea, que es donde se concentran la mayor parte de las estrellas. De esto se deduce que tienen un origen exterior a nuestra galaxia, estando por tanto mucho más lejos que las estrellas que vemos en una noche oscura.

El espectrómetro a bordo de *INTEGRAL* ha dedicado mucho tiempo a obtener un mapa de la línea de aniquilación electrón-positrón del cielo (ver figura). Esta línea se produce cuando colisionan un electrón y su antipartícula correspondiente, el positrón. Entonces se producen dos rayos gamma que se alejan en direcciones opuestas, cada uno de ellos con una energía de 511 keV. Esta reacción demuestra la presencia de antimateria. *INTEGRAL* detecta una fuerte emisión proveniente de la zona central de la galaxia, mientras que no hay detección del resto de la Vía Láctea. Esta emisión puede ser debida a múltiples fuentes puntuales, demasiado débiles para ser resueltas, o bien a una emisión difusa tal vez ligada a materia oscura. La calidad de los datos de *INTEGRAL* nos ha mostrado detalles de la distribución de esta emisión que aún no sabemos explicar.

Agradecimientos

La contribución española a la misión *INTEGRAL* ha sido financiada por el Plan Nacional del Espacio (MEC-DGI) desde el año 1993.

Colegio Padre Manyanet y PARTNeR en la IX Feria *Madrid es Ciencia*

Emmanuel Sánchez, Antonio Santos y Beatriz Montero, C. Padre Manyanet

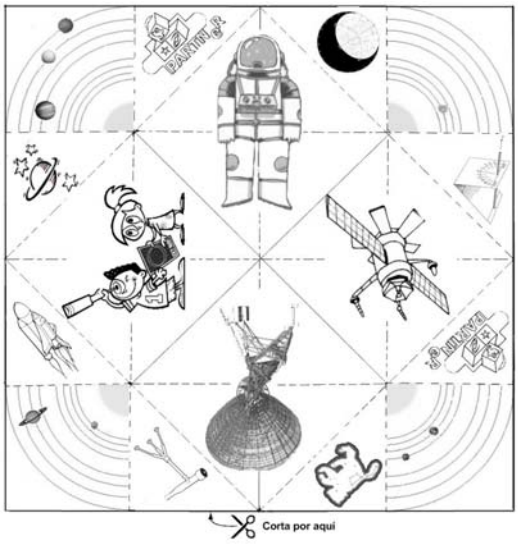
La oportunidad de participar en un gran evento de divulgación científica como es la IX Feria *Madrid es Ciencia* de la mano de un proyecto divulgativo y científico como es PARTNeR es para no dejarla pasar.

Así ha sido este año, del 24 al 27 de abril, para un grupo de alumnos de 1º de diversificación y de 1º de Bachillerato del Colegio Padre Manyanet de Alcobendas (Madrid).

Todo comenzó algunos meses antes, cuando decidimos embarcarnos en esta actividad. Primero hubo que decidir qué actividades queríamos realizar, para poder escoger después los grupos de estudiantes más adecuados para desarrollarlas. En nuestro caso, nos decidimos por una oferta variada de actividades, cuatro en total, que pudieran adaptarse a las distintas edades e inquietudes de todos los visitantes.

Para los más pequeños

Para los alumnos visitantes de Educación Infantil y Primaria se desarrolló un sencillo juego de papiroflexia con una hoja. El papel primero se debía colorear, después recortar y por último doblar.



En el papel aparecían dibujos sobre Astronomía y Astronáutica, y a lo largo de toda la fabricación teníamos la excusa perfecta para poder familiarizar a los pequeños con esos dibujos sobre objetos celestes, su observación y la investigación del Universo.

Para los mayores

Para los alumnos visitantes de E.S.O. y Bachillerato se desarrolló una actividad titulada "Lo que siempre quiso saber sobre radioastronomía y nunca se atrevió a preguntar". Participar en el proyecto PARTNeR implica la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos.

