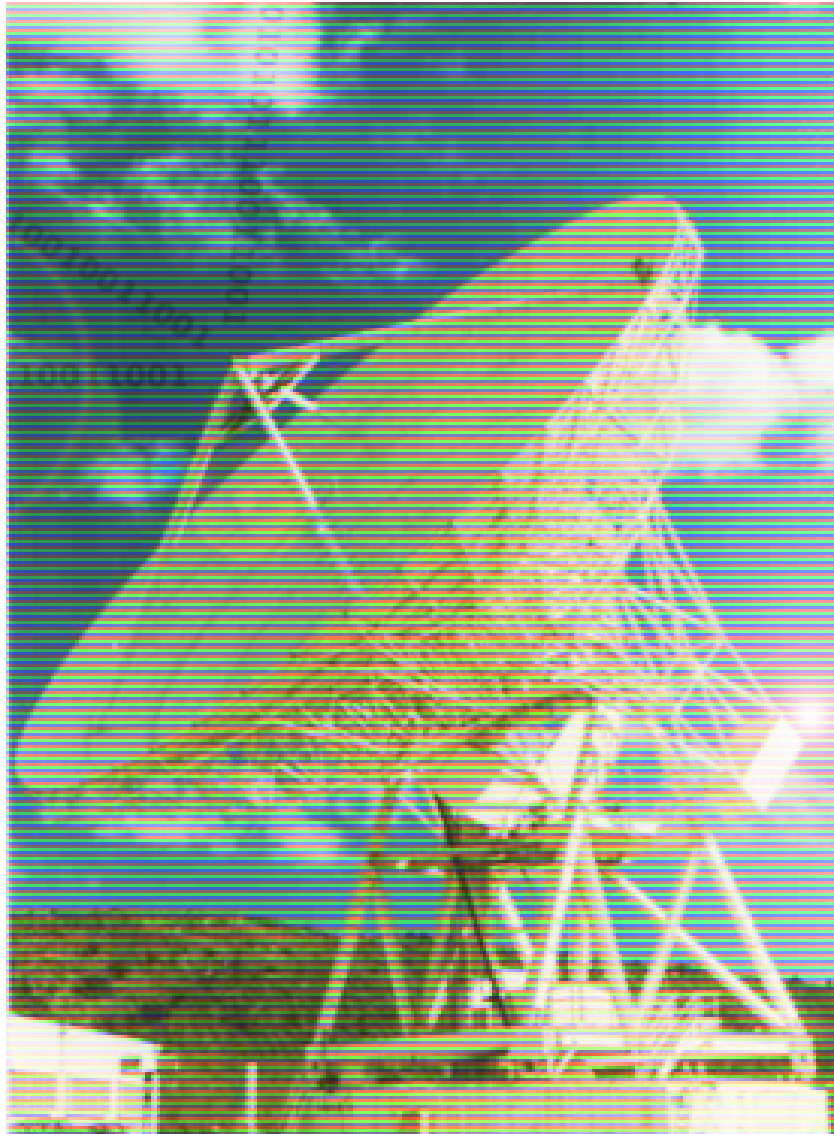


ASTRONOMÍA DIGITAL

Número 4 , 21 de marzo de 1999

<http://www.astrored.org/digital>



Astronomía Digital es una iniciativa de AstroRED y la Agrupación Astronómica de Gran Canaria (AAGC). Redacción: Víctor R. Ruiz (rvr@idecnet.com) & Jesús Gerardo Rodríguez Flores (jgerardo@coah1.telmex.net.mx). Colaboradores: Javier Susaeta y Enric Quílez. **Astronomía Digital** se distribuye gratuitamente en versiones HTML y PostScript disponibles en <http://www.astrored.org/digital>.

Introducción

Todas las personas están invitadas a enviar sus artículos y opiniones a *Astronomía Digital*. Las siguientes instrucciones están pensadas para su envío y procesado en el formato electrónico en el que se genera la revista. Estas son las guías y condiciones generales para la publicación en *Astronomía Digital*, pero quedan sujetas a la opinión de la redacción.

Condiciones de publicación

Los artículos enviados a *Astronomía Digital* deben ser originales y no haber sido publicados anteriormente o haber sido enviados para su edición simultáneamente. Los artículos se distribuirán sin cargo alguno. El autor retiene los derechos de copia para publicaciones comerciales. Cualquier publicación que haga uso de los artículos publicados en *Astronomía Digital* debe indicar "Artículo extraído de *Astronomía Digital* número x , <http://www.astrored.org/digital>".

Instrucciones generales

Los artículos han de contener, al menos, las siguientes secciones: Título, resumen, desarrollo y conclusión. Otras secciones posibles son las de referencias bibliográficas y direcciones de interés (e.j. páginas web). El texto debe estar corregido ortográficamente y siguiendo las recomendaciones de puntuación en español. En concreto, los decimales irán indicados con una coma (1,25) y los miles con punto (1.500). Los párrafos deben ir separados por una línea en blanco y las líneas no deben superar los 80 caracteres de longitud.

Puesto que el formato de envío es ASCII, las tablas deben escribirse tabuladas como el siguiente ejemplo.

Planeta	UA	Magnitud
Mercurio	0,3	-1,8
Venus	0,7	-4,3
Marte	2,5	-1,2

Si va a incluir fórmulas complicadas, en la página de *Astronomía Digital* existe un apartado explicando detalladamente el lenguaje de fórmulas utilizado en LaTeX.

Se recomienda incluir la dirección electrónica y postal del autor al final del artículo, para permitir el contacto directo con los lectores.

Como se ha comentado, el formato para enviar electrónicamente un artículo debe ser de texto, en el ASCII de Windows o Unix, no en el de MS-DOS. Las imágenes deben enviarse en formato GIF o JPG, no se aceptan BMP ni PCX u otros. En el artículo debe indicar una nota explicativa para cada una de las imágenes (ej. Figura 1, venus.gif. Venus al amanecer con cámara fotográfica de 50 mm, 20 segundos de exposición).

Antes de enviar definitivamente el artículo, revise el archivo de texto final con el bloc de notas del Windows, o en su defecto por cualquier otro procesador de textos, para comprobar que todo está correctamente.

Instrucciones de envío

Primero póngase en contacto con alguno de los redactores indicándole la disponibilidad de su artículo enviando un mensaje a digital@astrored.org. En caso de interés la redacción le pedirá que envíe a esa misma dirección un mensaje con el texto e imágenes del artículo.

En caso de que no disponga de correo electrónico, puede enviar el disquete por correo tradicional a la siguiente dirección:

Astronomía Digital
Agrupación Astronómica de Gran Canaria
Apartado de correos 4240
35080 Las Palmas de Gran Canaria (ESPAÑA)

SE PERMITE LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y PARCIAL DE LOS CONTENIDOS DE LA REVISTA PARA USO PERSONAL Y NO LUCRATIVO. PARA CUALQUIER DUDA O SUGERENCIA PÓNGASE EN CONTACTO CON LA REDACCIÓN MEDIANTE CORREO ELECTRÓNICO EN [DIGITAL@ASTRORED.ORG](mailto:digital@astrored.org). LA REDACCIÓN NO SE HACE RESPONSABLE DE LAS OPINIONES VERTIDAS POR LOS AUTORES Y COLABORADORES.

Índice General

TASS: Se acabó la astronomía visual, <i>Víctor R. Ruiz</i>	4
A la caza de asteroides (¡Y van 15!), <i>Silvia Alonso Pérez</i>	10
SETI: Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre., <i>Jesús Gerardo Rodríguez Flores</i>	14
Un poquito más cerca de las estrellas (II), <i>José G. Tomé</i>	22
Sumador FITTS: Adiós a las cámaras de seguimiento, <i>José Muñoz Reales</i>	28
Historia del GEA, Grup d'Estudis Astronòmics	30
Biblioteca astronómica, <i>Sección coordinada por Javier Susaeta</i>	33

Editorial

Internet se está convirtiendo rápidamente en un gran zoco de reunión de toda clase de personas. Desafortunadamente, hasta ahora en los periódicos e informativos de televisión, la Red sólo es noticia cuando es medio de algún suceso trágico o delictivo. Sin embargo, en los entornos científicos, se conoce perfectamente la relevancia que Internet tiene ha tenido durante años para la comunicación entre comunidades de investigadores. Sólo desde en los últimos cinco años, gracias a la popularización del WWW, los usuarios de a pié y las empresas de telecomunicaciones le han prestado la importancia que merece.

En este número tenemos dos ejemplos de cómo la Red rompe con las barreras geográficas y políticas. *The Amateur Sky Survey* (TASS) es un sistema de vigilancia del cielo destinado a descubrir miles de estrellas variables. Su concepción, diseño y explotación la están realizando varios colegas unidos por correo electrónico y tienen abiertas sus puertas a cualquiera que tenga interés en trabajar con ellos. Con dos años de funcionamiento ya han presentado resultados en congresos astronómicos.

Por otra parte, Jesús Gerardo Rodríguez nos introduce en el proyecto SETI de búsqueda de inteligencia extraterrestre fuera de nuestro planeta (aunque algunos están empeñados en encontrarla dentro). De la mano de un estudiante de la Universidad de Berkeley, ya licenciado, este año se pondrá en funcionamiento el sistema SETI@Home que pretende llevar a los hogares de miles (¿millones?) de internautas esta investigación en forma de salvapantallas. Es posible que su inauguración ocupe buena parte de la sección de sociedad de los diarios (incluso alguna portada) y que los semanarios dediquen extensos artículos. Desde luego, no faltarán sesudos (y desinformados) comentaristas que intentarán sacar chistes fáciles y frívolos de este sistema. Pero la Red será, por una vez, noticia grata.

No te pierdas el artículo sobre que la caza de asteroides en España ha realizado nuestra compañera Silvia Alonso. ¡Felicidades al Observatorio Astronómico de Mallorca!

Buenas noches... de observación, naturalmente.

Víctor R. Ruiz

TASS: Se acabó la astronomía visual

Víctor R. Ruiz | Agrupación Astronómica de Gran Canaria (AAGC)

Tom Droege inició hace varios años un proyecto que puede acabar con parte de las grandes aportaciones de los observaciones aficionados a la astronomía actual. La idea es simple: vigilar el cielo con cámaras digitales a la espera eventos, los cuales serán registrados y analizados de forma automática. Aunque ideas similares vienen funcionando en los entornos profesionales desde hace algunos años, The Amateur Sky Survey se presenta como un proyecto atípico en su forma pero apasionante en sus objetivos.

En el comienzo...

La historia del *The Amateur Sky Survey* (“El Catálogo Celeste Amateur”) se remonta a 1994. En ese entonces, Tom Droege, al igual que el resto del mundo, se vio conmovido por las espectaculares imágenes del cometa Shoemaker-Levy 9 impactando sobre la superficie de Júpiter. Este pequeño cometa había sido capturado en 1993 mediante fotografías tomadas por el tristemente desaparecido Eugene Shoemaker, su esposa Carolyn y el aficionado David Levy. La primera imagen reveló que el cometa era muy singular, pues parecía una especie de *cigarro*. Posteriores fotografías obtenidas mediante mejores telescopios mostraron que el cometa estaba roto en varios trozos, formando un tren de núcleos cometarios. Cuando se refinó la órbita, comprobaron que el cometa estaba situado en las inmediaciones del gigante planeta Júpiter y además, por poco tiempo: en julio de 1994 cada uno de los restos del cometa se desintegrarían sobre la superficie de Júpiter. Durante algún tiempo los científicos trataron de calcular dónde y cómo ocurrirían

la explosiones. El dónde era relativamente sencillo, pero el cómo trajo de cabeza a geólogos planetarios, expertos en atmósferas y otros astrofísicos: ¿se observaría una explosión de colosales dimensiones o por el contrario los núcleos pasarían a mejor vida sin dejar huella? El 18 de julio de 1994, los detectores digitales del telescopio IAC-80 instalado en el Observatorio del Teide en las Islas Canarias, se vieron saturados por la tremenda liberación de energía proveniente del primer impacto. Al día siguiente, el Telescopio Espacial Hubble mostraba una mancha en la zona de la explosión tan grande que varias Tierras habrían podido caber en su interior. Una pregunta flotaba en el aire ¿qué habría ocurrido si este pequeño tren cometario se hubiese acercado a la Tierra en lugar de a Júpiter?

¿Por qué no descubrir de forma automática los cometas?

Tom Droege es un ingeniero eléctrico semirretirado que trabajó en el desarrollo del CDF, el detector instalado en el Fermilab que reveló la existencia de la partícula fundamental quark *top*. A Droege, quien antes no había sentido ninguna atracción particular por la astronomía, le vino a la mente una idea ¿por qué no descubrir de forma automática los cometas? Su idea era utilizar cámaras para detectar la aparición de nuevos objetos. A través de Internet se puso en contacto con astrónomos para consultar la viabilidad de esta sugerencia. Éstos se mostraron interesados en el sistema propuesto, pero apuntaron su mayor utilidad para otra tarea: la detección y seguimiento de millones de estrellas que de forma continua, y muchas veces imperceptiblemente, varían de brillo.

La observación de estrellas variables.

Los astrónomos aficionados hasta ahora hemos realizado una gran labor como “centinelas celestiales”, al descubrir buena parte de los cometas, novas y supernovas. Además, dada la gran cantidad de observadores, también hemos realizado un seguimiento de las estrellas variables más brillantes. Algunas cambian de brillo debido a que forman sistemas binarios y de forma periódica se producen eclipses. Otras son estrellas situadas en una banda de inestabilidad, fuera de la denominada “secuencia principal”, y como resultado de eventos físicos, varían su luminosidad. Otras delatan la existencia de enanas blancas que roban material a estrellas gigantes rojas, produciendo explosiones cuando el material cae en la más pequeña.

La cantidad y tipos de estrellas variables es innumerable y su observación ha perdido interés para los observatorios profesionales, concentrados en su mayor parte a proyectos de investigación punteros de objetos distantes



Figura 1: Logotipo de *The Amateur Sky Survey*

y diminutos. Es compresible, teniendo en cuenta el desperdicio de recursos que supondría dedicar grandes telescopios a tareas que consumen tanto tiempo. Hay listas interminables de astrofísicos esperando obtener imágenes de objetos muy diferentes. Para rellenar este hueco, los aficionados han venido utilizando hasta ahora prismáticos y telescopios para estimar el brillo de las estrellas variables. Uno de los métodos visuales para obtener la magnitud de una estrella (un dato numérico que nos indica su brillo) es el de Argelander, y se basa en comparar su magnitud con al menos otras dos estrellas de magnitud invariable. Algunas de las estrellas variables más conocidas por los aficionados son la R Corona Borealis (R CrB), la R Scutti (R Sct), la SS Cygni (SS Cyg) y beta Perseii (beta Per). Ésta última es visible a simple vista y se conoce por el nombre árabe de Algol y se trata de una estrella binaria.

El método visual está quedándose obsoleto y cayendo en desuso debido al abaratamiento de las cámaras digitales en el mercado de la astronomía aficionada. Las CCD están compuestas de un chip rectangular dividido en celdas o píxeles, cada uno de las cuales realiza un conteo de los fotones recibidos y envía estos datos al ordenador, donde se forma la imagen. Estos chips son utilizados también en las cámaras de video y en algunas fotográficas, pero sobre todo en las denominadas *webcam* para videoconferencias a través de Internet. Para usar este chip en astronomía hay que refrigerarlo de forma que se haga mucho más sensible a la poca luz de los objetos estelares y no se vean “empañados” por el ruido natural de la temperatura ambiental. La precisión que alcanzan las cámaras digitales en la fotometría deja muy atrás a las estimaciones de magnitud realizadas a simple vista incluso de los más experimentados observadores. Para obtener imágenes digitales de una zona del cielo, las CCDs se sitúan en el portaoculares del telescopio. Tanto la resolución de los chips como su utilización con telescopios, hacen que las imágenes digitales así obtenidas sean de campos celestes relativamente.

La precisión que alcanzan las cámaras digitales en la fotometría deja muy atrás a las estimaciones de magnitud realizadas a simple vista

En los últimos años, además, la combinación del ordenador, telescopio y cámara digital ha agudizado la imaginación de los aficionados. Hay disponibles a través de la Red algunos programas informáticos que, a partir de una lista de objetos celestes, mueven el telescopio hacia la zona del cielo donde están situados, realizan una toma con la cámara digital y la guardan en el ordenador. Comparando las imágenes nuevas con las tomadas anteriormente se descubren supernovas y cometas... con sólo tocar una tecla. Versiones algo más sofisticadas de este método son utilizadas hoy en día en telescopios profesionales para buscar asteroides cercanos a la Tierra. Afortunadamente aún quedan muchos aficionados románticos que prefieren



Figura 2: El telescopio GTS-2 de 1 metro de diámetro, del proyecto LINEAR.

la búsqueda visual... o desgraciadamente lo abundante son los astrónomos cuya economía está “en vías de desarrollo”.

La llegada de las búsquedas masivas a la astronomía profesional.

No sólo la informática está cambiando el quehacer de los aficionados. Los astrofísicos hace ya tiempo que disfrutan de las ventajas de la astronomía digital. Esta digitalización, tanto de los instrumentos de observación como los de archivado y análisis, está permitiendo a los automatizar la búsqueda de objetos y fenómenos tanto planetarios, estelares como extragalácticos. Antiguamente, los astrónomos obtenían placas fotográficas de una zona del cielo y determinaban con micrómetros el tamaño de las estrellas para obtener su brillo. Para encontrar nuevos objetos comparando dos placas fotográficas por parpadeo: los “visitantes” parpadearían. Con el formato digital de las imágenes se delega en el ordenador esta tediosa tarea. Además, para aumentar la probabilidad de detectar un nuevo objeto, ya sea una supernova, un asteroide o un fenómeno de lente gravitatoria, la estrategia que siguen estos sistemas es intentar fotografiar la mayor región posible del cielo.

El *Near Earth Asteroid Tracking* (NEAT, Seguimiento de asteroides cercanos), es un proyecto auspiciado por el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL-NASA) para la catalogación y vigilancia de las órbitas de los asteroides que más se acercan a nuestro planeta. NEAT ha sido el primer proyecto totalmente automatizado, desde la observación hasta el seguimiento de nuevos objetos, pero trabaja sólo 3 noches al mes. Usa un telescopio de 1 metro situado en el Monte Haleakala (Hawái), con una cámara

digital de 4096x4096 píxeles. Todo la operación y análisis de las imágenes están automatizadas, de forma que cada noche se procesan 40 Gigabytes (unos 70 CD-ROMs) en ordenadores equipados con cuatro procesadores de 300 MHz (velocidad de un Intel Pentium II). Este proyecto ha sido uno de los grandes beneficiados de la psicosis del asteroide 1997 XF11. En una noche es capaz de observar una región de más de 500 grados cuadrados. A mediados del año pasado, su lista de descubrimientos estaba compuesta por unos 30 asteroides “normales”, unos pocos cercanos y un par de cometas.

Entre el LINEAR y el observatorio solar SOHO detectaron el 75% de los cometas descubiertos durante 1998.

Otro de los proyectos automáticos de caza de asteroides es el LINEAR (*Lincoln Near Earth Asteroid Research*, Investigación de Asteroides Cercanos a la Tierra), conocido por los aficionados a la astronomía por su larga lista de cometas descubiertos, la mayor parte de ellos demasiado débiles para observarse visualmente con telescopios medianos. El LINEAR usa un telescopio de 1 metro de diámetro de las fuerzas armadas estadounidenses, equipado con una CCD de 2560x1960 píxeles, abarcando un campo de visión de 2 grados (un tercio de unos prismáticos típicos). Con unos 100 segundos de “exposición” (técnicamente se habla de integración) este instrumental es capaz de obtener imágenes de objetos estelares de magnitud 22. Entre el LINEAR y el observatorio solar SOHO detectaron el 75% de los cometas descubiertos durante 1998. Es posible que éstos y otros proyectos similares vean la luz gracias al susto que nos dio el asteroide 1997 XF11 en marzo de 1998.

Pero no quedan ahí las aplicaciones de la astronomía computerizada. El Supernova Cosmology Project (SCP) es uno de los programas más apasionantes de la astronomía actual. Su objetivo es, nada más y nada menos, que definir a qué velocidad se expande el Universo y decidir si, según la teoría de la Gran Explosión, lo hará para siempre o en algún momento del futuro implosionará sobre sí mismo. ¿Cómo hacerlo? Intentando conocer la distancia a la que se encuentran las galaxias y ver a qué velocidad se alejan. ¿Cómo hacerlo? Observando las supernovas de tipo Ia, ya que están “calibradas” y midiendo a qué brillo máximo llegan se deduce la distancia de forma directa. La estrategia de descubrimiento que sigue el SCP es fotografiar regiones de cúmulos de galaxias las dos noches siguientes a la luna nueva, obteniendo entre 50 y 100 tomas con unas mil galaxias cada una. A las tres semanas, se vuelven a repetir las tomas y se comparan en busca de nuevas estrellas (supernovas). Este programa es muy ambicioso y no escatima ningún recurso. Para la detección se usa una cámara digital de gran campo montada sobre un telescopio de 4 metros de diámetro en Cerro Tololo (Chile). Las supernovas descubiertas son luego observadas espectroscópicamente (para conocer su composición) por el Keck (Hawái) y fotométricamente (para

conocer su brillo) con alguno de los telescopios situados en La Palma, Estados Unidos y Hawái. En caso de que algunas de estas supernovas esté situada a una gran distancia, por su interés se pide tiempo de observación de forma urgente en el Telescopio Espacial Hubble. Haleakala. Los resultados de este proyecto ya hace un año que vienen dando mucho de que hablar en los ámbitos cosmológicos, pues no sólo parecen confirmar que el Universo se expandirá para siempre, sino que lo hace de forma cada vez más rápida (y si esto es así ¿de dónde se saca la energía necesaria?).

Una de los problemas astronómicos que también ha necesitado la ayuda de una gran capacidad de observación ha sido la búsqueda del origen de la materia oscura. Gracias a las mediciones de la rotación de las galaxias, ha quedado en evidencia que la materia que emite luz es sólo el 10% necesaria para no se hayan desmembrado. Los teóricos apuntaron dos posibilidades: una, que esta materia estuviera en forma de partículas no detectadas (hipótesis WIMP); dos, que fuesen objetos poco masivos tales como enanas marrones y planetas (hipótesis MACHO). Para decantar la balanza en una de las dos teorías, varios grupos internacionales pusieron en marcha varios proyectos a la caza de eventos de microlentes gravitacionales. Tratan de encontrar repentinas subidas de brillo de estrellas distantes, debido a que los objetos MACHO se sitúan en nuestra línea de visión y actúan como una lupa. Las ampliaciones pueden ser importantes, pero los fenómenos son inusuales. Por lo tanto, están monitorizando zonas de gran densidad estelar, como el bulbo de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea y una satélite, la Pequeña Nube de Magallanes. En Australia funciona desde 1992 uno de estos programas, utilizando un telescopio de 1,3 metros en el Observatorio Monte Stromlo. El detector es una cámara digital de 2048x2048 píxeles, que produce una imagen de 64 Megabytes cada 300 segundos. El sistema informático dedicado al archivado y análisis de datos realiza varias copias de las imágenes como copias de seguridad. El ordenador encargado del análisis es un Sun SuperSparc con 512 MB de memoria y procesadores trabajando a 650 MHz. Durante los dos primeros años de funcionamiento, realizaron curvas de luz de 8 millones de estrellas encontrando 4 candidatos de MACHO.

Si quieres una de las cámaras para ponerla a funcionar, simplemente has de pedirla. A cambio sólo se requiere que te involucres en el proyecto.

La unión hace la fuerza.

Todos los programas que hemos comentado anteriormente están apoyados por presupuestos de instituciones astrofísicas y departamentos de universidades de todo el mundo. Sin embargo, los objetivos de *The Amateur Sky Survey* (TASS) no son menos ambiciosos. Tom Droege se ha

rodeado de un equipo de técnicos y programadores que harán palidecer muchos de los catálogos de estrellas variables existentes en la actualidad. Y es que en ocasiones bastan una buena idea y un presupuesto muy modesto para revolucionar la astronomía.

Tom Droege se ayudó de Internet para organizar al equipo de TASS y en hoy en día sigue siendo el canal de comunicación de esta sociedad. TASS no posee una sede, no está registrada como asociación y no recibe subvención alguna. De hecho, no hay cuotas y cualquiera puede pertenecer a ella si puede aportar sus ganas y su trabajo al proyecto. Todos los miembros pueden hablar en nombre de TASS, porque tampoco hay comisiones, ni juntas directivas. La puerta está abierta: sólo se necesitan unos conocimientos básicos en informática o electrónica y una conexión a la Red. Tampoco hay tareas para asignar directamente a los nuevos miembros. Si hay algo que hacer, cualquiera puede decidir hacerla. Estas frases son lo más parecido a los estatutos de TASS. Pero no acaban aquí lo singular: si quieres una de las cámaras para ponerla a funcionar, simplemente has de pedirla. A cambio sólo se requiere que te involucres en el proyecto.

Los miembros se comunican a través de una lista de correo electrónico donde debaten los problemas, propuestas y soluciones, también abierta a cualquiera con interés. Entre los miembros actuales del proyecto se encuentran sobre todo a programadores informáticos profesionales y

algunos astrofísicos de departamentos universitarios y observatorios astronómicos. La mayor parte de los integrantes de TASS no se han visto en la vida, pero gracias a Internet, colaboran codo a codo diariamente. A Droege le gusta decir que TASS es una escuela de astrofísica, donde se aprende pero no se obtiene ningún título.

Los vigilantes de la noche.

Las cámaras de TASS, denominadas Mark, han ido evolucionado, añadiendo niveles de complejidad más altos gracias a la experiencia conseguida con los modelos predecesores. Si no fuera por la reputación de Tom Droege y sus compañeros quizás pocos tomarían en serio un sistema de observación compuesto de “chatarra” y otros elementos disponibles en un centro comercial. Incluso el sistema operativo y el gestor de base de datos con los que funciona TASS es totalmente gratuito y se pueden conseguir en CD-ROM por unos pocos euros.

El primer detector digital, puesto en marcha en 1994 y bautizado como Mark I, fue sacado del escáner de un fax

El primer detector digital, puesto en marcha en 1994 y bautizado como Mark I, fue sacado del escáner de un fax y acoplada a la lente de 50 mm de una cámara fotográfica convencional, obteniendo un campo de 30° de ancho. Utilizaba un tiempo de exposición de 5 segundos y llegaba a captar las estrellas más débiles visibles con unos pequeños prismáticos. Era una fotocopiadora “estelar” con todas las de ley, salvo que el cabezal permanecía quieto y esperaba a que se movieran las estrellas. A partir de 1995 se puso a funcionar la cámara Mark II, más sofisticada, aunque con un campo de visión bastante más pequeño, pero hacia finales de año Tom decidió cambiar el diseño de las cámaras del detector “unidimensional” del fax al bidimensional de las cámaras digitales.

Las Mark III están compuestas por tres CCDs de Kodak acopladas a un objetivo de 135mm (f/2,8), que ofrecen un campo de 3° cada una, 15 grados en total. Este modelo era capaz de registrar estrellas hasta la magnitud 16 y en una noche barría 1000° cuadrados. Para obtener un buen campo de visión, se decidió que cada equipo estuviera compuesto por tres CCDs. Desde noviembre de 1995 la Mark III ya produjo imágenes de calidad y se envió a varios lugares del mundo para tratar de obtener resultados científicos.

Hasta ese entonces se utilizaba un programa realizado en QuickBasic para obtener datos de la cámara, pero en el verano de 1996 se hizo patente que la velocidad de lectura debería ser mucho mayor. Así, se propuso crear un controlador para una versión modificada del sistema operativo Linux llamada RT Linux (*Real Time*). Ahora, las instrucciones del controlador se procesan sin ninguna demora. El controlador mantiene una vigilancia constante de la disponibilidad de los datos en la CCD,



Figura 3: Uno de los sistemas TASS situados en la Universidad John Hopkins (Maryland, EEUU)

a razón de unas 8 o 15000 veces por segundo, y desde que los lee los graba inmediatamente en el disco duro del ordenador. RT Linux permite que las tareas de lectura y grabación se realicen simultáneamente. Después de varios meses de desarrollo el controlador está funcionando de forma estable desde agosto de 1997.

Las estaciones observacionales basadas en los tripletes Mark III ya han generado interesantes resultados astronómicos, pero su sucesor está listo para entrar en escena. A finales de 1997 comenzó el diseño del Mark IV. Este nuevo sistema estará compuesto de entre dos o cuatro cabezales CCDs (para obtener imágenes de la misma zona del cielo en distintos filtros), una montura, elementos electrónicos de control y un ordenador. La óptica está compuesta de lentes de 135 mm a $f/2$ y chips de Lockheed de 2048x2048 píxeles, que cubren un campo de 6° . La novedad más interesante es que la montura posee movilidad para fotografiar cualquier parte del cielo, no sólo el ecuador celeste. Las imágenes que genera ocupan 16 MB (una caja de diez disquetes) y tarda 50 segundos en transferirse de la memoria de la cámara al ordenador; al igual que en los proyectos profesionales, esto limita el número de exposiciones que se pueden hacer. A comienzos del mes de marzo, Tom Droege mantuvo funcionando el equipo sin problemas durante toda una noche en el patio de su casa.

Las cámaras están desplegadas en varios lugares del globo terráqueo. Tom Droege tiene las suyas en Batavia, Illinois (EE.UU); Mike Gutzwiller en Cincinnati, Ohio; Norman Molhant en Montreal (Canadá); Michael Richmond en East Braintree, Vermont; Nick Beser en Baltimore, Maryland; Ron Wickersham en Santa Rosa, California; Paul Rybski en Kettle Moraine, Wisconsin; y Glenn Gombert en John Bryan State Park, Ohio.

Durante ese tiempo se registran 9.562.450 de mediciones de 2.560.731 fuentes

Resumiendo, TASS utiliza cámaras digitales montadas en tripletes con dos o tres filtros para obtener medidas de brillo de las estrellas. Éstas se conectan a un ordenador que las controla y procesa las imágenes para identificar las estrellas y medir su brillo. Su objetivo es disponer estas medidas en una base de datos pública a través de Internet para que cualquier interesado pueda estudiarlas.

En busca de las variables perdidas.

Desde octubre de 1996, cinco de los sistemas Mark III han obtenido mediciones de estrellas centrados en tres regiones con diferente ascensión recta denominadas A, B y C. Los programas de reducción separan los datos de aquellas estrellas con mediciones fotométricas (de gran precisión) y otras cuyo brillo se ha calculado por magnitud diferencial. Con estas listas, comenzó la caza “salvaje” de estrellas variables.

Los resultados no se han hecho esperar, y han sido presentados en diversos congresos de astrofísica. En junio de

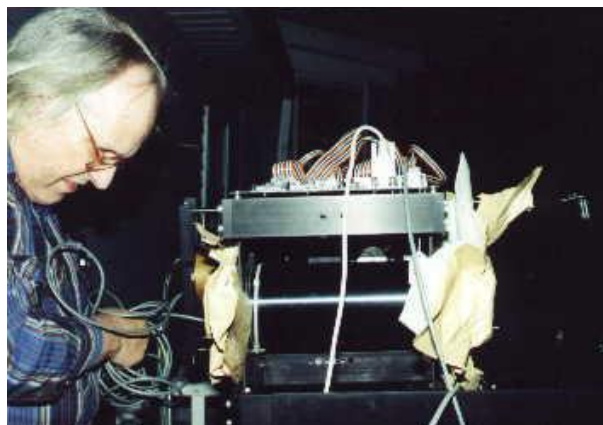


Figura 4: Tom Droege, “con las manos en la masa”, construyendo el prototipo de la Mark IV.

1997 Glenn Gombert ofreció una conferencia en la reunión de la Sociedad Astronómica del Pacífico dando a conocer *The Amateur Sky Survey* en los foros profesionales, mientras que Tom Droege hacía lo propio en el congreso de la Asociación Astronómica Americana (AAA).

En agosto de 1998, Michael Richmond volvió a la cita con la AAA para mostrar los resultados de estos dos años. Durante ese tiempo se registran 9.562.450 de mediciones de 2.560.731 fuentes. De éstos, se han obtenido buenos resultados (más de 10 mediciones) de 178.570 fuentes. Hasta junio del pasado año, aún no habían completado el cartografiado del ecuador celeste. Con estas mediciones se han descubierto al menos 57 candidatas a estrellas variables de tipos diferentes: desde algunas de corto periodo a otras con un periodo de 80 días.

Arne Henden, miembro de TASS y astrofísico del Observatorio Naval de EEUU, presentó recientemente una propuesta para planificar los catálogos a obtener con las cámaras Mark IV. Teniendo en cuenta las características técnicas del sistema, Henden opina que podrían realizarse entre dos y tres catálogos diferentes. En cada uno de ellos se ofrecería las coordenadas de la estrella, las magnitudes en los diferentes filtros (B, V, R e I) y sus errores. Su estrategia se basa en diferenciar la calidad de las noches y lugares de observación. En una noche mala, polucionada lumínicamente o con luna, no se pueden hacer exposiciones largas. El primero de los catálogos, realizado con tomas de sólo 10 segundos, estaría listo en un año con resultados similares a los del catálogo Tycho del satélite Hipparcos (con la magnitud de un 1 millón de estrellas). Puesto que ocuparía unos 64 MB, estará disponible para copiarlo directamente a través de Internet. El segundo catálogo sería comparable al conocido *Guide Star Catalogue* (GSC), con 15 millones de estrellas, se compondría de las tomas de 100 segundos. Su extensión hará que, probablemente, sólo sea posible obtenerlo mediante CD-ROM. Finalmente, el catálogo de variables nuevas y conocidas, al alimentarse de las medidas diarias, también se pondrá a disposición de los internautas. Henden deja en el tintero la posibilidad de realizar otro catálogo con

Se acabó la astronomía visual.

The Amateur Sky Survey es sin duda alguna un proyecto de colosales dimensiones “informativas” y a la vez de irrisoria inversión económica, al menos para los estándares académicos. Con tan solo unas pocas estaciones en algunas partes del mundo con regular calidad atmosférica, TASS ya ha ofrecido algunos bocetos de sus pretensiones en los próximos años. Los programas LINEAR y SCP han robado a los aficionados gran parte de los cometas, asteroides y supernovas. TASS lo hará con las variables. ¿Qué hará entonces el aficionado a la observación? Aún quedan muchos proyectos por hacer, como el seguimiento de estrellas dobles y los meteoros, pero el margen de la astronomía visual se está estrechando y todo apunta a que estos programas digitalizados sustituirán la labor de los observadores al pie del telescopio. La CCD reemplazará al aficionado, al igual que ya lo hizo con el profesional.

Hoy en día ya existen en Internet suficientes catálogos y observaciones científicas como para mantener ocupadas a cientos de personas

La tecnología cierra unas puertas y abre otras. La ingente cantidad de información que va a estar disponible sobrepasará con mucho del grupo actual de TASS. Bohdan Paczynski afirma que “el cuello de botella no estará relacionado con los telescopios o la CCD, sino con la capacidad intelectual disponible para el análisis de los datos”. Parece razonable que algunos de los astrónomos de sillón, quienes disfrutaban de las maravillas del Universo sin aguantar las inclemencias del tiempo en las oscuras noches del campo, pasen a convertirse en investigadores de vanguardia cuyos descubrimientos se publicarían en revistas de prestigio.

La delgada línea que separa el campo aficionado del profesional tiende a desaparecer al mismo ritmo que la Red posibilita la colaboración estrecha entre unos y otros. *The Amateur Sky Survey* no es el único proyecto que contribuye a esto. En realidad, hoy en día ya existen en Internet suficientes catálogos y observaciones científicas como para mantener ocupadas a cientos de personas. De hecho, el archivo de imágenes del Telescopio Espacial Hubble es de acceso público y muchos lo están aprovechando para rescatar asteroides perdidos del cinturón de Kuiper.

Pero seguramente, alguien, en alguna parte del mundo, estará acercando su vista a un ocular para disfrutar de la sensación de observar los anillos de Saturno en un cielo descubierto y negro, decorado de estrellas parpadeantes... Claro, que para ese entonces, quizás estén popularizados los sistemas de realidad virtual. ¿Te apetece un paseo por la Gran Nebulosa de Orión? Ω

Referencias

- [1] *Lastest computer will boost asteroid tracking effort.* Nota de prensa del JPL, mayo 1998.
- [2] *MACHO Camera System*, Chris Stubbs.
- [3] *Stars in their eyes*, Marcus Chown. New Scientist, 4 julio 1998.
- [4] *TASS: Two Years, Two Hundred Thousand Stars, and Counting.* Presentación en la 109ª reunión de la Asociación Americana de Astronomía.
- [5] *The Amateur Sky Survey*, <http://www.tass-survey.org>
- [6] *The Amateur Sky Survey Project.* Presentación en la 109ª reunión de la Asociación Americana de Astronomía, Glenn Gombert.
- [7] *The Future of Massive Variability Searches*, Bohdan Paczynski.
- [8] *History of Lincoln Near Earth Asteroid Research (LINEAR) Project*, MIT Lincoln Laboratory, 1998.