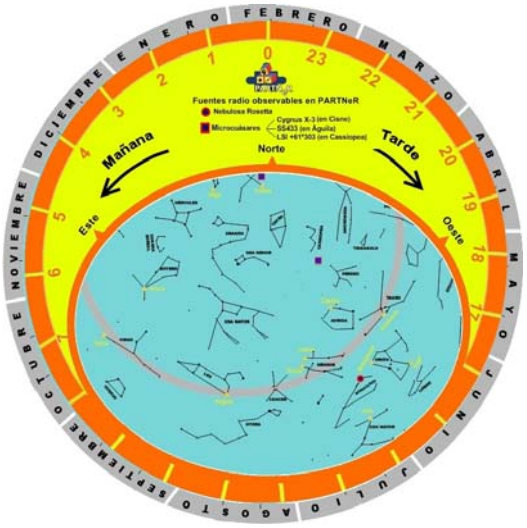
En esta actividad, nuestros estudiantes compartían con el visitante del stand los conocimientos, detalles y anécdotas más significativas del proyecto, a través de varias presentaciones interactivas.

Los temas de estas charlas eran muy atractivos, como los objetos que se observan con PARTNeR, el funcionamiento de los radiotelescopios, los orígenes de la radioastronomía, etc., que se presentaban de una forma muy dinámica y atractiva.

Para toda clase de público

Para el público en general se desarrollaron dos actividades muy participativas.

En primer lugar, se ofreció a los visitantes la posibilidad de construir un planisferio celeste. La localización de objetos es uno de los aspectos más destacados y bonitos de la astronomía amateur. Tras la sencilla elaboración, tutelada por nuestros estudiantes, se explicaba su funcionamiento.



La segunda actividad propuesta a los visitantes fue la construcción de la maqueta de un radiotelescopio a escala. En realidad, se ofrecía la posibilidad de construir dos maquetas diferentes. Cada una de ellas representaba el tipo de montura más común de los radiotelescopios actuales: altazimutal y ecuatorial.

Las piezas que componían ambas maquetas habían sido previamente realizadas por nuestros estudiantes en clase durante las sesiones de preparación de las diferentes actividades propuestas. El visitante sólo tenía que ensamblarlas en la secuencia correcta para obtener finalmente la maqueta del radiotelescopio completo. Los materiales utilizados eran los usados normalmente en el aula de Tecnología.

Sin embargo, para conseguir las diferentes piezas y poder montar la antena, los visitantes participaban en un *concurso* que consistía en responder correctamente a una serie de *difíciles* preguntas sobre radioastronomía, sobre radiotelescopios o sobre el proyecto PARTNeR.

Antes de empezar, los visitantes se agrupaban en dos equipos, para ver quien terminaba antes. La mayoría de las respuestas a las cuestiones planteadas se hallaban en o alrededor de nuestro stand, ya fuera en los diferentes paneles informativos colocados en las paredes, o en el contenido de las charlas que impartían nuestros estudiantes.

Los preparativos...

Desde el punto de vista del trabajo a realizar en el Colegio, una vez diseñadas las actividades llegaba el momento de plantearse las tareas y plazos necesarios para sacar adelante el proyecto.

Dos de las actividades no entrañaban gran dificultad ni mucho trabajo previo por parte de los alumnos: el recortable para los más pequeños y el planisferio. Una vez hecho el diseño y enviado a la imprenta, bastó una pequeña formación a los alumnos para que estuviesen en condiciones de explicarlos en la feria.

Sin embargo las otras dos actividades entrañaban más dificultad y, sobre todo, acarreaban más trabajo. El diseño y la construcción de las maquetas de las antenas y todo lo que esta actividad conllevaba recayeron sobre un grupo de 1º de diversificación. La experiencia ha sido muy positiva. Es importante destacar el desafío que supuso el montaje de las maquetas y la motivación con la que lo afrontaron los alumnos. Al ser un proyecto sin ideas prefijadas y sobre el que nos iban surgiendo dificultades sobre la marcha, eran los propios alumnos los que sugerían, creaban y encontraban las respuestas a los problemas que se nos planteaban. Se trató de un proyecto donde tuvimos la oportunidad de trabajar con dibujos y planos, proporciones, estructuras, operadores mecánicos, pintura o diseño… en fin, actividades variadas para chicos de gustos variados, que siempre encontraron aquello que les gustaba más y que se les daba mejor.

Las presentaciones, sin embargo, exigían un nivel de conocimientos y de destrezas superior. El proyecto recayó en esta ocasión en el grupo de ciencias de 1º de Bachillerato del Colegio. ¿Por qué 1º y no 2º? El motivo fue la proximidad de las fechas de la Feria al final de curso y a los exámenes finales de 2º de Bachillerato. Aun así, algún alumno de este curso participó de manera voluntaria y colaboró activamente con sus compañeros del curso inferior.