Víctor R. Ruiz

rwr@idecnet.com

Agrupación Astronómica de Gran Canaria (AAGC)

Apartado de Correos 4240

35080 Las Palmas de Gran Canaria

Islas Canarias (ESPAÑA)

A la caza de asteroides (¡Y van 15!)

Silvia Alonso Pérez | Universidad de La Laguna (Islas Canarias)

Desde el año 1941 no se había descubierto ningún asteroide desde suelo español. Este periodo de “vacas flacas” fue roto el pasado año por el Observatorio Astronómico de Mallorca (OAM) y parece inaugurar una nueva época de numerosos descubrimientos. La autora realiza una travesía a través de la historia de la astronomía en España en el campo del seguimiento y caza de planetas menores.

Introducción.

Si bien en algunos países como EEUU, Japón o Italia la investigación en el área de los asteroides por parte de los aficionados tiene cierta tradición, en España todavía no se ha explotado esta faceta tan interesante de la observación en la que los entusiastas de la observación celeste podemos contribuir considerablemente al trabajo de los astrónomos profesionales.

Desde el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) se empieza a impulsar un proyecto de investigación sobre NEOs

Teniendo en cuenta el nivel que últimamente está alcanzando la instrumentación no profesional, podríamos emplear nuestros recursos en investigaciones serias que ayudaran a realzar el papel que tenemos, ahora más que nunca, los aficionados. Sólo con ganas de hacer las cosas bien, con perseverancia y con los medios que tenemos a nuestro alcance podemos adentrarnos en el apasionante mundo de la observación y estudio de los cuerpos menores, pudiendo obtener resultados ciertamente gratificantes, no solo en la obtención de medidas astrométricas o fotométricas de estos cuerpos, sino incluso en el descubrimiento de algunos de ellos que, aunque cada vez menos, pasan desapercibidos a los grandes ojos de los observatorios profesionales. Con un telescopio de aficionado sin que sea necesaria una gran abertura, un buen sistema de seguimiento y una cámara CCD los asteroides, de los que trataré en este artículo, están a nuestros alcance.

Mucho se ha escrito en revistas de astronomía orientadas al aficionado sobre las técnicas de astrométricas para determinar con mucha precisión la posición estos cuerpos en el cielo, especialmente sobre las técnicas que hacen uso de la ya tan extendida tecnología CCD. Pero el hecho de que en nuestro país la investigación en este campo, incluso a nivel profesional, no sea muy habitual no significa que no se estén haciendo algunos esfuerzos al respecto. Desde el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) se empieza a impulsar un proyecto de investigación



Figura 1: Josep Comas i Solà.

sobre NEOs (*Near Earth Objects*, cuerpos cuyas órbitas pasan muy cerca e incluso se internan en la órbita de la Tierra), y a nivel amateur hay un pequeño número de personas que se interesan mucho por este tema. Sin embargo, y sin desmerecer a nadie en su labor, aquí voy a hablar de los que, a mi entender, son los españoles que en el pasado, el primero, y en el presente, los segundos, han aportado más resultados interesantes y más éxitos en esta área de la astronomía para nuestro país, el ya ilustre astrónomo catalán Josep Comas i Solà y los observadores del Observatorio Astronómico de Mallorca Ángel López y Rafael Pacheco.

El pionero: Josep Comas i Solà.

Josep Comas i Solà nació en Barcelona en 1868 y murió en la misma ciudad a los 69 años de edad.

A la temprana edad de 16 años ya destacaba como astrónomo con su primera publicación de un trabajo fuera de nuestras fronteras, y a partir de obtener la licenciatura en la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas de Barcelona se dedicó plenamente a la Astronomía, ciencia en la cual desarrolló una gran labor de investigación en diversas áreas de la astronomía planetaria.

A su trabajo debemos que en 1890 realizara el primer mapa de Marte trazado desde España, en base al cual descifró el misterio de los por entonces supuestos canales de Marte; la labor también pionera en nuestro país, en ese mismo año, de calcular el período de rotación de las diferentes corrientes atmosféricas de Júpiter; el descubrimiento del período de rotación de la mancha blanca tropical de Barnard en Saturno; la elaboración de una teoría que

explicaba las variaciones luminosas del anillo de este planeta; la determinación micrométrica del diámetro aparente de Venus; la obtención de fotografías, desde la ciudad de Elche, de la corona solar y del espectro de la cromosfera durante el eclipse total de Sol de 1900... Un investigador de lo más prolífico, sin duda alguna.

En el campo de los cuerpos menores se adentró en el estudio de diversos enjambres meteóricos, ayudando a relacionar las órbitas de los cometas con el origen de los enjambres. El cometa que lleva su nombre fue descubierto por él mismo en el año 1916 y, en cuanto a asteroides se refiere, entre el 15 de marzo de 1915 y el 30 de septiembre de 1930 descubrió la nada despreciable cifra de 11 de estos cuerpos desde el Observatorio de Fabra, a las afueras de la ciudad condal, del que en aquella fecha era director.

El nombre del asteroide Pepita está referido a la Constitución española de 1812

Si tenemos en cuenta que sólo contamos con 4 más que hayan recibido numeración definitiva gracias a observadores españoles, el honor de ostentar el récord de España en cuanto a asteroides descubiertos por una misma persona sigue teniéndolo Josep Comas i Solá con sus once descubrimientos.

- 804 Hispania
- 925 Alphonsina
- 945 Barcelona
- 986 Amelia

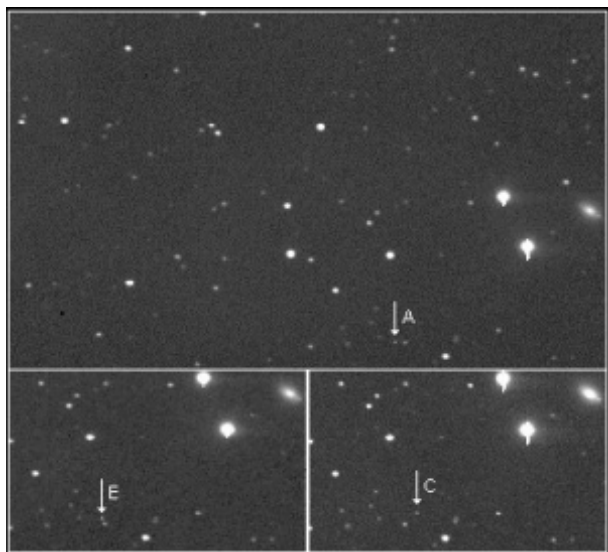


Figura 2: Montaje de varias tomas CCD consecutivas en el que se aprecia el movimiento de 9900 respecto a las estrellas de campo. Cortesía Observatorio Astronómico de Mallorca (OAM).

- 1626 Sadeya
- 1117 Reginita
- 1102 Pepita
- 1136 Mercedes
- 1655 Comas Solá
- 1708 Pólit
- 1188 Gothlandia

Posiblemente al lector le hallan llamado la atención los nombres de estos asteroides. Comas i Solá rindió homenaje a su país, a su ciudad y a su pueblo bautizando sendos asteroides con los nombres Hispania, Barcelona y Gothlandia respectivamente. Los nombres de sus hijas también pasarán a la posteridad gracias a la designación de cuatro de sus asteroides, así como Sadeya, siglas de la todavía existente Sociedad Astronómica de España y América, a la que él perteneció.

El nombre del asteroide Pepita, aunque pudiera parecer que hace homenaje a una persona, en realidad está referido a la Constitución española de 1812, popularmente conocida como “la Pepa”.

Josep Comas i Solá dejó muy alto el listón para los que soñamos con llegar algún día a tener el honor de poder bautizar a un asteroide o a un cometa.

El que la sigue, la consigue: Antonio López y Rafael Pacheco.

Quizás esta sea la frase idónea para dedicar a dos aficionados que desde la isla de Mallorca y desde finales de 1995 realizan una gran labor en la búsqueda de asteroides. Desde el Observatorio Astronómico de Mallorca (OAM) y con equipo compuesto por telescopio Schmidt-Cassegrain de 12” y cámara Pictor 416 han realizado, hasta la fecha de escribir estas líneas, nada menos que 67 descubrimientos. Cuatro asteroides han recibido número definitivo gracias a sus observaciones y dos asteroides han conseguido un número definitivo asignado por la IAU gracias al seguimiento que de ellos han hecho Antonio López y Rafael Pacheco. Los números definitivos de estos últimos asteroides son 9453 y 9900.

9453

1998 FO1, o lo que es lo mismo, el asteroide número 9453, fue descubierto por Antonio López y Rafael Pacheco el 19 de marzo de 1998 en el marco del programa intensivo de búsqueda y seguimiento de asteroides que realizan. La persistencia en la labor de seguimiento ha resultado definitiva para que la Unión Astronómica Internacional (UAI) reconociera el trabajo de los observadores del OAM, atribuyéndoles a ellos el descubrimiento oficial de este asteroide, a pesar de que después de algunas semanas se identificase este cuerpo como el que ya había

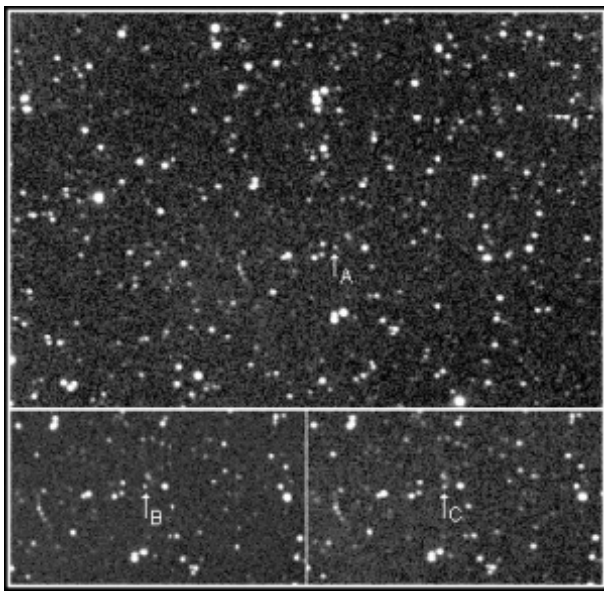


Figura 3: Movimiento de 9453 en el cielo. Cortesía Observatorio Astronómico de Mallorca (OAM).

sido observado en cuatro ocasiones, concretamente en los años 1979, 1987, 1990 y 1992. Si bien quedó claro que no fueron los españoles los que por primera vez avistaron este cuerpo menor, las reglas del UAI en estos casos en que el asteroide ha sido observado en varias ocasiones y posteriormente perdido asignan el descubrimiento al observador que proporcione un mayor número de datos astrométricos que ayuden a determinar su órbita con un error menor de 1". De esta manera, el 8 de octubre de 1998 apareció publicada la asignación del número definitivo 9453 en las circulares del *Minor Planet Center* para el primer asteroide español desde 1930. El asteroide 9453, al que se ha solicitado que se asigne el nombre Mallorca por parte de la comisión que la UAI tiene a ese efecto, pertenece al Cinturón Principal. Su diámetro estimado está comprendido entre los 7 y los 15 km y de los cálculos de su órbita se desprende que ésta es bastante circular.

9900

Este asteroide, a pesar de haber sido descubierto por M. Blasco el 13 de junio de 1997, es decir, con anterioridad al descubrimiento del asteroide 9453, ha sido el segundo en obtener una designación definitiva fruto de los observadores del OAM. El número asignado para el que provisionalmente se llamara asteroide 1997 LL6 es el 9900.

Como en el anterior caso, 9900 también había sido observado con anterioridad. Se tiene constancia de que las primeras observaciones datan de 1956 y de que las observaciones realizadas en 1997 corresponden a la séptima de sus oposiciones observadas. Sin embargo, durante todos estos años el número de observaciones registradas era únicamente de 47, por lo que las medidas astrométricas de su posición efectuadas desde el OAM durante algunas semanas ha facilitado considerablemente el cálculo de su

órbita hasta el punto de cumplir los criterios establecidos por la UAI para asignarle el número definitivo que fue publicado en la circular del Minor Planet Center del día 7 de enero de 1999.

El asteroide 9900 tiene unos 8 km de diámetro y un periodo orbital de 3,13 años

El asteroide 9900, al que aún no se le ha buscado nombre, se encuentra en la parte interior del Cinturón de Asteroides. Tiene unos 8 km de diámetro y un periodo orbital de 3,13 años y su órbita es moderadamente elíptica ($e = 0,212$). Su magnitud se prevee que llegará a 14 a principio de mayo del año 2000, durante una nueva oposición, lo que ayudará mucho a que se realicen más medidas de su posición que mejoren más la estimación de su órbita.

Lista de los asteroides descubiertos en España.

La lista definitiva de los asteroides con número definitivo que han sido descubiertos desde nuestro país, cronológicamente ordenados desde el primero descubierto por Josep Comas Solá hasta el último descubierto por Antonio López y Rafael Pacheco se puede observar en la tabla.

Cabe destacar que con los datos proporcionados en esta tabla podemos hacernos una buena idea del frenético ritmo que se está alcanzando en el descubrimiento de nuevos asteroides. Si nos fijamos en los números asignados al primer y al último descubrimiento de Comas i Solá podemos ver que en los 15 años que mediaron entre ambos se habían asignado números a 384 asteroides, mientras que en los apenas nueve meses que separan los dos últimos descubrimientos desde Mallorca se han asignado 447 designaciones definitivas.

De momento son 15 los asteroides descubiertos desde España. Esperemos que el número siga aumentando gracias al esfuerzo de profesionales y aficionados, y sobre todo que nuevos aficionados comiencen a interesarse por el mundo de los cuerpos menores en el que ha quedado demostrado que todavía tenemos mucho trabajo por hacer. Ω

Referencias

- [1] "Buscando asteroides con CCD", Angel López y Rafael Pacheco. *Tribuna de Astronomía* 144.
- [2] "Astrometría con CCD", Ángel López y Rafael Pacheco. *Tribuna de Astronomía* 125.

Direcciones de interés:

- Página del OAM:
<http://www.oam.es>

Número	Nombre	Descubridor	Lugar	Des. provisional	Fecha
804	Hispania	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)		20 marzo 1915
925	Alphonsina	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)		13 enero 1920
945	Barcelona	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)		3 febrero 1921
986	Amelia	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)		19 octubre 1922
1626	Sadeya	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)	1927 AA	10 enero 1927
1117	Reginita	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)	1927 KA	24 mayo 1927
1102	Pepita	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)	1928 VA	5 noviembre 1928
1136	Mercedes	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)	1929 UA	30 octubre 1929
1655	Comas Solá	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)	1929 WG	28 noviembre 1929
1708	Pólit	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)	1929 XA	1 diciembre 1929
1188	Gothlandia	J. Comas Solá	Fabra (Barcelona)	1930 SB	30 septiembre 1930
1644	Rafita	R. Carrasco	Madrid	1935 YA	16 diciembre 1935
4298		I. Polit	Fabra (Barcelona)	1941 WA	17 noviembre 1941
9453	(Mallorca)	A. López y R. Pacheco	OAM (Mallorca)	1998 FO1	19 marzo 1998
9900		A. López y R. Pacheco	OAM (Mallorca)	1997 LL6	13 junio 1997

- Página personal de Mark Kidger:
<http://www.iac.es/galeria/mrk.html>
- Página personal de Silvia Alonso:
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/9858/>

Agradecimientos.

Me gustaría expresar mi agradecimiento a Ángel López y Rafael Pacheco por permitirme usar las imágenes que conciernen a sus trabajo para este artículo, así como por ayudarme en su momento a realizar mi primer trabajo en astrometría de asteroides

También quisiera agradecer toda la información que me ha proporcionado Mark Kidger, del IAC, que me ha brindado la oportunidad de adentrarme en el estudio de los cuerpos menores.

Silvia Alonso Pérez.
Estudiante de Astrofísica en la Universidad de La Laguna.
j138899803@abonados.cplus.es

SETI: Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre.

Jesús Gerardo Rodríguez Flores. | Sociedad Astronómica de la Laguna (México).

Cuantos de nosotros hemos tenido la inquietud de saber si existe vida inteligente en otras partes de nuestra galaxia. Hasta la fecha no existe ninguna evidencia de que compartamos la Vía Láctea con alguna otra civilización. Pero a diferencia de otras épocas, estamos más preparados para esa revelación y tenemos la tecnología básica para escudriñar los cielos en busca de esa señal. Por si fuera poco, nuevas épocas están arribando en las cuales no será necesario estar a la expectativa de algún posible descubrimiento en el campo del SETI, sino que podemos ser parte activa de esa búsqueda desde las computadoras que tenemos en nuestras casas.



Figura 1: ¿Hay vida en el Universo? La verdad está ahí fuera.

Sobre la pluralidad de los mundos.

La idea de que existieran seres inteligentes en otras esferas celestes resulta relativamente reciente en nuestra concepción del mundo. Durante algunos miles de años, el ser humano, influenciado por las religiones, pensó que era una criatura única en el universo, dotada de inteligencia y “hecho a imagen y semejanza de Dios”. Además la Tierra era el centro del universo donde el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas de la bóveda celeste giraban alrededor nuestro mundo.

Llegados los tiempos de Copérnico, Kepler y Galileo, los conceptos empezaron a variar, sin embargo muchas sociedades europeas como la italiana sufría la represión intelectual que en ocasiones significaba “la fe establecida”. Copérnico presenta al mundo un sistema heliocéntrico, en el cual la Tierra se convertía en un planeta más alrededor del Sol. Sin embargo, nunca sugirió que las estrellas fueran sistemas independientes a nuestro sistema solar. Otro tanto hizo Kepler, que nunca admitió la posibilidad de que las estrellas tuvieran sistemas planetarios. Sin duda alguna, quien hizo publicas por primera vez las especulaciones sobre la existencia de planetas habitados en otras estrellas fue Gordiano Bruno. Lamentablemente para él, habitaba una sociedad fanática y renuente a aceptar las nuevas teorías. Si aceptar que la Tierra no era el centro del universo era difícil, el especular sobre la pluralidad de los mundos resultaba un escándalo mayúsculo. Muestra de ello fue el trágico destino de Gordiano Bruno: fue quemado por herejía.

Solo aquellas mentes vanguardistas que vivían en una sociedad más liberal podían darse el lujo de especular sobre la hipótesis de la pluralidad de los mundos. Según el libro “La Armonía de los Mundos” de Johannes Kepler, el gran astrónomo “Tycho Brahe opinaba sobre esta selva

desolada de globos que no puede existir sin fruto y que esta llena de habitantes”.

Otro tanto hacia Christiaan Huygens, tal vez el mas importante científico y astrónomo de la próspera Holanda del siglo XVII. En 1690 apareció una de sus ultimas obras que discutía la pluralidad de los mundos bajo el kilométrico titulo de “Los mundos celestiales descubiertos: Conjeturas relativas a los habitantes, plantas y producciones de los mundos en los planetas”. En dicho libro, Huygens ya describía la existencia muy probable de planetas alrededor de las distantes estrellas, y como dichos mundos estarían habitados por criaturas relativamente semejantes a nosotros. Dichas criaturas, según el sabio holandés, presentarían características distintas a las nuestras debidas a los ambientes de sus mundos, pero seguramente también contarían con manos y pies, y caminarían derechos y su inteligencia les permitiría tener escritura y geometría.

Ciertamente, durante mucho tiempo, la existencia de vida inteligente fuera de la Tierra se contemplo como una gran posibilidad. Algunos filósofos y científicos incluso llegaban a considerar que todos los planetas debían estar habitados puesto que, de otra forma, Dios no se habría tomado tantas molestias en crearlos. Incluso Huygens llegó a describir que las lunas de Júpiter servían a los habitantes de Júpiter para navegar por los océanos jovianos.

Las primeras narraciones que serían las precursoras de la moderna ciencia ficción empezaron a tratar dicha pluralidad de los mundos. Recordemos los relatos de Cyrano De Bergerac y sus “Viajes a los imperios del Sol y la Luna” y muchos mas que entonces empezaron a surgir. Sin embargo, hacia 1859 se publica “El Origen de

las Especies”, obra monumental en la cual Charles Darwin nos presentó como la naturaleza no es producto de una creación espontánea, sino el resultado de un largo y complejo proceso evolutivo en el cual se ven involucrados conceptos como la selección natural y la supervivencia del más apto. Esto ciertamente redujo considerablemente el entusiasmo con respecto a la “infinitud de mundos habitados”. Sin embargo las teorías de la evolución de Darwin tuvieron que recorrer mucho trayecto para ser aceptadas por una sociedad aun renuente a renunciar a sus anteriores creencias.

Las primeras ideas.

Durante el Siglo XIX se lograron notables avances en el terreno de la astronomía, uno de ellos fue medir con un alto grado de certidumbre la distancia que nos separa de las estrellas. Hacia 1837 el astrónomo prusiano Friedrich Wilhelm Bessel empezó a usar la técnica del paralaje para calcular la distancia a la estrella 61 del Cisne. El resultado le dejó atónito: ¡la estrella se encontraba a más de cincuenta y seis billones de kilómetros! Las mediciones de distancia a otras estrellas continuaron y permitieron comprender que aunque aquellos sistemas estelares tuvieran planetas habitados en órbita, las distancias eran tan gigantescas que sería prácticamente imposible detectar evidencias de vida extraterrestre. Por lo mismo las esperanzas de encontrarla tuvieron que limitarse de momento a nuestro sistema solar.

Venus era un planeta atractivo desde el punto que parecía ser un “gemelo de la Tierra”

La astronomía planetaria en el siglo XIX empezó a prosperar, cada vez se construían mejores telescopios y aunque tal vez no todos los planetas de nuestro sistema solar estarían habitados por “almas inteligentes” nuestros dos vecinos: Marte y Venus tenían muy altas posibilidades de estarlo. Venus era un planeta atractivo desde el punto que parecía ser un “gemelo de la Tierra”, sus dimensiones son aproximadas a las de nuestro planeta y la abundante nubosidad de su atmósfera hacía suponer la existencia de gran humedad lo cual era un factor vital para la existencia de vida. Sin embargo la densidad de las nubes nunca permitían observar la superficie del planeta, lo cual impedía realizar mayores apreciaciones sobre ese mundo. Todo tuvo que quedar durante muchos años al terreno de la imaginación y la especulación.

Con el planeta Marte ocurría algo muy distinto. Ciertamente era un planeta con solo la mitad del diámetro terrestre, pero su observación por los telescopios más potentes de la época generaba grandes esperanzas. La observación de Marte por telescopio es en ocasiones “frustrantemente difícil” puesto que muchas condiciones tienen que ocurrir, entre ellas que no exista turbulencia en nuestra atmósfera terrestre lo cual impediría la observación del

planeta rojo con suficiente nitidez. Además se requiere de un telescopio con bastante potencia para observar detalles en la superficie de Marte. En 1867 Richard Anthony Proctor trazó un mapa de Marte con distintos rasgos geográficos señalados como continentes y mares. Y en 1878 el astrónomo italiano Giovanni Virginio Schiaparelli trazó entre los *mares* una serie de líneas oscuras que bautizó como *canali*. Esto en italiano significa simplemente *ranuras*, pero la prensa sensacionalista de aquel entonces prefirieron traducirlo como *canales* lo cual causó una verdadera revolución. Para el hombre común, Marte poseía canales de una longitud asombrosa construidos por una civilización marciana con un alto grado de técnica e ingeniería. Aparecieron algunos libros como “Marte, una segunda Tierra” de un tal Profesor Jakob Schmick (1879) y una obra de un austríaco, Otto Dross titulada “Marte, un mundo comprometido en la lucha por la supervivencia” (1901). Surgieron novelas como “La guerra de los mundos” de H.G.Wells (1898) sobre marcianos que invadían la Tierra en busca de un mejor planeta donde vivir. Pero sin duda alguna la obra que más contribuyó a preservar la creencia de vida inteligente en Marte fue el libro que en 1895 publicó Percival Lowell, un aristócrata bostoniano que desde su observatorio de Flagstaff, Arizona, observó el planeta Marte por su potente telescopio refractor de 60,9 cm. Según Lowell, Marte ciertamente tenía canales y eran tan rectos que resultaba imposible que fueran naturales. Desde su punto de vista servían para llevar la escasa agua de los casquetes polares hacia las zonas ecuatoriales del planeta, en un último intento de la civilización marciana de sobrevivir a la lenta pérdida de la humedad y la atmósfera del planeta. Incluso las aventuras de John Carter en Marte (Barsoom) y Venus, escritas por Edgar Rice Burroughs en momentos superaron la popularidad de otro personaje del mismo autor: Tarzán.

Ya desde el siglo XIX existieron algunas ideas para comunicarse con civilizaciones extraterrestres. En aquellos tiempos, cuando el uso de la electricidad y las ondas de radio aún esperaban su aparición, las propuestas de comunicación se basaban en el empleo de la luz como método de comunicación. Algunos de esos métodos resultaban verdaderamente extravagantes. Por ejemplo, hubo quien propuso arreglar los bosques de pino de Siberia en forma de triángulo pitagórico, de tal forma que visto desde el espacio cualquier civilización avanzada con conocimientos de geometría y trigonometría comprendiera que la visualización de un triángulo con un ángulo recto era señal de la existencia de una civilización en este planeta azul. Una de las ideas más locas fue escarbar una trinchera de 20 millas en el Sahara, llenarla de queroseno y prenderle fuego, según sus auspiciadores, la luz del incendio podría ser perfectamente visible mediante telescopio por una posible civilización marciana. Otros menos radicales, y tal vez más ecologistas, sugirieron que sería suficiente con utilizar una vasta red de reflectores solares para producir el mismo resultado. Cuando menos se ahorrarían la tremenda polución causada por la masiva quema de queroseno. En 1820 el matemático y físico alemán Carl Friedrich Gauss sugirió el despliegue de enormes figuras



Figura 2: El radio telescopio de Arecibo, situado en Puerto Rico, es estandarte de la búsqueda de inteligencia extraterrestre desde la Tierra.

geométricas por la superficie de nuestro planeta que los extraterrestres pudieran ver por sus telescopios. Hacia 1900 la Academia de Ciencias Francesa ofreció diez mil francos a la primera persona que logra comunicarse con un planeta que no fuera Marte. ¿Y cual era la razón para excluir al planeta rojo? Sencillo, en aquel entonces se tenía tanta certeza de la existencia de vida inteligente en Marte que se consideraba que comunicarse son los marcianos sería sumamente fácil.

Finalmente la ciencia ficción empezó a plantear nuevas alternativas para la comunicación extraterrestre. En Diciembre de 1934 la revista de ciencia ficción *Astounding Stories* publica un cuento de Raymond Z. Gallum titulado “Viejo Amigo” (Old Faithful) sobre un método de comunicación entre la Tierra y los extraterrestres que se adelantaría dos décadas al SETI.

Inicia la búsqueda.

Pero el verdadero arranque del SETI iniciaría en 1959 cuando Giuseppe Cocconi y Philip Morrison, de la Universidad de Cornell, publican en *Nature* un reporte sobre la posibilidad de usar rayos gamma y microondas como medios para contactar con civilizaciones extraterrestres. A partir de entonces, durante las siguientes décadas, y con la participación de muchas mentes privilegiadas (Frank Drake, Carl Sagan, Paul Horowitz, entre otros) el proyecto SETI va evolucionando conforme la tecnología presenta nuevos avances en el área de las comunicaciones y el procesamiento de datos. Podemos diferenciar los diferentes proyectos de comunicación extraterrestre en dos variantes principales. La primera de ellas ha sido el intento de contacto por medio del uso de radiotelescopios. En este caso tenemos intentos activos, como el mensaje de Arecibo, en 1974 en el cual se transmitió al Gran Cúmulo de Hércules información sobre nuestro sistema solar e información sobre nosotros. Pero la gran mayoría de los intentos con radiotelescopios han sido búsquedas pasivas, en la cual nosotros no transmitimos ningún mensaje, sino que permanecemos simplemente a la escucha de cualquier

posible señal extraterrestre (esperemos que las hipotéticas civilizaciones si estén transmitiendo, pues si al igual que nosotros solo están a la escucha será evidente que nunca sabremos unos de otros). Por otro lado también hemos desarrollado proyectos menos ortodoxos como ha sido el envío de sondas planetarias con información sobre nuestra cultura terrestre, con la intención de que sean localizadas en un distante futuro por una civilización interestelar y pueda tener conocimiento de nuestra existencia. Así fue como las primeras sondas en abandonar nuestro sistema solar, las Pioneer 10 y 11, así como las Voyager 1 y 2, llevaron a bordo placas y discos, respectivamente, con información sobre los seres humanos y nuestra ubicación en la galaxia. (Para mayor información sobre la cronología de los intentos de comunicación con civilizaciones extraterrestres véase la tabla anexa).

A inicios de los noventa, tras muchos años de espera, la NASA decide involucrarse

A inicios de los noventa, tras muchos años de espera, la NASA decide involucrarse de lleno en la búsqueda de señales de inteligencia extraterrestre. Para entonces iniciaron el *SETI Microwave Observing Project*, que con un presupuesto de 12 millones de dólares al año utilizaría las antenas del Deep Space Network y del radiotelescopio de Arecibo para buscar señales de radio procedentes de alguna civilización estelar. Lamentablemente, a solo un año de iniciado, los siempre inoportunos congresistas decidieron reducir el presupuesto a la mitad, y posteriormente cancelar el proyecto al considerar que era un despilfarro de dinero. Algunas de las razones para cancelar el SETI por parte de los congresistas realmente caían en el ridículo, por no decir que hablan muy mal de su capacidad intelectual. Por ejemplo, el representante de Massachusetts, Silvio Conte, expresaba “que no era necesario gastar seis millones de dólares este año para encontrar evidencia de extraterrestres cuando por solo 75 centavos podían comprar un semanario en formato tabloide en el supermercado donde se publican noticias sobre Ovnis en la Unión Americana”. Por si fuera poco el representante por Rhode Island, Ronald K. Machtley decía: “No podemos gastar dinero en curiosidades cuando tenemos un déficit. Yo sugeriría, de hecho, que si existe una forma de vida superinteligente allí afuera, quizá sería mas fácil, que en lugar de estar a la escucha, decirles que nos llamen”.

Creo que con la inteligencia de simios mostradas por los congresistas norteamericanos simplemente no se requiere ningún comentario aparte...

El proyecto SETI de la NASA fue cancelado en cierta forma, pero no del todo, puesto que los técnicos y personal involucrado consiguieron recursos externos para mantenerlo en funcionamiento. Tras la cancelación de los ingresos gubernamentales, varias compañías aportaron dinero y recursos al proyecto. Cabe destacar en este grupo Steve Jobs (fundador de Apple Computer y NeXT Comp.), Hewlett-Packard, Sun Microsystems, la compañía cinematográfica Paramount y Steven Spielberg entre otros.

David Anderson, director de SETI@Home, respondió amablemente a las preguntas realizadas por Astronomía Digital.

Víctor R. Ruiz: ¿Cómo se involucró Ud. en SETI@Home?

David Anderson: El fundador del proyecto, David Gedy, es estudiante mío de la Universidad de California en Berkeley. Me persuadió de acompañarlo en el proyecto, y como él estaba demasiado ocupado para desarrollarlo, yo fui asignado como director.

VRR: ¿Cual es su principal labor?

DA: Escribo partes del programa (tanto las versiones cliente y servidor), coordino a otros programadores, dirigo los esfuerzos de obtención de fondos y relaciones públicas, y mantengo el sitio web en internet.

VRR: ¿Cuales son sus principales objetivos como director del proyecto?

DA: Lanzar el proyecto a tiempo, tener la certeza de que no existen errores u otros problemas con el software, y tratar de conseguir 200,000 gentes para usarlo durante 2 años.

VRR: ¿Para la gente con conocimientos técnicos, cuales son las principales herramientas de desarrollo de los sistemas cliente y servidor de SETI@Home? (Hardware y Software).

DA: Por el lado del servidor usamos sistema operativo UNIX en un equipo Sun Solaris, lenguaje C++ (herramientas GNU) y base de datos Informix. Por el lado cliente el Microsoft Visual C++ (Windows), GNU (UNIX) y Code Warrior (Mac).

VRR: ¿Cuales son las partes más complejas del sistema?

DA: Todo es complejo. Quizá lo más complejo sea un programa llamado *splitter* (fraccionador) que divide los 2,5 MHz de las cintas de datos en unidades de trabajo, las cuales son de 10 KHz de ancho.

VRR: ¿Después de lanzado el programa, cual será el futuro del SETI@Home?

DA: Este trabajará por dos años. Para entonces habremos cubierto el cielo tres veces, lo cual es suficiente.

VRR: ¿Cual es su sentir cuando el SETI@Home es confundido con la búsqueda de ovnis?

DA: Eso no me molesta. Cuando hablo con los reporteros, estoy seguro que ellos entienden la diferencia. Espero que la gente que use SETI@Home lea nuestro sitio web y aprenda acerca de la radioastronomía y el SETI.

El proyecto resurgió en Australia bajo el nombre de Proyecto Phoenix, pues al igual que la mitológica ave, el SETI había resurgido de sus cenizas. En la actualidad los diversos proyectos SETI siguen funcionando gracias a fondos privados, y se ha dejado atrás la dependencia de los gobiernos y sus temperamentales políticos. Como último "clavo al ataúd" de la ineptitud burocrática es interesante observar como aquellos empresarios y compañías con visión para los avances tecnológicos y los negocios han preferido aportar recursos al SETI que gobiernos que cada vez gastan mas miles de millones en armamento y otras necesidades. Es más con el dinero que el fiscal Kenneth Starr ha derrochado en su investigación Lewinsky-Clinton habrían podido financiar cerca de media década de proyectos SETI.

**Con el dinero que el fiscal Kenneth Starr
ha derrochado en su investigación
Lewinsky-Clinton habrían podido financiar
cerca de media década de proyectos SETI**

Los magnates e industrias continúan financiando nuevos proyectos SETI. Incluso algunas compañías ya involucradas en el "comercio espacial" están desarrollando sus propios proyectos para atraer el interés del público. Por ejemplo, la compañía americana Celestis, conocida por enviar cenizas funerarias al espacio exterior está trabajando en su nueva propuesta: el Encounter-2001. El proyecto

consiste en lanzar una pequeña nave espacial con la capacidad de escapar del Sistema Solar a semejanza de los Pionner y Voyager. Dicha nave consistiría en una urna con los cabellos de 4 millones y medio de usuarios. Dichos cabellos pasarían por un tratamiento para que el ADN de la raíz se proteja perfectamente, y en conjunto puedan constituir un variado material genético de la especie humana preservado para futuras generaciones. La urna también llevará mensajes de saludo de los propietarios en varios CD-ROM. La nave-contenedor sería construida por AeroAstro a partir de este 1999, con un valor de 10 o 12 millones de dólares. A un costo de 50 dólares por usuario, Celestis espera obtener 225 millones de dólares, suficiente para costear la misión. Antes del lanzamiento, desde el 31 de diciembre 1998 se están realizando, desde un radiotelescopio de 70 metros de diámetro situado en Ucrania, varias emisiones de radio al espacio profundo, anunciando el inicio del proyecto. Dichas emisiones incluyen información que irá a bordo de la nave, incluida información de los "clientes" que han reservado espacio para sus muestras de ADN, así como nociones sobre astronomía, biología, cosmología y geografía. El lanzamiento de la nave se realizara como carga secundaria de un cohete Ariane-5, junto a dos satélites en dirección a una órbita de transferencia geoestacionaria. Ya en dicha órbita, y después de varios meses en espera de una ventana óptima hacia Júpiter, la nave activará su propio motor para obtener la velocidad de escape para alcanzar al planeta joviano dos años después. Entonces Júpiter con su fuerza grav-

itacional acelerará la nave permitiéndole dirigirse hacia el exterior del Sistema Solar. La idea, claro está es que alguna civilización interestelar logre captar los mensajes e interceptar la nave para obtener más información sobre nuestra civilización terrestre.

Pero otras instituciones prefieren procedimiento más sobrios y menos comerciales, por ejemplo Sociedad Planetaria de Pasadena, California, apoya los esfuerzos de tres proyectos SETI. El primero es el proyecto BETA (Billion-Channel Extraterrestrial Array) que escudriña 250 millones de canales y trabaja con la antena del radiotelescopio de 26 metros de Harvard, Massachusetts. El otro es el META II (Mega-Channel Extraterrestrial Array) que se encuentra ubicado en Buenos Aires. El ultimo proyecto es el SERENDIP (The Search for Extraterrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations) de la Universidad de California en Berkeley.