Este es el curso, 1º de Bachillerato, con el que habitualmente se realizan las observaciones dentro de la participación del Colegio en el proyecto PARTNeR. La formación para las observaciones, además de alguna ponencia del coordinador de PARTNeR, Juan Ángel Vaquerizo, hicieron posible que los alumnos preparasen sus propias presentaciones sobre distintos aspectos de la Radioastronomía, los radiotelescopios y el proyecto PARTNeR.

Nos gustaría destacar, para terminar, que todo este trabajo fue dando sus frutos antes de comenzar la Feria, pero que fue durante los cuatro días que duró el evento cuando más recogimos estos frutos, y no solo en los aspectos que esperábamos, sino también en muchos otros.

Los resultados...

Responsabilidad a la hora de cumplir horarios, presencia y educación al relacionarse con los visitantes, *tablas* a la hora de hablar en público y transmitir conocimientos, la atención y el cuidado en el trato con los más pequeños y los mayores que nos visitaban… todos ellos son valores y aprendizajes que difícilmente somos capaces como profesores de transmitir en la escuela y que esta experiencia les ha aportado a la mayoría de nuestros alumnos.

En fin, la participación en la IX Feria *Madrid es Ciencia* ha resultado ser una enriquecedora actividad para todos nosotros en múltiples aspectos, que esperamos repetir en futuras ocasiones.

www.manyanet-alcobendas.org

Anomalías en la observación de Cygnus X-3

Óscar García y Antonio García, Colegio Tecla Sala

Radioastronomía y agujeros negros era el título del trabajo que queríamos presentar. Tenía como finalidad el estudio de un cuerpo celeste para su posterior comparativa gráfica así como de los resultados obtenidos durante un determinado periodo de tiempo. Las observaciones radioastronómicas se realizaron remotamente desde nuestro centro escolar, que está en L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona). Estas observaciones han consistido en un seguimiento en tiempo real de la radiación recibida en Tierra procedente de nuestra fuente de estudio, Cygnus X-3.

Para su realización hemos trabajado en estrecha colaboración con el centro radioastronómico de Robledo de Chavela (Madrid), que nos ha facilitado a través del Proyecto PARTNeR sus recursos, como son el propio radiotelescopio, los programas dirigidos al control parcial de la antena, y la información de tipo didáctico dirigida a la adquisición de conceptos básicos tanto físicos como radioastronómicos.

En el transcurso de la elaboración del trabajo nos dimos cuenta de una anomalía que aparecía en nuestros datos, y decidimos dar un pequeño giro al trabajo, tutelados por nuestro profesor Francesc de Gironella.

Programas y requisitos mínimos previos a la observación

A continuación explicaremos el procedimiento necesario para realizar una observación con el radiotelescopio de PARTNeR, así como los programas necesarios para la conexión remota. Se trata de una verificación previa a la observación en la que se determinará si hay una buena conexión entre nuestro PC y el centro de control de PARTNeR en Madrid.

Para una buena conexión necesitaremos como mínimo una línea ADSL de 256kb necesaria para poder cargar la videoconferencia y soportar el programa de la antena.

Necesitaremos también una tarjeta de sonido, los altavoces y un micrófono. Dichos instrumentos son imprescindibles para llevar una comunicación fluida con el astrónomo de soporte.

Por último tenemos que instalar los programas Skype y NetMeeting.

Skype

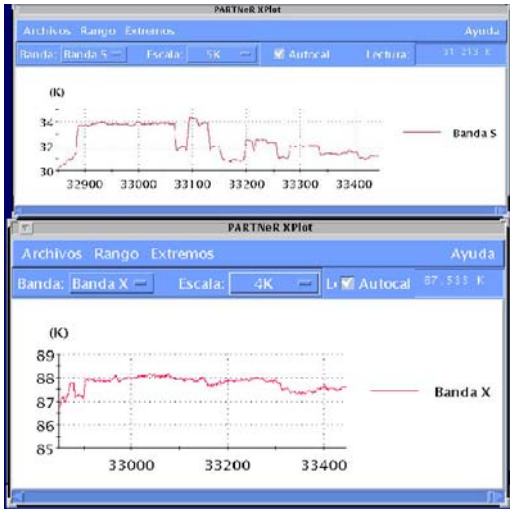
Con Skype podremos comunicarnos de forma instantánea con el astrónomo de soporte que está en el centro de control de PARTNeR. El funcionamiento es muy simple, lo único que se necesita es introducir el nombre de usuario del centro de control de PARTNeR y realizar la llamada.