Retos y soluciones actuales.

La comunicación por medio de radiotelescopios sigue siendo la técnica más socorrida por los especialistas, pero debe superar una serie de dificultades en ocasiones impresionantes. Para iniciar, se necesita reservar tiempo en el uso de radiotelescopios, y muchas instituciones consideran un desperdicio de recursos tener una gran antena exclusivamente “a la escucha” cuando puede ser más útil en la investigación de diversos eventos astronómicos. Los técnicos del SETI se la han ingeniado y en la actualidad han desarrollado una serie de equipos “piggy-back” que pueden ser montadas sobre las antenas principales, de esta forma el radiotelescopio puede ser empleado en investigación de radioastronomía y de paso continuar su búsqueda de señales extraterrestres de forma prácticamente simultanea. Otra importante complicación viene siendo la gran cantidad de frecuencias que deben ser analizadas para diferenciar una señal artificial extraterrestre del “ruido natural” de nuestro universo. La cantidad de canales a ser analizados es de miles de millones, y solo es posible mediante un elevado poder de procesamiento. Los técnicos del SETI han diseñado computadoras capaces de analizar de forma paralela cientos de millones de frecuencias, pero la capacidad de procesamiento aún supera la capacidad del equipo disponible. Por fortuna el hombre no se da por vencido cuando llegan los retos. La solución a esta carencia de procesamiento ha tenido una ingeniosa solución donde menos la esperábamos: en Internet y las computadoras que cada uno de nosotros tiene en su casa.

Hay un sabio refrán que dice que “la unión hace la fuerza” y el proyecto SETI es un claro ejemplo de ello. La falta de procesamiento del SETI será solucionada con un concepto denominado “procesamiento distribuido”. Una supercomputadora puede realizar cientos de millones de operaciones por segundo, pero no es capaz de superar en procesamiento a cientos de miles o millones de computadoras personales procesando paquetes de información de forma casi simultanea. ¿Pero donde conseguir tantas computadoras? La respuesta es Internet.

Los técnicos del SETI desarrollaron un programa para computadoras personales que puede realizar el análisis de señales extraterrestres mientras el equipo no está siendo usado por su propietario. El funcionamiento es sencillo. El internauta se suscribe al programa SETI@Home (SETI en casa) y descarga el software para análisis de señales. Este software sustituye al protector de pantallas de su sistema operativo. Cuando la computadora esta sin actividad por parte del usuario, el programa entra en funciones y empieza el análisis de un paquete de señales que el mismo software descargó del servidor de SETI@Home la ultima ocasión en que el usuario estuvo conectado a internet. Mientras la computadora trabaja como protector de pantallas, el usuario puede observar gráficamente el análisis de la señal. ¡Dependiendo de la versión final del software, si alguna señal es lo suficientemente prometedora el usuario de la computadora será el primero en enterarse!

El proyecto ha pasado por un importante periodo de prueba, y en abril de 1999 será puesto a disposición de los internautas el programa del SETI@Home para iniciar la búsqueda de señales extraterrestres. Habrá versiones para PC, Mac y Unix, y los datos a procesar corresponderán al proyecto SERENDIP que tiene su sede en el radiotelescopio de Arecibo, en Puerto Rico. El mayor radiotelescopio del mundo.

El futuro del SETI.

La búsqueda de señales de inteligencia extraterrestre ha ido evolucionando poco a poco conforme se va mejorando nuestra tecnología. No sabemos en que momento podamos captar una señal que con un alto grado de certeza podamos determinar que procede de una inteligencia extraterrestre. Tal vez falte poco para recibir una señal de ese tipo, tal vez nunca la recibamos. Pero un punto

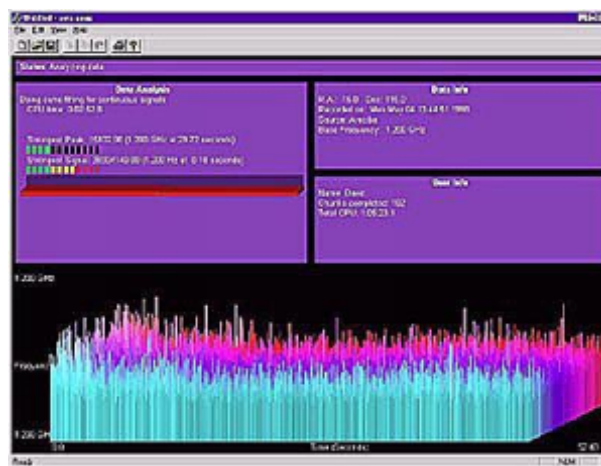


Figura 3: SETI@Home intenta a la vez popularizar la búsqueda de inteligencia extraterrestre y realizar el mayor experimento jamás realizado de procesamientos distribuidos: miles de personas esperan instalar el programa para excudriñar el cielo.

bastante inquietante sería que no estemos empleando el procedimiento y/o la tecnología apropiada para este tipo de proyectos.

Es más nuestra fe y una complicada probabilidad de éxito lo que nos mantiene a la escucha

Sabemos que el uso de ondas electromagnéticas tiene dos grandes inconvenientes. El primero de ellos es que su desplazamiento está limitado por la velocidad de la luz, y que la distancia que un mensaje debe recorrer entre dos civilizaciones técnicas podría ser de años, siglos e incluso milenios. En lugar de una comunicación entre especies estelares, estaríamos hablando de “monólogos” que no tienen la certeza de ser escuchados por alguien del otro lado de la galaxia. Por si fuera poco, una señal electromagnética tiende a atenuarse con la distancia recorrida y con el ruido natural de las diferentes fuentes de radiación de nuestra galaxia. ¿Entonces que seguridad tenemos de poder detectar una señal extraterrestre? Ciertamente no hay seguridad, es más nuestra fe y una complicada probabilidad de éxito lo que nos mantiene a la escucha, pero tal vez las condiciones mejoren conforme avance nuestra tecnología. En un siglo hemos hecho progresos extraordinarios en el terreno de las ondas electromagnéticas y su empleo en las comunicaciones. Seguramente nuestras técnicas mejorarán al igual que las de otras civilizaciones. Tal vez hemos iniciado nuestros proyectos SETI de forma prematura, antes de tener la tecnología adecuada para obtener éxito en nuestros objetivos. En la actualidad, algunos teóricos empiezan a especular en lo que será el futuro de la comunicación entre civilizaciones estelares. Por ejemplo, hoy sabemos que los neutrinos son partículas con características muy interesantes. Viajan a velocidades próximas a la luz y su poder de penetración es tan impresionante que un neutrino sería capaz de atravesar una pared de plomo de 4 años-luz de espesor sin encontrar ninguna resistencia. En la actualidad hemos desarrollado la tecnología suficiente para detectar a estas elusivas partículas. Tal vez en el siglo XXI se tenga la tecnología para producirlas y en un futuro no muy distante podríamos desarrollar la “Radio de Neutrinos”: un sistema capaz de transmitir un mensaje a decenas de miles de años-luz atravesando espacio y materia sin que la señal se degrade.

Aún así, un mensaje interestelar debe recorrer siglos e incluso milenios. Sin embargo, algunos físicos teóricos especulan con una solución que tiene su origen en los casi míticos taquiones. Estas son partículas exóticas de las cuales no hay la más mínima evidencia de su existencia, tan solo son soluciones muy liberales a algunas teorías de la física. Según ésta propuesta, los taquiones son partículas que viajan a velocidades superiores a la luz, por lo cual, si pudiera inventarse una “radio de taquiones” los mensajes fluirían a velocidades y en tiempos más aceptables. Sin embargo mientras no haya ninguna evidencia de su existencia, la radio de taquiones seguirá siendo exclusivamente un recurso de la ciencia ficción.

El futuro del SETI y otros proyectos de búsqueda de civilizaciones extraterrestres tal vez sea distinto al que nosotros hemos imaginado. Las grandes distancias interestelares y la limitante de la velocidad de la luz impedirían la existencia de una “comunicación interestelar” como nosotros quisiéramos concebir. Sin embargo nuestros en ocasiones infructuosos intentos SETI tienen un objetivo muy claro e inmediato: saber que no estamos solos. Pero también puede ser el inicio de un maravilloso proyecto cultural de proporciones galácticas. Imaginemos un futuro en el cual la Tierra y diversas civilizaciones extraterrestres han logrado con éxito informar de su existencia a las otras. La comunicación directa y oportuna entre ellas es imposible por las dificultades mencionadas, pero eso no les impide que construyan gigantescas antenas de comunicación que las veinticuatro horas del día están recibiendo y transmitiendo terabytes de información a sus estaciones hermanas a cientos y miles de años luz de distancia. El gran complejo de comunicaciones tiene un objetivo claro. Almacenar y transmitir conocimiento a cada una de las estaciones a lo largo de la galaxia, de tal forma que cada una de ellas posean una copia de la información almacenada en las otras. Estas serían las nuevas bibliotecas de Alejandría, donde se almacenaría toda la cultura de las distintas civilizaciones. Allí cualquier ciudadano de estos mundos podría consultar la ciencia, historia, costumbres, creencias y arte de civilizaciones distantes a muchos años luz de él. Y continuamente las estaciones receptoras seguirían recibiendo información actualizada, y retransmitiendo una copia de la misma a otras estaciones a años luz de distancia.

Tal vez poca gente ha tenido la visión de cual es objetivo a largo plazo de los actuales proyectos SETI, a pesar de que están usando una primitiva variante del mismo. La respuesta es sencilla. Así nacería la “Internet Galáctica” en la cual las distintas civilizaciones técnicas de la galaxia podrían acceder a un asombroso volumen de información generada en las más diversas regiones de la galaxia. Ω

Apéndice: Cronología de la búsqueda de vida extraterrestre.

Siglo XIX. Primeros Intentos. Las primeras propuestas se basaban en el uso de la luz como método de comunicación. Entre algunas existentes:

- Arreglar los bosques de pino de Siberia en forma de un triángulo pitagórico.
- Usar reflectores solares o escarbar una trinchera de 20 millas en el Sahara, llenarla de queroseno y prenderle fuego.
- En 1820, el matemático Carl Friedrich Gauss sugirió el despliegue de enormes figuras geométricas por la superficie de nuestro planeta que los extraterrestres pudieran ver por sus telescopios.

En 1900 la Academia de Ciencias Francesa ofreció 10 000 francos a la primera persona que lograra comunicarse con un planeta que no fuera Marte.

1934. La SF se vuelve a adelantar. En Diciembre de 1934 la revista de ciencia ficción “Astounding Stories” publica un cuento de Raymond Z. Gallum titulado “Viejo Amigo” (Old Faithful) sobre un método de comunicación entre la Tierra y los extraterrestres que se adelantaría dos décadas al SETI.

1959. Nace la base del SETI. Giuseppe Cocconi y Philip Morrison, de la Universidad de Cornell, publican en *Nature* un reporte titulado “Búsqueda de Comunicaciones Interestelares” donde analizan cuales frecuencias son las más adecuadas para la comunicación interestelar. Inicialmente atraídos por los rayos gamma, posteriormente se inclinan por las microondas (1 a 10 Ghz).

1960. El Proyecto Ozma. El Dr. Frank Drake del Observatorio Nacional de RadioAstronomía (NRAO) en Green Bank, West Virginia realiza el primer esfuerzo de rastrear señales de inteligencia extraterrestre. Usando el radiotelescopio de 29.5 metros de diámetro, en la frecuencia de 1420 MHz (21 cm) durante 150 hrs. se analizaron las estrellas Tau Ceti y Epsilon Eridani, localizadas a 11 años luz y muy semejantes a nuestro Sol.

1961. La Ecuación Drake. Durante la conferencia sobre Vida Inteligente Extraterrestre desarrollada en Green Bank, en Noviembre de 1961, Frank Drake presenta una ecuación que permite un calculo probabilístico de cuantas civilizaciones extraterrestres existen en nuestra galaxia con la capacidad de comunicarse por medio de señales de radio.

$$N = N_* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times f_L$$

1971. Proyecto Cyclops. Por encargo de la NASA, la Univ. de Stanford investiga el equipo, personal, tiempo y presupuesto necesario para un proyecto SETI. Dicho proyecto consiste en un conjunto de antenas parabólicas de 100 m distribuidas en hexágonos con distancias de 292 metros. El conjunto trabajaría como una gigantesca antena de 30 a 60 kilómetros cuadrados.

1972 y 1973. La Placa Pioneer. Las sondas Pioneer 10 (02 de marzo de 1972) y Pioneer 11 (5 de agosto de 1973) llevan en un costado una placa de aluminio anodizado (15,2cm x 22,9cm; espesor: 1,25 mm) con un mensaje para una futura civilización extraterrestre que los intercepte.

1974. El Mensaje de Arecibo. Para inaugurar el radiotelescopio de Arecibo, se utiliza su transmisor de 3 terawatts en la frecuencia de 2380 MHz para enviar un mensaje al Gran Cúmulo de Hercules (M13). El mensaje es codificado por el equipo del Centro Nacional de Astronomía y la Ionosfera (NAIC) dirigido por Frank Drake.

1977. El disco del Voyager. Las Sondas Voyager 1 (05 de septiembre de 1977) y Voyager 2 (20 de agosto de 1977) se dotaron con un disco que lleva grabados electrónicamente palabras, sonidos, fotografías, música

e ilustraciones representativas de nuestro planeta para cualquier civilización que los intercepte.

1981. El Suitcase SETI. Paul Horowitz, físico de la Univ. de Harvard construye el “maletín SETI”: un artefacto de reducidas dimensiones con circuiteria capaz de analizar e identificar señales de radio de alguna inteligencia extraterrestre.

1982. El Manifiesto SETI. Carl Sagan, y 70 científicos de alto prestigio mundial (entre ellos 7 Premios Nobel), firman la Carta Manifiesto que expresa la respetabilidad científica del proyecto SETI. Simultáneamente Horowitz conecta el *Suitcase SETI* al radiotelescopio de Arecibo.

1983. Proyecto SENTINEL. Horowitz instala en la antena de 26m del Observatorio Oak Ridge de la Universidad de Harvard el *Suitcase SETI* para rastrear 131.000 canales de radio. En honor al cuento de Arthur C. Clarke, el proyecto se bautiza como “Sentinel”.

1985. META: “E.T. Mi casa, teléfono”. Steven Spielberg dona 100 000 dólares para actualizar el equipo del proyecto Sentinel y aumentar su capacidad a 8 millones de canales. El proyecto cambia a META (*Megachannel Extraterrestrial Array*).

1990. META II. Tras dos años de preparación, el 12 de octubre arranca en el Instituto Argentino de Radio Astronomía, en Buenos Aires el proyecto META II.

1992. La NASA participa en el proyecto SETI. El 12 de Octubre arranca el *SETI Microwave Observing Project* que con un presupuesto de 10 millones de dólares anuales consiste en dos subproyectos:

- *Sky Survey* a cargo del Centro de Investigación Ames y el JPL para catalogar todas las señales de radio (naturales o artificiales) del cielo. Usando las antenas del *Deep Space Network* (34m) de la NASA. En frecuencias de 1000 a 10.000 MHz y frecuencias selectas por encima de los 25.000 MHz.
- *Targeted Search* desde Arecibo, Puerto Rico y las antenas del Deep Space Network (64mts). Se buscan señales de microondas de 1000 estrellas semejantes al sol en un radio de 100 años luz de distancia. En frecuencias de 1000 a 3000 MHz y selectas hasta 10.000 MHz.

1993. SCOI: Búsqueda de Inteligencia en el Congreso. El Congreso Norteamericano cancela el proyecto SETI a tan solo un año de su inicio.

1993. En Septiembre, Paul Horowitz, director del META de la Sociedad Planetaria y Carl Sagan publican en el *Astrophysical Journal* un artículo en el que explican que después de 6 años de rastreo de señales en el hemisferio norte no hay evidencia contundente de mensajes de

ETs. Pero... se han detectado 37 señales poco usuales que no se han podido explicar.

1995. Proyecto Phoenix. En Febrero, se reanuda el proyecto *Targeted Search* de la NASA con fondos de la iniciativa privada en el radiotelescopio Parkes, de Nueva Gales del Sur, Australia. El proyecto corre a cargo del Instituto SETI de Mountain View, California (Del equipo del Ames Research) y rastrea 28 millones de canales de radio simultáneamente.

En la Actualidad. El Proyecto META de la Univ. de Harvard y la Sociedad Planetaria se a transformado en Proyecto BETA, con una capacidad inicial para 250 millones de canales acaba de incrementarse a 6000 millones de canales. META II continua desarrollándose en Buenos Aires, Argentina. El Proyecto SERENDIP arrancó en el radiotelescopio de Arecibo, Puerto Rico bajo el apoyo de la Sociedad Planetaria.

En el Futuro. El Siglo XXI permitirá el desarrollo de la “Radio de Neutrinos”. La detección del hipotético “Taquión” sería la clave para la comunicación interestelar.

Referencias

- [1] "Carl Sagan, una vela en la oscuridad", Lourdes Villarreal Luján, *Astronomía Digital* 3, enero 1999.
- [2] Murmullos de la Tierra. Carl Sagan, Ann Druyan, Frank Drake y otros. Ed. Planeta.
- [3] Comunicación con Civilizaciones Extraterrestres. Carl Sagan. Ed. Planeta. 1980.

Páginas web recomendadas.

- Sociedad Planetaria.
<http://www.planetary.org/>
- SETI-Hispano.
<http://personal2.redestb.es/carloscp/seti-hispano.htm>
- SETI@Home.
<http://setiathome.ssl.berkeley.edu/home.html>
- Encounter 2001
<http://www.encounter2001.com/main.shtml>

Jesus Gerardo Rodríguez Flores.
Soc. Astronómica de la Laguna.
Gómez Palacio, Durango. México.
jgerardo@coah1.telmex.net.mx
MegaCosmos

<http://www.astrored.org/noticias/megacosmos>

Un poquito más cerca de las estrellas (II)

José G. Tomé | La Palma (España)

La explosión del Challenger impuso una pausa obligatoria de cerca de tres años en los vuelos tripulados norteamericanos. Se había acumulado mucho trabajo pendiente y en la lista de espera, muchas misiones emocionantes, algunas con claro protagonismo astronómico.

Desde mayo de 1989 hasta octubre de 1990, poco menos de año y medio, vivimos una racha de misiones esenciales para la exploración del Sistema Solar y para observar cada vez más profundamente en los confines del cosmos.