Netmeeting

Es el programa mediante el cual podemos acceder al control de la antena. Una vez introducida la dirección del centro de control de PARTNeR y establecida la conexión, el astrónomo de soporte nos facilitará los programas de control de antena y de representación gráfica de la señal: ***Xant*** y ***Xplot***.

Programa de representación gráfica de la señal: *Xplot*

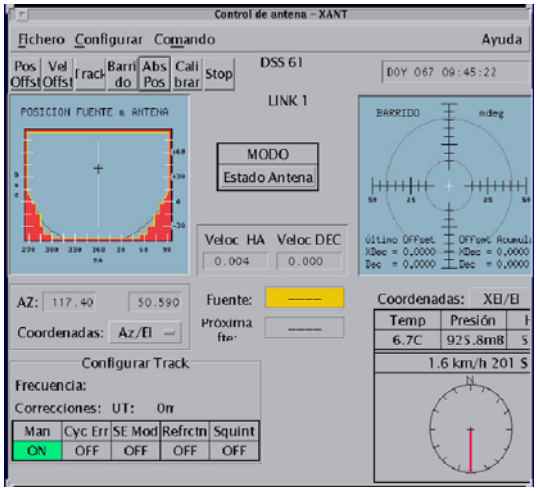
Con él podemos observar las variaciones de temperatura de radiación mediante dos gráficos, uno para Banda X y otro para Banda S.



Este programa es importante debido a que, mediante su uso, podemos facilitar el hecho de ver las variaciones que se han registrado. ***Xplot*** tiene diversas opciones de vista del gráfico para la mejor observación de éste.

Programa de control de la antena: *Xant*

Es el programa mediante el cual se controla la antena. Este programa es muy importante, ya que nos permite *ordenar* a la antena que haga todos los movimientos que sean necesarios durante la observación, desde los barridos sobre las fuentes para el apuntado hasta el movimiento final a Stow, cuando la antena se detiene y queda apuntando al cenit. También es necesario para solicitar el control de la antena, que será cedido por el astrónomo de soporte desde el centro de control de PARTNeR.



Xant tiene un interfaz que ofrece al usuario información útil sobre todo tipo de aspectos relacionados con el estado de la antena en tiempo real:

- Posición de la antena respecto a su horizonte de observación, mostrando la línea meridiana e información adicional sobre la posición de la fuente a observar.
- Estado de apuntado, con información sobre los offsets en Xdec y en Dec.
- Información meteorológica.

Hacemos la observación

1. Conexión

- Conexión con el centro de control de PARTNeR con ***Skype*** (voz): el servidor es *CentroControlPartner*.
- Conexión con el centro de control de PARTNeR con ***NetMeeting*** (control de la antena y de la señal): la dirección de conexión es *laeff.inta.es*.

2. Medición de la temperatura de antena (calibración)

- Programa ***Xant*** → Botón calibrar.
- Programa ***Xplot*** → Observar el valor de la temperatura que aparece en banda X y en banda S.
- Modificar en ***Xplot*** los valores:
    - Mínimo de la gráfica.
    - Intervalo de medición (5K es el valor normal).

3. Calibrado de apuntado: barridos sobre calibrador de flujo

- ***Xant*** → menú archivo → seleccionar fuente → directorio → seleccionar la fuente escogida → pulsar Track.
- Una vez estemos sobre la fuente, en el programa ***Xant*** → botón barrido.
    - Primero hará el barrido en Xdec.
    - Después lo hará en Dec.
- Repetir los barridos hasta que el offset (o error) sea del orden de las milésimas (mejor si es más pequeño que 0,003).

4. Calibrado de flujo: tránsito sobre calibrador de flujo

- ***Xant*** → botón offsets de posición → seleccionar HA y poner 0,5 → esperar a que salga de la fuente (Vemos que la temperatura en el gráfico del ***Xplot*** desciende) → ***Xant*** botón Stop.
- Eliminar el incremento en el offset de posición antes de continuar.

5. Calibrado de apuntado: barridos sobre calibrador de apuntado

- ***Xant*** → botón archivo → seleccionar fuente → directorio → seleccionar el calibrador de apuntado proporcionado por PARTNeR → Track → repetir el paso 3.

6. Estudiar la fuente problema

- ***Xant*** → botón archivo → seleccionar fuente → directorio → seleccionar la fuente problema → Track.
- ***Xant*** → botón offsets de posición → seleccionar HA → poner 0,5 → ***Xant*** botón Stop.
- Observar la curva que describe el gráfico en ***Xplot***.

7. Estudio de la temperatura de la atmósfera

- Botón comando → Instrucción BajaEL.
- Botón comando → Instrucción Stow.

Resultados de la observación

Tablas de los resultados obtenidos

Las tablas siguientes son los resultados de las observaciones. Incluyen los pasos previos a la observación (calibrados de apuntado y flujo), la observación en sí de la fuente y también el movimiento a Stow.

Observamos que el valor de la media de temperaturas de la radiación en banda S presentaba una progresiva disminución. Esto nos hizo plantearnos el origen de esta disminución, la causa de ésta.

Por esta razón, y aunque nuestra intención inicial era un estudio estadístico de la radiación recibida del objeto, decidimos cambiar el objetivo del trabajo. Trataríamos de averiguar, a través de los datos obtenidos en las observaciones, cuál era la causa de esta progresiva disminución.

4. toma de datos de la fuente: Transito			objeto 2	
Hora (U.T.)	Objeto	Elevacion	Tiempo	Banda S
11:10	Cygnus X3	73,862	10	28,264
			20	28,097
			30	27,97
			40	27,726
			50	27,597
			60	27,359
			70	27,258
			80	27,149
			90	27,04
			100	26,964
			110	27,022
			120	27,085
			130	27,112
			140	27,153
			150	27,207
			160	27,254
			170	27,214
			180	27,18
			190	27,22
			200	27,144
			210	27,138
			220	27,153
			230	27,257
			240	27,379
Media				27,32882609

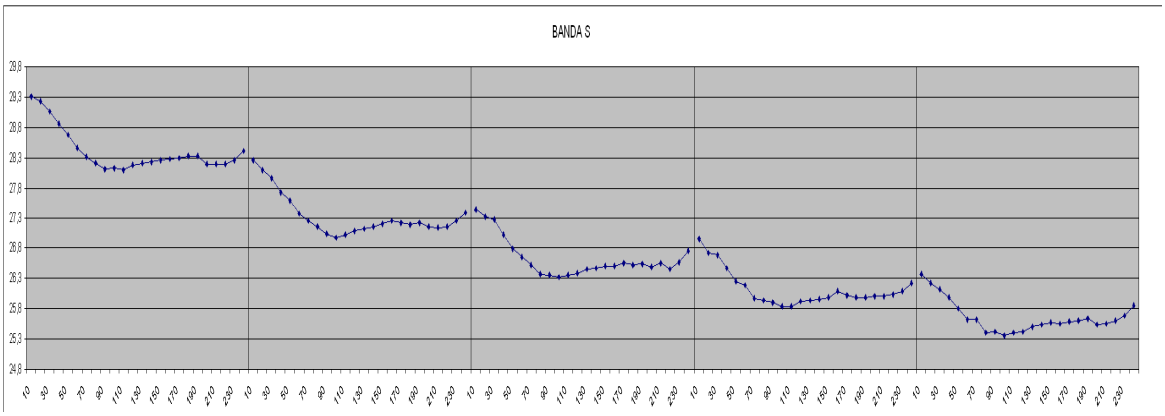
4. toma de datos de la fuente: Transito			objeto 1	
Hora (U.T.)	Objeto	Elevacion	Tiempo	Banda S
11:03	Cygnus X3	75,51	10	29,317
			20	29,23
			30	29,06
			40	28,866
			50	28,684
			60	28,468
			70	28,317
			80	28,223
			90	28,122
			100	28,137
			110	28,108
			120	28,186
			130	28,223
			140	28,24
			150	28,272
			160	28,28
			170	28,301
			180	28,331
			190	28,332
			200	28,205
			210	28,2
			220	28,197
			230	28,262
			240	28,412
Media				28,38752174

4. toma de datos de la fuente: Transito			objeto 3	
Hora (U.T.)	Objeto	Elevación	Tiempo	Banda S
11:16	Cygnus X3	72,401	10	27,432
			20	27,309
			30	27,27
			40	27,018
			50	26,791
			60	26,654
			70	26,524
			80	26,36
			90	26,358
			100	26,31
			110	26,35
			120	26,377
			130	26,455
			140	26,465
			150	26,5
			160	26,502
			170	26,552
			180	26,518
			190	26,532
			200	26,485
			210	26,553
			220	26,446
			230	26,57
			240	26,756
Media				26,60073913