Retorno a las nubes de Venus y Júpiter

Tras una década del más absoluto vacío, la NASA emprendió de nuevo la exploración planetaria con la misión Magallanes, que partió de la Tierra a bordo del Atlantis en la misión STS 30 (en mayo de 1989). Era la primera ocasión que una sonda interplanetaria se lanzaba desde una nave nodriza en órbita terrestre. La Magallanes, un éxito completo, llegó a la órbita de Venus en agosto de 1990 y a lo largo de su misión cartografió con detalle el 98% de la encapotada superficie. Además caracterizó el campo gravitatorio de Venus, antes de desintegrarse en su atmósfera el 12 de octubre de 1994.

Pasaron tan solo cinco meses, y de nuevo el Atlantis llegaba al espacio con una preciada carga. Día 18 de octubre de 1989, misión STS 34, el inicio de una historia que aún en nuestros días se sigue escribiendo con letras mayúsculas: la misión Galileo a Júpiter. Una de las grandes y más productivas misiones planetarias, que ha aportado descubrimientos y novedades constantes desde que entró en órbita del planeta gigante en diciembre de 1995, dejando caer una suicida cápsula de descenso en el

interior de la atmósfera joviana. Si todo continua como hasta ahora, a finales de año y para rematar su legado, tendremos imágenes de alta resolución de los impresionantes volcanes de Io.

Desde el lanzamiento del Telescopio Espacial Hubble hasta su primera reparación

En abril de 1990, tras muchos años de desarrollo y algún que otro error grave, por fin le llegó la hora al Telescopio Espacial Hubble en el que tantas expectativas se habían puesto. El encargado de la puesta en órbita, más alta de lo habitual (600 km) fue el transbordador Discovery-STS 31. Esta misión no conllevaba unas complicaciones técnicas especiales, salvo el hecho de transportar y liberar una carga extremadamente delicada y voluminosa. El segundo día de vuelo el brazo mecánico capturó el telescopio, lo retiró de la bodega de carga del Discovery y una vez completados los chequeos pertinentes y los despliegues de antenas de comunicaciones y paneles solares, el Hubble voló libre por primera vez. Casi un mes más tarde llegó la primera imagen y con ella la decepción general. Un error instrumental durante el pulido del espejo principal de 2,5 metros de diámetro, había dejado como legado un serio defecto en forma de aberración esférica. La ya larga historia del Hubble nos narra como los ingenieros del proyecto tuvieron tres años para concebir soluciones adecuadas e ingeniosas, pero de eso ya hablaremos más adelante....

El verano del año 1990 fue una época complicada para la flota de transbordadores espaciales. Unas complejas fugas de combustible tuvieron en jaque al personal técnico

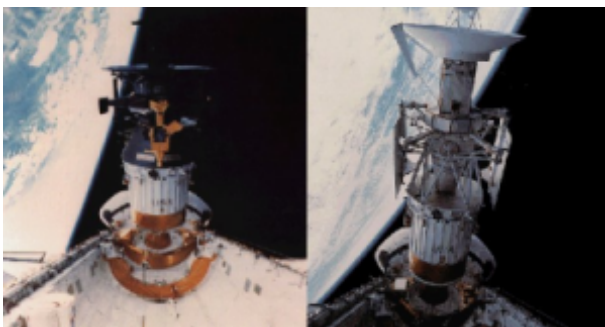


Figura 1: Imágenes curiosamente parecidas. A la derecha la Magallanes inicia su misión hacia Venus. A la izquierda la Galileo comienza su largo viaje de 6 años hacia Júpiter. La bodega de carga de ambas fotos corresponde al mismo transbordador: el Atlantis.



Figura 2: Foto en formato IMAX en el momento de la liberación del Telescopio Espacial Hubble.



Figura 3: Ulysses inicia su peculiar periplo. La sonda solo ocupa el extremo derecho del conjunto. El resto son los módulos de propulsión IUS (*Inertial Upper Stage*) y PAM (*Payload Assisted Module*).

durante varios meses. Así ocurrió que a la misión STS 31 le siguió, seis meses después la STS 41, un salto de diez números de orden en el calendario de vuelos. La STS 41, de nuevo a cargo del Discovery, tuvo como objetivo principal el lanzamiento del orbitador polar solar Ulysses. Esta sonda viaja por una zona totalmente nueva y desconocida para la navegación espacial, tras seguir una curiosa trayectoria en la que utilizó el empujón gravitatorio de Júpiter para abandonar el plano de la eclíptica. Desde su nueva perspectiva sobre los polos solares, Ulysses nos ha ofrecido, y todavía nos ofrece, una visión del Sol diferente y, en particular, nos ha mostrado una nueva geometría en lo que al viento solar se refiere.

En diciembre de 1990 despegó el Columbia en la misión STS 35-ASTRO 1. Por fin llegó el momento para una misión totalmente dedicada a las investigaciones astrofísicas. En principio el laboratorio ASTRO 1 estaba programado para volar en marzo de 1986, de hecho era la misión que iba inmediatamente a continuación del fatídico vuelo del Challenger. Ya dentro del nuevo calendario, la segunda fecha prevista fue mayo de 1990, pero las fugas de combustible ya comentadas lo evitaron de nuevo. En definitiva, una vez que el Columbia estuvo en órbita, la demora acumulada fue de cinco años.

Los instrumentos que formaron parte de este observatorio orbital se dedicaron, lógicamente, a las observaciones en bandas del espectro electromagnético inaccesibles desde tierra (tres telescopios para el ultravioleta en una montura común y otro para rayos x), como se detalla a continuación:

- **Hopkins Ultraviolet Telescope (HUT):** Telescopio dotado de un espectrógrafo ultravioleta para examinar objetos difusos como cuasars, núcleos de galaxias activas y galaxias estándar. En su momento fue el primer instrumento orbital para el estudio de la radiación ultravioleta extrema, por debajo de 1200



Figura 4: STS 35. Los telescopios del conjunto ASTRO 1 fotografiados sobre un fondo fácilmente reconocible: la constelación de Orión.

angstroms de longitud de onda. Realizó 101 observaciones de 75 objetos.

- **Wisconsin Ultraviolet Photo-Polarimeter Experiment (WUPPE):** Diseñado para medir intensidades y polarización de la radiación ultravioleta. Su banda de operaciones fue de entre 1400 a 3200 angstroms. Realizó 88 observaciones de 70 objetos.
- **Ultraviolet Imaging Telescope (UIT):** Una combinación de telescopio, intensificador de imagen y cámara. Al contrario de los otros dos telescopios que enviaban sus datos a la Tierra, el UIT los almacenaba en el equipo de a bordo. Realizó 89 observaciones de 64 objetos.
- **Broad Band X-Ray Telescope (BBXRT):** Este telescopio era independiente con respecto a los otros tres, ya que tenía su propia plataforma y sistema de guiado, siendo además controlado y apuntado no por los astronautas, sino directamente desde el *Goddard Space Flight Center*. Realizó 116 observaciones de 76 objetos.

Acerca de ASTRO 1, siempre se ha comentado que en cierta manera los astronautas salvaron la misión, ya que al poco tiempo en órbita, los sistemas de apuntado automático del IPS fallaron (ver el significado de IPS en *Astronomía Digital 3*, 1ª parte de este artículo, misión Spacelab 2). Los seguidores estelares de esta montura tampoco funcionaron correctamente, así que fue la tripulación la que tuvo que realizar todos los apuntados de manera manual... con buen pulso y mucha paciencia. Y la cosa tuvo mérito, ya que a pesar de todo, se consiguió aproximadamente un 70% de las observaciones programadas. Durante los 9 días de vuelo, los siete tripulantes se repartieron el trabajo en dos turnos, de forma que ASTRO 1 estuvo en marcha las 24 horas del día.

La primera misión de 1991, STS 37, despegó en el mes de abril. El Atlantis llevaba a bordo el segundo gran ob-

servatorio de la NASA, el primero, por supuesto, fue el Hubble. En este caso el enorme pasajero de 16 toneladas era el Observatorio de Rayos Gamma (GRO más tarde rebautizado como CGRO: *Compton Gamma Ray Observatory*). Con la clásica ayuda del brazo mecánico, el CGRO fue retirado de la bodega de carga del Atlantis. Sus paneles solares fueron desplegados con normalidad, pero cuando llegó la hora del despliegue de la antena de comunicaciones del observatorio, ésta no obedeció a los comandos que se le enviaron desde el control de la misión. La única opción para salvar la situación fue la realización de una EVA no programada (EVA = *Extra-Vehicular Activity*, es decir actividad extravehicular o, familiarmente, paseo espacial). En poco tiempo dos astronautas salieron al exterior y manualmente, simplemente tirando de ella, lograron liberar la rebelde antena. Esta fue la primera EVA norteamericana en cinco años y, claro está, la primera tras el accidente del Challenger.

El CGRO sigue funcionando a la perfección y entre otras labores, proporciona una ayuda inestimable para la resolución del enigma de los GRBs (*Gamma Ray Bursts* = Explosiones Gamma), unos fenómenos cósmicos frecuentes, extremadamente energéticos y de naturaleza incierta... aunque últimamente ya se está estrechando el cerco alrededor de este misterio, en parte gracias a la rápida y precisa localización que suministra el CGRO.

Dentro de este desarrollo cronológico de las “astro-misiones” realizadas por el *Space Shuttle*, cabe también mencionar alguna misión que, teniendo otros objetivos principales, ha realizado alguna pequeña investigación astronómica o directamente relacionada con la astronomía. Así, de las 13 misiones que volaron entre marzo de 1992 y noviembre de 1993, encontramos cinco de las que hacer una breve mención:

- STS 45 - Atlantis (marzo/abril de 1992): La carga de este vuelo fue el grupo de experimentos ATLAS 1 (*ATmospheric Laboratory for Applications and Science*) centrados en el análisis de la atmósfera e ionosfera terrestre: composición química, compor-

tamientos termodinámicos y eléctricos, niveles de ozono etc. Una parte importante la constituyó el estudio de la radiación solar y de su incidencia en nuestro entorno.

- STS 54 - Endeavour (enero de 1993): Tercer vuelo del nuevo transbordador de la NASA. El objetivo principal fue el lanzamiento de un satélite de telecomunicaciones. En la bodega de carga de la nave se instalaron dos espectrómetros de rayos X (DXS = *Diffuse X-ray Spectrometers*), con la finalidad de obtener la intensidad y longitud de onda de las líneas de emisión en rayos X provenientes de los gases circunestelares alrededor de remanentes de supernova.
- STS 56 - Discovery (abril de 1993): Misión ATLAS 2. Segundo vuelo en la serie dedicada al estudio de la atmósfera e ionosfera terrestres. En esta ocasión se desplegó la plataforma autónoma SPARTAN para observaciones de la corona solar.
- STS 55 - Columbia (abril-mayo de 1993): Segundo vuelo del laboratorio espacial europeo Spacelab en colaboración conjunta norteamericano-alemana, y denominado Spacelab D2. Entre los 90 experimentos multidisciplinarios realizados, encontramos el GUASS (*Galactic Ultrawide Angle Schmidt System*), una cámara ultravioleta que proporcionó fotos de campo amplio (145°) de la Vía Láctea en seis longitudes de onda, con la finalidad de analizar su estructura global, y en particular la de los brazos espirales galácticos.
- STS 51 - Discovery (septiembre de 1993): Llevó al espacio el satélite recuperable ORFEUS-SPAS (*Orbiting Retrievable Far and Extreme Ultraviolet Satellite - Shuttle Pallet Satellite*). El segundo día de vuelo fue liberado por el brazo mecánico y recuperado tras seis días de operaciones autónomas. Sus estudios se centraron caracterizar las densidades y temperaturas del hidrógeno molecular en las regiones de formación estelar, y también las propiedades físico-químicas del medio interestelar a través del análisis espectroscópico de las emisiones de estrellas brillantes y calientes.



Figura 5: STS 37. El observatorio Compton de rayos gamma a punto de ser liberado desde el Atlantis.

En diciembre de 1993 llegó el gran momento, aquel que la comunidad astronómica mundial llevaba tiempo esperando con impaciencia: la STS 61, el Endeavour en la primera misión de reparación y mantenimiento del Hubble. Unos objetivos ambiciosos y un trabajo complejo y espectacular dieron gran difusión pública a este vuelo, así como una inyección de moral dentro de la propia NASA. La STS 61 demostró con creces hasta donde pueden llegar las posibilidades de los vuelos espaciales tripulados.

El Endeavour estuvo en el espacio durante 10 días y 20 horas, tiempo durante el cual se completaron 35 horas y 28 minutos de actividades extravehiculares por parte de cuatro astronautas, repartidas de la siguiente manera:

- 1ª EVA (Musgrave y Hoffman, 7 horas 54 minutos): Se sustituyeron dos de los seis giróscopos para el control de apuntado, así como dos unidades de control electrónico y ocho fusibles.
 - 2ª EVA (Thornton y Akers, 6 horas 36 minutos): Se desmontaron los dos paneles solares originales y se sustituyeron por unos nuevos, más eficientes y con una mejor respuesta frente a los cambios térmicos. Uno de los paneles solares originales se trajo de vuelta a la Tierra para su análisis. El otro hubo que desecharlo en el espacio, al encontrarse bastante deformado y no poder ser plegado. Como dato curioso mencionar que este panel estuvo en órbita terrestre hasta su reciente reentrada atmosférica el pasado mes de octubre.
 - 3ª EVA (Musgrave y Hoffman, 6 horas 47 minutos): Se desinstaló la cámara planetaria y de campo amplio (WFPC = *Wide Field Planetary Camera*) y en su lugar se colocó la WFPC II, un instrumento similar, pero con electrónica mejorada y con una óptica correctiva propia para compensar la aberración esférica del espejo principal del Hubble. También fueron sustituidos dos magnetómetros.
 - 4ª EVA (Thornton y Akers, 6 horas 50 minutos): Este fue el día en el que se pusieron las famosas “Gafas del señor Hubble”. COSTAR es la denominación de este ingenioso instrumento, siglas que corresponden a *Corrective Optics for Space Telescope Axial Replacement*, algo así como repuesto axial de óptica correctora para el telescopio espacial. COSTAR tiene el tamaño de una cabina de teléfono y contiene en su interior una compleja y precisa combinación de pequeños espejitos sobre brazos articulados, de manera que una determinada geometría entre ellos permite compensar a la perfección el famoso defecto del espejo principal. La luz que recoge el telescopio pasa por COSTAR antes de llegar a los otros instrumentos: la cámara de objetos difusos, el espectrógrafo de objetos difusos y el espectrógrafo de alta resolución Goddard. No así para la WFPC II, que como ya se comentó, lleva su propia óptica correctora. Para ubicar al COSTAR dentro del cuerpo del telescopio hubo que retirar uno de los instrumentos originales. El sacrificio fue el fotómetro de alta velocidad.
- Otra labor menor en este paseo espacial fue la sustitución de un microprocesador.
- 5ª EVA (Musgrave y Hoffman, 7 horas 21 minutos): Se instaló una nueva electrónica para el control de los paneles solares y del espectrógrafo de alta resolución Goddard. También se apañaron algunos parches sobre el aislante térmico del telescopio, que se había degradado en algunas partes altas, cerca de la abertura.

En cierta manera y según la opinión de muchos expertos, hay un antes y un después en la historia de los

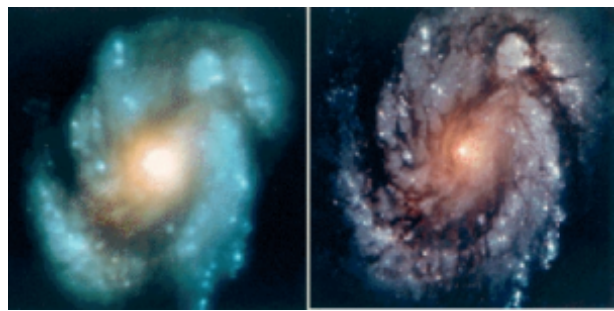


Figura 6: La galaxia M100. A la izquierda una imagen tomada por la WFPC original y a la derecha por la WFPC II. Los resultados saltan a la vista.

vuelos espaciales tripulados tras el completo éxito de la STS 61. Su incidencia es más que obvia de cara a la construcción de la Estación Espacial Internacional, que tanto trabajo extravehicular va a requerir...y tantas dosis de improvisación y esfuerzo.

De estrellas, telescopios y estaciones espaciales.

Las misiones STS 64 y STS 63, completadas ambas por el Discovery en septiembre de 1994 y febrero de 1995, tuvieron de nuevo en su plan de vuelo la puesta en órbita de la plataforma autónoma recuperable SPARTAN, un instrumento que ya se ha convertido en un clásico pasajero. En la STS 64 el SPARTAN voló independiente durante 48 horas, curioseando en la corona y el viento solar gracias a dos telescopios: el coronógrafo de luz blanca, que medía la distribución de densidad de electrones en la corona, y el espectrómetro coronal ultravioleta, que investigaba las temperaturas y la distribución de protones y átomos de hidrógeno en las distintas capas de la corona solar. Los datos se grabaron a bordo de la propia plataforma y se recuperaron tras el aterrizaje del Discovery. El tiempo de observación del SPARTAN fue prácticamente equivalente durante la STS 63, unos dos días. Llevaba en esta ocasión un único instrumento: el FUIS (*Far Ultraviolet Imaging Spectrograph*), diseñado para obtener datos en el ultravioleta lejano procedente de fuentes difusas como el gas interplanetario e interestelar. Pero ocurrió algo más destacable durante la STS 63, ya que no cabe duda de que la cita orbital con la estación espacial MIR fue el momento estelar de la misión. El Discovery se acercó hasta una distancia de 10 metros del complejo orbital ruso, en un ensayo general de cara a las futuras misiones conjuntas entre ambas naves. Desde junio de 1995 hasta junio de 1998 se realizaron nueve misiones de acoplamiento Shuttle-Mir, con gran despliegue logístico y técnico.

En marzo de 1995 las observaciones astronómicas vuelven a ser protagonistas exclusivas. La STS 67 repite la utilización del conjunto de telescopios ASTRO que ya volara, dando algún que otro problema, en la STS 35. Una pequeña diferencia instrumental entre ambos vuelos es la ausencia en la STS 67 del telescopio de rayos X

“BBXRT”, por lo que todos los datos obtenidos se registraron en el ultravioleta. Operativamente hablando si existieron diferencias notables, ya que la STS 67-ASTRO 2 voló durante más de 16 días y prácticamente sin incidencias reseñables, en contra de los 8 días plagados de inconvenientes de la STS 35-ASTRO 1. Las observaciones de todo tipo de objetos celestes se contaron por centenares y como dato anecdótico, mencionar que durante estas fechas coincidieron por primera vez trece personas en el espacio: siete a bordo del Endeavour y seis a bordo de la MIR.