4. toma de datos de la fuente: Transito			objeto 5	
Hora (U.T.)	Objeto	Elevación	Tiempo	Banda S
11:30	Cygnus X3	70,05	10	26,364
			20	26,219
			30	26,115
			40	25,988
			50	25,802
			60	25,619
			70	25,615
			80	25,401
			90	25,422
			100	25,358
			110	25,404
			120	25,422
			130	25,506
			140	25,529
			150	25,565
			160	25,558
			170	25,59
			180	25,608
			190	25,626
			200	25,536
			210	25,548
			220	25,607
			230	25,682
			240	25,853
Media				25,63991304

4. toma de datos de la fuente: Transito			objeto 4	
Hora (U.T.)	Objeto	Elevación	Tiempo	Banda S
11:22	Cygnus X3	71,4	10	26,947
			20	26,717
			30	26,688
			40	26,469
			50	26,247
			60	26,18
			70	25,962
			80	25,929
			90	25,902
			100	25,837
			110	25,834
			120	25,919
			130	25,928
			140	25,947
			150	25,988
			160	26,082
			170	26,02
			180	25,981
			190	25,977
			200	26
			210	25,994
			220	26,041
			230	26,08
			240	26,222
Media				26,11604348

Tipo de observación	Elevación	Temperatura Banda S (°k)
Stow	10'5	32,993
	15	30,73
	20	28,775
	25	27,424
	30	26,251
	35	25,432
	40	24,911
	45	24,319
	50	24,411
	55	23,62
	57	23,487
	59	23,127
	61	23,25
	63	23,009
	65	23,939
	67	23,006
	69	22,741
	71	22,803
	73	22,702
	75	22,713
	77	22,684
	79	22,668
	81	22,657
	83	22,592
	85	22,634
	90	22,516



En el presente diagrama aparecen todas las temperaturas medidas a lo largo de la observación. Se hace patente la disminución progresiva que ha motivado el presente trabajo. En abscisas aparece el tiempo.

Hipótesis

La pregunta que nos hemos hecho es: ¿Cuál es la causa de la disminución de temperatura de la radiación medida en banda S al estudiar una misma fuente?

Estas son las hipótesis planteadas:

Hipótesis 1

La causa de la disminución de temperatura de la radiación medida en banda S es la propia fuente Cygnus X-3, que al ser variable emite radiación con diferente intensidad a lo largo del tiempo.

Cygnus X-3 es una estrella binaria altamente variable, lo que encaja con nuestra recogida de datos y nuestra primera hipótesis, pero, pese a ser una fuente variable, la variación es demasiado grande. En un periodo de tiempo tan pequeño, la radiación recibida debería tener una disminución o un aumento mucho más progresivo.

Hipótesis 2

La causa de la disminución de temperatura de la radiación medida en banda S es algún tipo de astro o cuerpo celeste que interfiere en las emisiones de radiación.

Esta hipótesis puede ser descartada por la misma causa que la primera. Pese a que no contamos con una base sólida para afirmar con claridad que ciertamente ningún cuerpo celeste interviene en la disminución de radiación, la bajada es tan clara que hace que esta hipótesis sea ficticia.

Hipótesis 3

La causa de la disminución de temperatura de la radiación medida en banda S es el aumento de distancia entre la fuente Cygnus X-3 y la Tierra debido a sus órbitas respectivas.

Volvemos al planteamiento de la hipótesis 2. Aunque no tengamos una base sólida que nos haga descartar que realmente no haya un aumento en la distancia de separación, éste, aunque existiera, apenas sería perceptible con respecto a la radiación recibida en los estudios realizados en ese intervalo de tiempo.

Hipótesis 4

La causa de la disminución de temperatura de la radiación medida en banda S es el cambio del ángulo de incidencia de la radiación entre cada observación.

Basándonos en la recogida de datos podemos ver una cierta dependencia de dos factores: A menor elevación de la fuente respecto al plano horizontal terrestre (elevación), menor temperatura de la radiación medida en banda S.

Esta hipótesis estaría basada en el principio del ángulo de incidencia de la radiación, según el cual con 90º la radiación atravesaría la atmósfera de una manera mucho más limpia que a cualquier otro ángulo menor, al atravesar menor porción de atmósfera.