Las operaciones autónomas de la plataforma SPARTAN se repiten de nuevo en septiembre de 1995 a bordo de la STS 69. Instrumentalmente hablando son equivalentes a las realizadas durante las misiones STS 56 y STS 64, pero en ese momento las observaciones de la corona solar se hacen coincidir con el paso sobre el polo norte solar de la sonda Ulysses, lo que proporciona una visión simultánea de los fenómenos solares desde distintos ángulos. En la bodega de carga se instaló además un paquete de instrumentos denominado IEH-1 (*International Extreme-ultraviolet Hitchhiker 1*) para complementar y ampliar las observaciones ultravioletas solares y de otros fenómenos cósmicos de altas energías.

El récord absoluto de duración para una misión del transbordador espacial le correspondió a la STS 80. El Columbia completó 279 órbitas durante 17 días y 16 horas. El observatorio recuperable ORFEUS-SPAS, equivalente al portado en la STS 51, realizó sus operaciones durante 15 días de vuelo independiente. Un instrumento adicional complementaba la labor del telescopio ORFEUS: el IMAPS (Interstellar Medium Absorption Profile Spectrograph) analizó la estructura fina en las líneas espectrales del gas interestelar.

La segunda misión de servicio para el Telescopio Espacial Hubble, STS 82 en febrero de 1997, fue más bien de mantenimiento y modernización. No existían importantes averías en el HST como en el caso de la misión previa de reparación. Quizá este hecho le quitó algo de la publicidad y cobertura con la que contó la STS 61. De todos modos no faltaron ni la carga de trabajo ni los objetivos ambiciosos, como queda patente en este desglose de las actividades extravehiculares:

- 1ª EVA (Lee y Smith, 6 horas 42 minutos): Se desinstalaron el espectrógrafo de alta resolución Goddard GHRS (*Goddard High Resolution Spectrograph*) y el espectrógrafo de objetos débiles, FOS (*Faint Object Spectrograph*). En su lugar se colocaron el espectrógrafo de imágenes del Telescopio Espacial, STIS (*Space Telescope Imaging Spectrograph*) y la cámara de infrarrojo cercano y espectrómetro multi-objetos, NICMOS (*Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer*). El STIS, que sustituye al GHRS, tiene unas 30 veces la capacidad espectral de su predecesor. Por su parte NICMOS está dando a la comunidad astronómica las primeras imágenes y espectros en el infrarrojo realizados desde el Hubble.

- 2ª EVA (Harbaugh y Tanner, 7 horas 27 minutos): Sustituyeron una grabadora de datos y un sensor de guiado fino que no funcionaba correctamente. En el Hubble hay tres de estos dispositivos, que proporcionan una precisión en el apuntado de 0,1 segundos de arco. Se instaló además un nuevo kit electrónico para el control óptico de dichos sensores.
- 3ª EVA (Lee y Smith, 7 horas 11 minutos): Trabajaron en distintas mejoras electrónicas, como la sustitución de otra anticuada grabadora de datos mecánica, por una más moderna de estado sólido, que almacena los datos digitalmente en una memoria interna permitiendo reproducción y grabación simultánea. Además cambiaron uno de los cuatro dispositivos de ruedas de reacción, que permiten un seguimiento preciso de los objetos celestes en largas exposiciones.
- 4ª EVA (Harbaugh y Tanner, 6 horas 34 minutos): Instalaban nueva electrónica de guiado para los paneles solares, cubiertas para los magnetómetros y parches de aislante térmico en algunas zonas en la que se había degradado.
- 5ª EVA (Lee y Smith, 5 horas 17 minutos): Esta actividad extravehicular no estaba contemplada inicialmente en el plan de vuelo. Se añadió para completar los trabajos de reparación del aislante térmico dañado.

El tiempo total de actividad extravehicular durante la STS 82 fue de 33 horas y 11 minutos, ligeramente menor que durante la STS 61. Según los planes de la NASA, en un futuro próximo se realizaran las dos últimas misiones de servicio del Hubble antes de jubilarlo. La primera posiblemente a lo largo del año 2000 y la siguiente dos años más tarde, aunque el calendario no está todavía definido debido a las incertidumbres programáticas generadas por la construcción de la Estación Espacial Internacional.

El grupo de experimentos IEH (*International Extreme-ultraviolet Hitchhiker*) voló al espacio por segunda vez



Figura 7: Bricolaje espacial a bordo de la STS 82. El voluminoso cilindro metálico en segundo plano es el cuerpo principal del Hubble.

en agosto de 1997 a bordo del Discovery, STS 85. Constaba de cuatro instrumentos, tres de ellos con finalidad observacional astronómica. El *Solar Extreme Ultraviolet Hitchhiker* estudiaba los flujos del Sol y otros objetos astronómicos en el ultravioleta lejano y extremo. El *Ultraviolet Spectrograph for Astronomical Research* realizó espectros ultravioletas de diversos objetos, Júpiter y el Hale-Bopp entre ellos. El *Student Experiment of Solar Radiation* observó el Sol en el ultravioleta y en rayos X blandos. La tripulación tuvo la oportunidad de observar el cometa Hale-Bopp gracias a un telescopio manual.

Con la misión STS 87 en diciembre de 1997, se pretendía, entre otros objetivos variados, continuar los estudios solares de la plataforma autónoma SPARTAN. Pero surgieron problemas, ya que al poco de ser liberada, la SPARTAN no realizó unas maniobras de posicionamiento preprogramadas. Tras un rápido análisis de la situación se decidió recapturarla para estudiar el problema con más calma. El proceso de captura con el brazo mecánico también salió mal, ya que le añadió un suave movimiento giratorio que no hizo sino complicar todo el proceso. La solución final fue la captura manual de la SPARTAN por parte de dos de los tripulantes, que realizaron una EVA al efecto. Evidentemente en esta ocasión no se realizó observación alguna... habría que dejarlo para otra misión.

Esa misión llegó en octubre de 1998, y resultó ser uno de los vuelos de máximo interés para la opinión pública. Para algunos por la inclusión de John Glenn en la tripulación. Para otros por la sencillez, la simpatía y la complicidad que nos transmitió nuestro paisano Pedro. Habría mucho que comentar acerca de la STS 95, de como, por lo excepcional de las circunstancias, percibimos más que en otras ocasiones la cantidad y variedad de trabajo que se realiza a bordo de un Shuttle, y como experiencia personal, al ser el que estas letras os escribe, testigo presencial durante los días “calientes” de la misión. Esto constituiría un capítulo aparte dentro de esta ya larga narración, así que, de momento, únicamente mencionaré las implicaciones astronómicas del vuelo.

Uno de los protagonistas de las operaciones durante la STS 95 fue por tanto el observatorio solar SPARTAN, repitiendo sus ya clásicas observaciones de la corona y el viento solar. Fue liberado el cuarto día de vuelo y recogido sin incidencias 48 horas más tarde. También repitió el grupo de experimentos IEH (*International Extreme-ultraviolet Hitchhiker*), en este caso era su tercer vuelo, aunque individualmente hablando, no todos los experimentos del grupo habían tenido utilización previa. Por último cabría mencionar la carga HOST (*Hubble Orbital System Test*), que como su nombre indica, sometió a las condiciones espaciales de una órbita alta algunos de los futuros componentes y sistemas que se espera instalar en el Telescopio Espacial.

El futuro de las investigaciones astronómicas relacionadas con los vuelos espaciales tripulados, recae sin ninguna duda en todas las labores que se puedan realizar en este campo desde la Estación Espacial Internacional, de la que ya tenemos sus primeros módulos en órbita desde hace unos meses. La flota de transbordadores espaciales



Figura 8: STS 95. El espectacular y atronador despegue sobre un cielo azul y la tripulación el día anterior saludando a amigos y familiares.

se va a dedicar casi en exclusiva a la construcción de esta enorme estructura, pero, puntualmente, algún vuelo dedicado nos traerá a la memoria la extensa y ya histórica contribución que estas curiosas naves aladas han aportado al conocimiento de “lo de más allá de la atmósfera”. Ω

Referencias

- [1] *ON ORBIT: Bringing on the Space Shuttle*. Dixon P. Otto. Main Stage Publications. 1986
- [2] “Odisea de un astronauta. Entrada en el espacio”. Joseph P. Allen. Editorial Reverte. 1986
- [3] *Man in Space*. H.J.P. Arnold. CLB Publishing. 1993
- [4] *New Millenium NASA. International Space Station and 21st Century Space Exploration*. Irene K. Brown. Pioneer Publications. 1998
- [5] *Spaceflight Magazine*. Varios números. 1989-1999.
- [6] *Countdown Magazine*. Varios números. 1991-1995.
- [7] *Quest Magazine*. Varios números. 1996-1997.

Agradecimientos.

Todas las fotos son cortesía de la NASA, excepto las referidas a la misión STS 95 que son del autor. Quiero agradecer a Víctor R. Ruiz sus ánimos y facilidades para que estas letras llegasen a buen puerto.

José Tomé
dactyl@teleline.es
La Palma (Islas Canarias)

Sumador FITTS: Adiós a las cámaras de seguimiento

José Muñoz Reales. | Cataluña, España

Uno de los mayores problemas a los que se enfrentan aquellas personas con no muy buenas monturas es la incapacidad para realizar seguimiento fotográfico de larga exposición, recurriendo entonces a cámaras guías. José Muñoz Reales nos introduce en la evolución de un programa informático que nos permite sumar imágenes CCD puede solventar en parte este problema, a parte de posibilitar otras interesantes opciones.

La necesidad y la solución.

Ante todo, hagamos un poco de historia. Todo surgió hace unos años, que un amigo de la Agrupación Astronómica Aster, Josep María Estebe y autor del actual programa, se compró una de las antiguas cámaras *Starlight Xpress*. Era el modelo con *buffer* y salida de vídeo, antecesora de las algo más actuales y económicas SX. Era una muy buena cámara con unas características técnicas muy potentes, pero enseguida vimos que el software era absolutamente horrendo y no se podía hacer gran cosa con él, de modo que teníamos una buena cámara pero le podíamos sacar muy poco partido por culpa del software.

Enseguida vimos que el software era absolutamente horrendo

Josep María no tuvo mas remedio que quedarse con aquello o ponerse a estudiar programación y hacerse el mismo un programa a medida. La casa *Starlight* siempre tuvo buena disposición en pasar las fuentes en Basic con las cuales mi colega tuvo un buen punto de partida para comunicarse con la cámara. Tenía alguna experiencia en Basic pero debido a su lentitud se puso a programar directamente en C y poco a poco fue puliendo el programa y realizó una auténtica maravilla. Se trataba de un programa para MS-DOS pero absolutamente práctico.

El programa y sus características.

Una de las opciones más potentes era lo que él llamaba la modalidad "TURBO" que consistía en que si por ejemplo hacíamos una secuencia de X imágenes continuadas, mientras se hacía la siguiente exposición, se estaba bajando la que estaba en ese momento en la memoria del búffer, de este modo no habían tiempos muertos y no ocurría como ocurre normalmente en el resto de cámaras en las que hasta que la imagen no se ha bajado al ordenador,



Figura 1: Resultado final del promediado de unas 12 ó 13 imágenes de 30 segundos de las cuales 2 ó 3 han sido desechadas por error de seguimiento, tomadas en el Celestron-8 a F2 con una HX5 sin utilizar toma clara ni oscura. La ventaja de promediar varias imágenes es que reducimos el ruido, hemos empleado la opción de promediar porque en suma lineal se hubiese saturado y otra de las grandes ventajas es que podemos hacer largas exposiciones con seguimientos muy malos.

este no da la orden a la cámara para la siguiente toma. Otra de las potentes opciones era la de poder guardar X número de imágenes de X tiempo de exposición cada una, juntamente con un cuadro oscuro y otra clara, y a posteriori cogíamos una estrella cualquiera de referencia en la primera imagen e íbamos superponiendo todas las demás imágenes una a una restándoles la oscura y dividiéndoles la clara, desechando entre tanto las imágenes que estaban movidas por un golpe de viento o un seguimiento errático, o simplemente porque pasaba una nube o un avión o un satélite. El programa llevaba entre otras funciones, la de hacer suma automática o semiautomática que consistía en que a posteriori te iba presentando una a una todas las imágenes y solo había que decirle si la imagen era buena o mala, con esta opción, mediante unas complejas formulas estadísticas, en este caso sin ninguna estrella concreta de referencia. Era una opción que aunque funcionaba a veces se equivocaba y por lo tanto yo siempre optaba por la manual con estrella de referencia, (de ahí salió la idea para el actual programa en Windows).

También llevaba opciones potentes como bajar un pixel de cada 4 para hacer un enfoque rápido en la pantalla del ordenador. También podíamos hacer disparos desde el ordenador sin necesidad de bajar las exposiciones, esto

era muy potente para hacer planetaria ya que al tener salida independiente de vídeo íbamos viendo si las imágenes eran buenas o malas debido al seeing. Cuando nos salía una buena entonces la bajábamos al ordenador. También permitía sumar imágenes en tiempo real con una estrella de referencia, descartando las malas y aplicando la clara y oscura, lógicamente en vez de una suma lineal que según el tiempo de exposición hubiesen desbordado las imágenes lo que hacia era una media y después en cualquier programa tratador escalábamos los grises. Con estas potentes opciones tengo bonitas fotografías como una espectacular cabeza de caballo hechas promediando hora y media con exposiciones de 160 segundos con un pequeño Celestron-5 y, como quien dice, desde pleno centro de la ciudad de Barcelona.

La nueva versión.

Con esta maravilla trabajábamos hasta que hace unos meses decidí comprar una CCD con un chip más moderno y con mas resolución. Pero mi principal preocupación era la de no disponer de las potentes opciones de suma del programa que utilizábamos hasta ahora. Se lo comenté a Josep María y aprovechando que hace tiempo tenía la idea de hacer una versión del programa para Windows en 32 bits con todas las potencias gráficas y de entorno de este sistema operativo, me dijo que adelante, que el haría un buen programa. Y efectivamente, a los pocos días de ir a buscar la cámara ya tenía hecha una primera versión experimental del SUMAFITS.

Mi principal preocupación era la de no disponer de las potentes opciones de suma del programa que utilizábamos hasta ahora

La nueva cámara es una Starlight HX516, esta cámara tiene un chip de alta resolución que, en el mismo área del chip de la MX5, tiene casi el triple de píxeles. Esto hace que dichos píxeles sean sumamente pequeños, unos 7x7 micras con pixel cuadrado, por lo tanto, en cielo profundo, no te perdona el más mínimo error de seguimiento. Solución: hacer muchas exposiciones muy cortas con el programa original de la cámara, que se van guardando automáticamente al disco y después hacer suma lineal o promediar según convenga. Y eso es lo que hace precisamente el programa SUMAFITS. El programa suma o promedia imágenes en formato FITTS standard de cualquier tamaño con extensión FTS o FIT, además lleva otra opción muy útil que es la de promediar sin desplazamiento. Esto es interesante para promediar unas cuantas oscuras o claras para tener mayor fidelidad. En la suma normal con desplazamiento es opcional aplicar clara u oscura, dar al fichero final la extensión FTS o FIT y ajustar brillo, contraste y gamma para visualizar mejor la imagen si por ejemplo se trata de exposiciones muy cortas pobres de información, también permite visualizarlo en negativo, opción muy útil para ver estrellas débiles, también permite

dar un nombre manualmente al fichero final o en su defecto le da un nombre numérico automático. Con esto ya no son necesarias engorrosas y caras cámaras de seguimiento, el seguimiento ahora es lo que yo llamo seguimiento “loco” fraccionado que a posteriori se procesa con el programa. Dicho programa lo podéis bajar de la pagina de Jose María Estebe

<http://personal2.iddeo.es/jmep/>

Además es grauito, probarlo y si encontráis algún fallo ya que es una versión experimental, agradeceremos que nos lo digáis para poderlo corregir. Solo funciona con imágenes FITTS standard, debido a que el programa original de la HX genera unos archivos FITTS un poco rarillos. Me ha hecho un programa aparte conversor a formato FITTS standard, desgraciadamente en la actualidad hay una gran cantidad de variantes de archivos FITTS, puede que con algunos no funcione. El programa solo se ajusta al patrón original de archivos FITTS normalizados. El autor tiene previsto ampliarlo, actualmente esta trabajando en añadirle la opción de color para poder visualizar las exposiciones directamente en color en pantalla, con cámaras que lleven chips de color.

Gracias al trabajo desinteresado de Josep María Estebe podemos disfrutar de un programa sumamente útil que si tiene la difusión suficiente, revolucionará la astrofotografía con cámaras CCD. Ω

José Muñoz Reales.
jmreales@retemail.es

Historia del GEA

Grup d'Estudis Astronòmics | España

El GEA es una de las asociaciones con mayor prestigio en el mundo de la astronomía española. En este artículo, los miembros del Grup d'Estudis Astronòmics hacen un repaso de su historia y apuntan las líneas de su futuro.

Pasado.

El GEA (*Grup d'Estudis Astronòmics*) empezó a fraguarse en 1980 cuando un grupo de aficionados amantes de la observación astronómica se sintieron cada vez más incómodos en sus respectivas agrupaciones, que relegaban progresivamente este tipo de actividad. Era una época difícil, de gran ebullición astronómica, pues se estaban fraguando gran parte de las agrupaciones actuales. Para defender su parcela de poder, las asociaciones astronómicas existentes pusieron muchas cortapisas a los nuevos grupos que se estaban formando.

Nunca más lejos de la intención del GEA el constituirse como asociación, pues considerábamos que para realizar observaciones de forma coordinada no hacía ninguna falta establecer legalismos. No obstante, al final no tuvimos otro remedio ante ostracismo al que nos vimos sometidos. Así, en diciembre de 1983 se organizó la asamblea constituyente y el 30 de enero de 1984 quedábamos legalmente inscritos como asociación de carácter astronómico.