Éstos fueron los resultados obtenidos:

Observación	Elevación(º)	T media (K)
1	75,510	28,387
2	73,862	27,329
3	72,401	26,600
4	71,400	26,116
5	70,050	25,640

A primera vista el resultado parece que confirma la hipótesis pero si nos fijamos, la temperatura media de la radiación medida en banda S no desciende de manera directamente proporcional a la elevación.

Hemos averiguado, además, que el ángulo ideal para el que la radiación atraviesa de manera más limpia la atmósfera es 70º y no 90º, como habíamos aventurado al principio.

Por último, hemos hecho una comparativa entre la dependencia que existe entre la elevación y la temperatura de radiación observada a esa elevación y hemos visto que es inversamente proporcional a nuestra hipótesis inicial.

Tipo de observación	Elevación	Temperatura Banda S (ºk)
Stow	10'5	32,993
	15	30,73
	20	28,775
	25	27,424
	30	26,251
	35	25,432
	40	24,911
	45	24,319
	50	24,411
	55	23,62
	57	23,487
	59	23,127
	61	23,25
	63	23,009
	65	23,939
	67	23,006
	69	22,741
	71	22,803
	73	22,702
	75	22,713
	77	22,684
	79	22,668
	81	22,657
	83	22,592
	85	22,634
	90	22,516

Por lo tanto, la hipótesis es incorrecta.

Hipótesis 5

La causa de la disminución de temperatura de la radiación medida en banda S es algún tipo de desajuste en el mecanismo interno de la antena que ha alterado la temperatura global del sistema.

Esto es debido probablemente a una pérdida de sensibilidad en la antena receptora por el largo tiempo de funcionamiento o por desajustes en el sistema de medición.

Para refutar o comprobar esta hipótesis era necesario contactar con el personal de PARTNeR.

Conclusión

Para finalizar nuestro trabajo, nos pusimos en contacto con el centro de Robledo para explicar nuestras diferentes hipótesis acerca del problema de las temperaturas de radiación y el resultado fue una corroboración de nuestra quinta hipótesis, de forma que finalmente conseguimos resolver nuestro problema. La diferencia en las mediciones es un problema de la antena. Esta pérdida de sensibilidad puede ser corregida haciendo uso de una serie de polinomios de ajuste, mediante los cuales podemos llegar a una recogida de datos totalmente fiable. De hecho, los científicos asumen estas diferencias en las mediciones y proceden a su reajuste después de la observación.

El trabajo ha sido muy interesante y a la vez inesperado, ya que nos ha sorprendido con un giro en la finalidad del trabajo. Consideramos este proyecto como una gran experiencia personal para nosotros además de un gran estímulo por el campo radioastronómico, la existencia del cual antes, era para nosotros un gran desconocido.

Queremos dar las gracias a los diferentes profesionales que nos han atendido desde el centro de Robledo, así como a nuestro tutor de trabajo, Francesc de Gironella.

P.D.: Gracias Mamen.

Anexo

Registro de la observación realizada

		Día: 8 de marzo de 2007					
		Autores: Antonio García y Óscar García					
1. Registro de observaciones							
Hora (TU)	**Tipo de observación**	**Objeto**	**Elevación**	**Resultados**			
8:50	Temperatura de antena			Banda X: 86,107 K	Banda S: 27,969 K		
9:33	Calibrado de apuntado	3C454,3	48,160°				
9:50	Calibrado de flujo	3C454,3	51,457°	Xdec: -0,1641	Dec: -0,0648		
10:41	Calibrado de apuntado	2052+365	81,238°				
11:03	Toma de datos de la fuente	Cygnus X3	75,510°				
11:44	Stow						
2. Calibrado de flujo							
A. Barrido							
Hora (TU)	**Objeto**	**Elevación**	**Tipo**	**Punto 1**	**Punto 2**	**Punto 3**	**Offset acumulado**
8:59	3C295	32,989°	Xdec	0,118			
			Dec	0,476			
9:33	3C454,3	48,160°	Xdec	0	-0,0385	-0,0039	-0,1614
			Dec	-0,0146	-0,0217	0,004	-0,0323
B. Tránsito							
Hora (TU)	**Objeto**	**Elevación**					
9:50	3C454,3	51,457°					
3. Toma de datos del calibrador							
Barrido							
Hora (TU)	**Objeto**	**Elevación**	**Tipo**	**Punto 1**	**Punto 2**	**Punto 3**	**Offset acumulado**
10:41	2052+365	81,238°	Xdec	0	-0,0551	0,004	-0,1641
			Dec	-0,0204	-0,0042	-0,0042	-0,0648

TALLERES DE ASTRONOMÍA

Verano 2008

Si quieres saber más cosas del espacio, acércate este verano a la Estación Espacial de Robledo de Chavela, donde realizarás talleres en los que podrás construir y lanzar tu propio cohete, conocer las constelaciones, fabricar un reloj de sol,… ¡¡¡y muchas cosas más!!!