Al inicio de los años 80 prácticamente no había casi nada para los observadores con pocos medios que quisieran realizar una Astronomía seria

Si turbulentos fueron los orígenes asociativos, también lo eran los objetivos astronómicos. Al inicio de los años 80 prácticamente no había casi nada para los observadores con pocos medios que quisieran realizar una Astronomía seria. Las sondas Voyager y Viking nos habían atiborrado de imágenes de altísima resolución de Júpiter, Saturno y Marte y la observación planetaria parecía tocada de muerte. En cuanto a las estrellas variables, o se seguía el programa de miras y eruptivas de la AAVSO o no había otra salida, pues en medios oficiales no se admitían observaciones visuales de eclipsantes y pulsantes, que eran las variables que nos gustaban hacer.

Puestas así las cosas, empezamos a adquirir fotómetros fotoeléctricos para seguir variables. Y como éstos no eran suficientemente sensibles para nuestros propósitos, construimos telescopios cada vez mayores, en gran parte gracias a que varios de nosotros éramos buenos conocedores de mecánica y de óptica y los realizamos con nuestros propios medios. De aquella época cabe destacar nuestra



Figura 1: Logotipo del GEA.

irrupción con un inesperado éxito en los ambientes profesionales en la campaña internacional PHEMU85, como también el descubrimiento de nuestra primera variable, HY Virginis, o el seguimiento fotométrico durante varios años de ciertas variables del tipo RS CVn. Así transcurrió la década de los 80, con más ilusiones que logros astronómicos, que sin embargo nos proporcionó la experiencia y la infraestructura necesaria para despegar tan pronto llegó la era de la CCD.

Presente.

Para nosotros el presente se inició cierto día de 1992 cuando colocamos una ST4 en el foco de un telescopio. Pese a la baja calidad de esta cámara la sorpresa fue constatar que fotométricamente se obtenía la misma precisión que con el fotómetro y que además la calidad del cielo quedaba en un segundo plano. De las 10 a 20 noches fotométricas al año pasamos a disponer de 140. ¡Por fin era posible emprender nuevos trabajos! Sin embargo, el despegue vino por parte de la observación planetaria. Participamos en el programa *World Astronomy Day 2* del *International Jupiter Watch* (JPL) que preparaba la llegada de la sonda Galileo a Júpiter. No sólo descubrimos la erupción de la SEB de 1993 que fue la vedette de aquel año, sino que aseguramos el mejor seguimiento de la historia de un fenómeno de este tipo. A partir de ese momento formamos parte del equipo de investigación planetaria que dirige el Dr. Sánchez Lavega y hemos participado en todos sus programas, como por ejemplo el seguimiento de los impactos del cometa Shoemaker-Levy 9 con el telescopio de 1m de Pic du Midi o en campañas con el 3,5m de Calar Alto. Otros logros fueron el descubrimiento en Saturno de la tormenta ecuatorial de 1994 y la polar sur del mismo año, la única observada hasta el presente

en aquella región. En este programa también participan los conocidos aficionados I. Miyazaki y D. Parker.

En cuanto a las estrellas variables, el desarrollo del programa también ha sido exponencial. En este momento llevamos descubiertas y analizadas cerca de un centenar de nuevas variables, algunas de ellas realmente muy interesantes, como son dos cefeidas (una de ellas de magnitud 7), una de las 10 RR Lyrae más próximas al Sol, la 4ª y 5ª RR Lyrae de doble modo galácticas conocidas, una eclipsante con una de las menores relaciones de masa conocida, varias Gamma Doradus, entre las que destacan la que varía más de todas y la que posee el tipo espectral más tardío, etc. También cabe destacar los logros de nuestro asociado con entidad jurídica propia, Observatori Astronòmic de Mallorca, con cerca de un centenar de asteroides descubiertos, dos de ellos ya con designación definitiva, los primeros en España en los últimos 70 años.

En este momento llevamos descubiertas y analizadas cerca de un centenar de nuevas variables

En estos momentos el GEA tiene alrededor de un centenar de trabajos publicados en medios profesionales, entre los que destacan artículos en las revistas *Science*, *Astronomical Journal*, *Geophysical Research*, *Astronomy and Astrophysics*, *Icarus*, etc., con un ritmo creciente limitado sólo por lo que nos permite nuestro tiempo libre.

En cuanto a la organización, el grupo está constituido por una red de 17 observatorios con telescopios que van de los 20 a los 60 cm de abertura (la abertura típica es de 40 cm). Como entidades asociadas hay el *Observatori Astronòmic de Mallorca* y la *Fundació Observatori Esteve Duran*, destacando esta última con su telescopio Cassegrain de 60 cm. En la actualidad estamos promocionando la instalación de pequeños telescopios de corta focal (básicamente refractores o buscadores) de 6, 8, 10 y 12 cm de diámetro para la fotometría y detección de nuevas variables. También se está procediendo a la paulatina automatización de los telescopios mayores (algunos de ellos controlados remotamente por Internet) y posteriormente se procederá a hacer lo mismo con los telescopios menores. Entre todos los observatorios se acumulan unas 10.000 horas de observación útil al año equivalentes a cerca de medio millón de medidas fotométricas individuales.

Las áreas de actuación son:

- Planetaria.
- Satélites planetarios.



Figura 2: Uno de los lugares de observación del GEA.



Figura 3: Distribución de los observatorios del GEA por Cataluña y Baleares.

- Asteroides.
- Variables.
- Instrumental.
- Software.
- Divulgación y enseñanza de la astronomía.

Para mantener el contacto y coordinar un equipo así, desde hace más de una década se utiliza el correo electrónico, primero mediante GEA BBS y más recientemente por Internet.

En el apartado de software destacan los programas propios de dominio público LUCAS (lector de cámaras CCD y controlador de monturas automáticas); LAIA, para procesado y análisis de imágenes CCD (fotometría, planetaria, dobles...) y el AVE (análisis de variabilidad estelar) para el estudio de las estrellas variables. Y también el VSNCHT, el lector de cartas estelares que utiliza la *Variable Star Network* con sede en Japón. Hay que destacar que existe una versión de LAIA estrictamente profesional que es utilizada para el análisis de las imágenes del HST y de sondas espaciales, que ha dado origen a un buen número de publicaciones sirviendo de herramienta básica en varias tesis doctorales.

Los apartados de divulgación y enseñanza (sesiones escolares, créditos ESO, cursos para maestros y público en general, charlas, campos de observación, etc.) son desarrollados por los centros asociados al GEA *Fundació Observatori Esteve Duran* y *Observatori Astronòmic de Mallorca*.

También, en los apartados de instrumental, software y enseñanza, cabe citar los acuerdos de colaboración firmados con varias universidades para confección de proyectos fin de carrera de sus estudiantes a propuesta del GEA.



Figura 4: Futuro telescopio robótico del GEA.

En cuanto a las colaboraciones estrictamente astronómicas, las hay con la Universidad del País Vasco, Universidad de Toronto (DDO), *US Naval Observatory* (USNO), NOAO, Instituto de Astrofísica de Andalucía, *Universitat de València*, LAEFF, UPC, *Institute of Astronomy* de Cambridge, *Observatoire Midi-Pyrénées*, *Observatoire de Meudon*, *Bureau des Longitudes*, etc.

El GEA también alberga en su Web al colectivo *Cel Fosc* (cielo oscuro) con objetivo de luchar contra la contaminación lumínica. Miembros del GEA forman parte de la Comisión Técnica encargada por el Parlament de Catalunya para la confección de las normas técnicas que acompañaran la futura ley contra la contaminación lumínica que se debe aprobar en los próximos meses.

Futuro.

El tiempo no pasa en vano. En nuestros inicios éramos jóvenes, la mayoría estudiantes. Ahora tenemos entre 35 y 50 años, la mayoría casados con hijos y los estudiantes ya son doctores, varios de ellos astrofísicos que se han visto obligados a emigrar para poder ejercer su profesión. En los proyectos futuros entran el potenciar las áreas de actuación actuales y sobre todo el iniciar un relevo generacional abriéndonos a todos los observadores aficionados deseosos de realizar una astronomía útil.

En el apartado instrumental se ha citado la automatización y el control remoto de los telescopios, así como la utilización de pequeñas aberturas. De este modo esperamos en el plazo de unos tres años disponer de una batería de unos 30 telescopios completamente automáticos observando toda la noche. Un paso previo es equiparlos de cámaras CCD, para lo que estamos proyectando su construcción en serie por un coste moderadamente bajo. En cuanto a los temas de observación futuros, posiblemente continuarán siendo los mismos que ahora, aunque el disponer de telescopios automáticos nos está abriendo nuevas expectativas que hay que explorar a fondo.

El GEA también alberga en su Web al colectivo *Cel Fosc* (cielo oscuro) con objetivo de luchar contra la contaminación lumínica

Un hito muy importante sin duda será la construcción del Centro Astronómico *Observatori Esteve Duran* por parte de la Fundación del mismo nombre que se espera pueda iniciarse en 1999. Aparte de auditorio, sala de exposiciones, aulas, área de investigación, planetario, etc., dispondrá de telescopios de 60, 51 y 41 cm (varios) y de instrumental menor, todo albergado bajo cúpulas. Para ello el GEA aportará algunos de sus telescopios.

Para que el GEA se abra a todos los observadores aficionados, algo por lo que en ocasiones hemos sido criticados, está el remodelado de nuestra Web, donde se mostrarán y explicarán nuestras actividades para quien desee participar en ellas. Además, habrá varias listas de correo públicas para debatir estos temas. La programación de la nueva Web está prácticamente terminada y ahora está a prueba en régimen cerrado mientras se estudia si seguimos con nuestro actual servidor de Internet o es preciso cambiar de ubicación a efectos de rapidez y mejor servicio.

Y hasta aquí nuestra historia. Una historia de 20 años de empeño y sistemática, de comprensión familiar y de esfuerzos económicos. La historia de unos amigos que a regañadientes se vieron forzados a constituirse legalmente en asociación y que, en el transcurso de los años, en sus horas libres y sin ninguna ayuda (más bien al contrario las más de las veces), se han visto envueltos en una vorágine increíble, con fundaciones asociadas, acuerdos con organismos oficiales, colaborando con prestigiosos centros extranjeros y con una producción científica que nada tiene que envidiar a la de cualquier departamento de astronomía de cualquier universidad de este país. Ω

Grup d'Estudis Astronòmics (GEA)
<http://www.gea.cesca.es>

Biblioteca astronómica

Comentarios sobre obras científicas y de ciencia ficción. | Sección coordinada por Javier Susaeta

Manual Práctico de Astronomía con CCD
David Galadí-Enríquez e Ignasi Ribas Canudas
Ed. Omega
Barcelona, 1998
130 páginas

El libro es francamente interesante, en especial para aquellos que no tienen demasiados conocimientos o experiencia en el mundo de la astronomía con CCD, pues se trata de una obra de carácter básicamente introductorio.

Está escrito en lenguaje bastante claro y divulgativo, aunque tampoco faltan algunas fórmulas (muy simples) y ciertos tecnicismos relacionados con el mundo de la instrumentación óptica y, en particular, con el tratamiento de la imagen. Me refiero a cosas como transformaciones de Fourier, filtros paso-bajo, etc, pero siempre desde un punto de vista descriptivo y no técnico.

El libro no profundiza en ningún campo concreto, pero permite hacerse una buena idea del funcionamiento de los CCDs, los problemas inherentes al uso de este detector, las ventajas e inconvenientes de este tipo de astronomía, etc. Desde ese punto de vista, la obra es muy clara y comprensible.

Después de una breve introducción, el libro explica en qué consiste un dispositivo CCD a nivel electrónico y cuales son los principios de su funcionamiento. A partir de aquí, pasa a analizar los múltiples factores de corrección que hay que aplicar a una imagen CCD antes de poderla considerar como definitiva.

A pesar de existir un buen número de los citados factores, se analizan con especial detalle las corrientes de oscuridad, el aplanamiento de campo, la eliminación y tratamiento del ruido, los problemas añadidos por el obturador mecánico de la cámara, etc.

Posteriormente, el libro describe sucintamente algunos de los filtros correctores de imagen, –lineales, logarítmicos– y operaciones como el sumado de imágenes. Este capítulo, si bien puede entenderse por encima sin conocimientos previos en la materia, se aprovecha mucho más si el lector tiene alguna experiencia en tratamiento y corrección de imágenes, ya sea a nivel de astrofotografía, de fotografía digital, o de imágenes convencionales digitalizadas.

Se echa bastante en falta un análisis más profundo de ciertos conceptos (como la eliminación práctica de ruidos) o alguna explicación –incluso sobre algún programa específico– del empleo del software especializado para el tratamiento de imágenes.

Afortunadamente, en aquellos puntos en que los autores no se explayan demasiado, ya sea por concisión o por tratarse de problemas de gran complejidad técnica, nos remiten a abundante bibliografía especializada. Y en lo referente a fórmulas matemáticas, el lector medio no debe preocuparse, pues lo más complicado que aparece en el texto es un sumatorio, e incluso este caso está ilustrado

con un ejemplo numérico para facilitar su comprensión, lo que confirma el carácter introductorio y divulgativo de la obra.

Enric Quilez yarhel@minorisa.es

Observar el Cielo II

La Guía de Exploración del Universo para el Astrónomo Aficionado

Robert Burnham, Alan Dyer, David H. Levy y otros

Editorial Planeta

Esta es la versión castellana de lo que parece una coedición en varios idiomas de un original inglés titulado *Advanced Skywatching*. Para este tipo de libros, con muchas ilustraciones e impresos en buen papel, es cada vez más frecuente que varios editores de distintos países acuerden imprimir simultáneamente, cambiando únicamente los textos. La fabricación suele hacerse en Asia; en China o Singapur, por ejemplo (como es el caso del libro que estoy comentando) donde estas cosas suelen salir más baratas.

Este libro tiene un formato atípico, mucho más alto que ancho, y forma parte de una colección de características homogéneas, donde hay otro libro también de astronomía (pero más elemental, de ahí lo de “II” del título), de meteorología y de algún otro tema que ahora no recuerdo.

En sus 290 páginas, ilustradas a todo color –y quizá en exceso– los autores se ocupan de la exploración del universo, los instrumentos que utiliza el astrónomo, el Sol y la Luna, los planetas y algo que denominan “otras luces en el cielo”, término bajo el cual cabe todo, claro está.

En mi opinión, el libro es recomendable para principiantes. Tiene un poco de todo, es una buena guía que toca muchas cosas sin profundizar demasiado y resulta agradable de leer. Sorprende un poco, en estos años en que la URSS parece una cosa ya olvidada, ver que se hace justicia a los grandes esfuerzos soviéticos en la exploración espacial, otorgándoles el mérito y la prioridad que hoy parece hasta silenciarse intencionadamente. Nunca había visto –y en este libro sí figura– una imagen fotográfica del “Vostok” de Gagarin, en el lugar donde tomó tierra, en 1961. Se aprecia que la superficie esférica de la cápsula tiene un revestimiento segmentado especial, quizá su “escudo térmico”, que recuerda al del “shuttle”.

La obra incluye, como es lógico, mapas estelares, pero renuncia a presentar una carta estelar completa en favor de concentrarse en ciertas zonas, que son analizadas con más detalle y sobre cuyo contenido el autor del capítulo correspondiente tiene más posibilidades de explayarse. Quizá porque la obra se haya planificado desde un principio con afanes “globalizadores”, el hemisferio Sur del

“orbe de las estrellas fijas” recibe una atención tan inusual como justificada.

En cuanto a objetos extensos, como galaxias, nebulosas, cúmulos estelares... vienen bastantes, descritos individualmente y muy bien fotografiados. Quizá demasiado bien fotografiados. Lo digo por el desencanto que sufren muchos observadores cuando comprueban que muchísimos detalles de los que registra claramente una imagen fotográfica no pueden apreciarse a simple vista. Se echa en falta, en cambio, algunos mapas planetarios, sobre todo el de Marte, ahora que se conoce tan bien su superficie, y también de Venus, que ha sido cartografiado, creo que totalmente o poco menos, por medio de radar. La Luna, en cambio, cuenta con unos “mapas fotográficos” suficientes, dado el nivel a que aspira la obra.

En resumen, un buen libro, a pesar de ciertas erratas y alguna cosa que suena a traducción equivocada. El precio, a pesar de Asia, las coediciones, etc, es un poco alto, pero pienso que —si no se tiene ya en casa una obra equivalente— vale la pena la inversión. También puede ser un muy buen regalo para cualquier joven aspirante a astrónomo.

Javier Susaeta
javier.susaeta@mad.servicom.es

Física recreativa

Y. Perelman

Ed. Martínez Roca

194 páginas

La primera edición en español de este libro está fechada en el año 1971, aunque la reimpresión es relativamente moderna: 1989. Este libro es una pequeña joya de la divulgación científica entendida en su más grande concepción. El autor hace un recorrido por numerosos fenómenos físicos explicando sus fundamentos, de una forma que será comprensible y amena para cualquier lector, ya sea niño o adulto.

El libro está estructurado en diez capítulos, en los cuales se desentrañan algunas de las maravillas físicas de la naturaleza. Preguntas tales como de qué forma hay que saltar de un vagón en marcha, si nos movemos más de prisa alrededor del Sol de día o de noche, cómo ven los miopes o cómo distinguir un huevo crudo de otro hecho, tienen respuestas claras y directas. Algunas secciones están enteramente dedicadas a desvelar los secretos de antiguos inventos, como el de las máquinas de movimiento perpetuo y algunas otras a comentar célebres pasajes de relatos, en especial de Julio Verne.

La lectura de este libro debería ser “obligatoria” para todos los estudiantes de la escuela primaria o secundaria, por su capacidad de atraer la atención sobre la ciencia y sobre todo incitar a la experimentación. No se agobia al lector con tecnicismos en ningún momento y prima, no tanto la discusión físico-teórica, como el descubrimiento de que ciertas leyes muy simples rigen aspectos tan comunes como fantásticos. También representa un

buen libro para los docentes de ciencias ya que ejemplifica algunos experimentos divertidos que pueden servir para repetir en clase.

Y. Perelman, de forma también sutil, siembra una semilla de escepticismo fresco. Por ejemplo, en una sección titulada “cómo se hacían los milagros” detalla cómo los sacerdotes egipcios lograban asombrar al personal rezando a los dioses en un altar, quienes de forma sorprendente se revelaban abriendo las puertas de la sala. Finalmente descubrimos que, tan misterioso suceso, era un mecanismo que funcionaba gracias a agua hervida.

Si ahora quiere saber si es verdad que encogemos al bañarnos, entre otros tantos misterios, tendrá que leer el libro. Ω

Víctor R. Ruiz
rvr@idecnet.com

•AstroRED•

ASTRONOMÍA DIGITAL