HORARIO: **a las 10:00 y a las 14:00, con dos horas y media de duración.**

FECHA: **de martes a viernes durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre.**

INFORMACIÓN Y RESERVAS: **91 867 73 21**

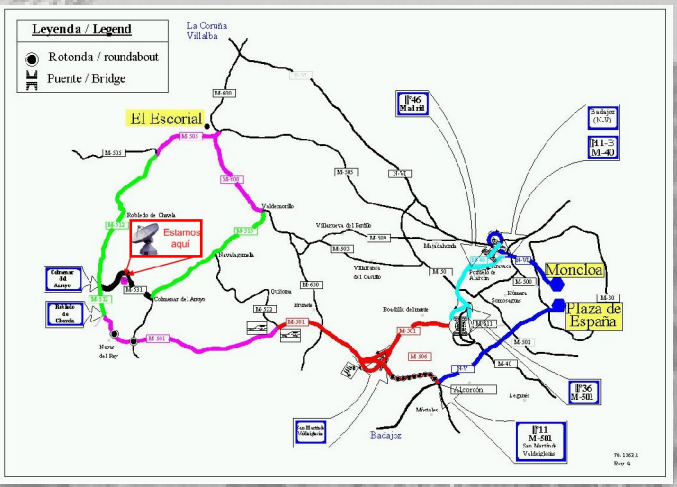
¡GRATUITO Y SIN LÍMITE DE EDAD!

Conócenos a través de:

www.centrodevisitantes.com

www.laeff.inta.es/partner/visitaRobledo.php

www.mdscc.org



Carretera de Colmenar del Arroyo a Robledo M-531, km 7

Los talleres de Astronomía son un proyecto de colaboración entre el Centro de Visitantes de Robledo de Chavela y PARTNeR (Proyecto Académico con el RadioTelescopio de Nasa en Robledo).

El Robert C. Byrd Green Bank Telescope (GBT)

Es el radiotelescopio más grande del mundo completamente móvil. Se encuentra en el National Radio Astronomy Observatory (NRAO) en Green Bank (West Virginia, EEUU). Su montura es altazimutal y le permite ver todo el cielo por encima de 5 grados de elevación. El anillo de azimut, sobre el que gira 360º la estructura completa de 7300 toneladas de peso, tiene 64 metros de diámetro.

El GBT tiene un diseño inusual. Los radiotelescopios convencionales tienen sobre la superficie parabólica una serie de apoyos para sostener en su foco el receptor o el subreflector. El GBT no tiene estos apoyos, de modo que la radiación entrante alcanza la superficie directamente, eliminando los efectos de difracción y reflexión que provocan estos apoyos. Esto, junto con el aumento de la superficie colectora efectiva del radiotelescopio, mejora enormemente su sensibilidad. Para sostener el subreflector y el receptor hay un brazo que se proyecta por fuera desde el borde. Este tipo de antenas se denominan off-axis (literalmente, "fuera de eje"), ya que el eje de la parábola no pasa por el centro de la misma, sino por el borde (igual que las antenas parabólicas receptoras de canales de televisión vía satélite que se ven normalmente en los tejados de las casas).

Aunque se dice que el GBT tiene 100 metros de diámetro, en realidad no es circular.

Su superficie parabólica es asimétrica. Se trata realmente de una sección de 100 por 110 metros de un gran paraboloide simétrico de 208 metros de diámetro.

El GBT es también inusual porque los 2004 paneles de aluminio que componen su superficie poseen actuadores en sus esquinas (pistones accionados por pequeños motores) que permiten ajustar continuamente la forma de la superficie, lo que le permite alcanzar una precisión de un segundo de arco.

El GBT puede operar en un gran rango de frecuencias, desde 300 Mhz (1 m. de longitud de onda) hasta 100 Ghz (3 mm. de l.d.o.). Las bandas en las que trabaja normalmente son: L (1,5 GHz), S (2 GHz), C (5 GHz), X (9 GHz), Ku (14 GHz), K (20 y 24 GHz) y Q (46 GHz).