



Instalación de la cámara británica sobre el Rosat. (Foto: NASA)

El cúmulo Abell 2256, observado por el telescopio de rayos-X del satélite Rosat. (Foto: NASA)

Rosat: astronomía alemana en el espacio

MANUEL MONTES PALACIO

LANZADO en junio de 1990, el Rosat se ha convertido en una de las mejores bazas de la astronomía para la observación del Universo durante los últimos años. Trabajando en la gama de los rayos X y en el ultravioleta extremo, el "Röntgensatellit", un ingenio patrocinado por el Ministerio Alemán para la Investigación y la Tecnología, con participación internacional, nos ha mostrado una cara nueva de nuestro Cosmos.

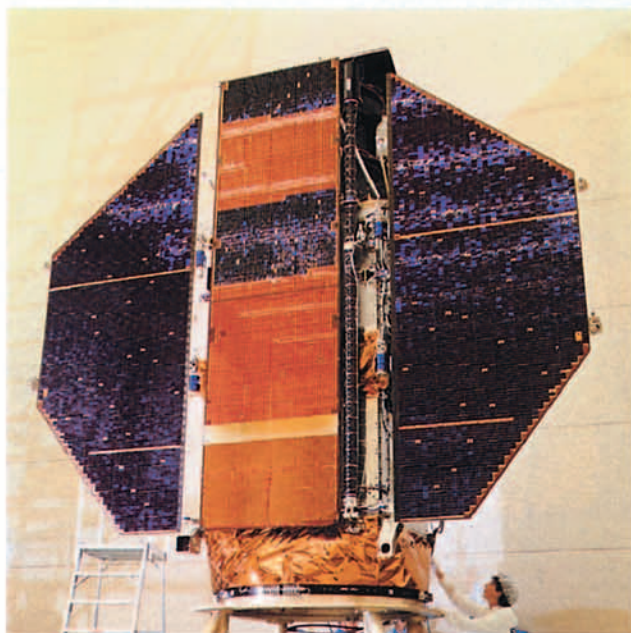
UN TELESCOPIO ALREDEDOR DE LA TIERRA

Muy a menudo, sólo los grandes éxitos (o grandes fracasos) de la astronomía y astrofísica espacial a gran escala llegan a oídos del ciudadano de la calle, del mero interesado por los avances de la Ciencia. Así ha ocurrido con el famoso Telescopio Hubble (ya reparado) o con el mucho más afortunado Gamma Ray Observatory, rebautizado con el insigne nombre de Compton.

No obstante, estos no son los únicos ejemplos de aplicaciones astronómicas de la ciencia espacial llevadas a cabo en el ámbito astronáutico, por supuesto.

Una buena parte de las agencias aeroespaciales del mundo industrializado han estado lanzando de forma constante y a lo largo de muchos años gran cantidad de satélites de pequeñas dimensiones y carácter astronómico que no han acabado teniendo una especial repercusión en los medios de comunicación. En cambio, su fundamental trabajo se ha constituido como el principal responsable de la reciente evolución de la astrofísica teórica: a cada nuevo y sorprendente descubrimiento llevado a cabo por estas pequeñas plataformas, han seguido siempre nuevas ideas e hipótesis revolucionarias. Su efectivo funcionamiento (como en el caso de los IRAS, Uhuru, IUE, etc.) ha dado pie a pensar y diseñar observatorios mayores y más capaces, preparados para profundizar mejor en el conocimiento de nuestro Universo. Aunque hasta hace poco estábamos inmersos en la época del lanzamiento de grandes telescopios orbitales, también han continuado lanzándose observatorios más modestos que, a pesar de sus relativas dimensiones, han superado, gracias a la tecnología de hoy en día, resoluciones imposibles hace apenas una década. Este es el caso que nos ocupa.

El Rosat es un vehículo de concep-



El Rosat, en el interior de la nave de integración, en Friedrichshafen, Alemania. El satélite espera la finalización de los trabajos de construcción. (Foto: Dornier)

ción germana. Fue propuesto a finales de 1979. La viabilidad de la idea y su intrínseco interés hicieron que fuera aceptado su desarrollo de forma casi unánime. En su forma original, el satélite consistía básicamente en un telescopio orbital sensible a los rayos-X. Los ojos del Rosat, así pues, verían aquello que los del Hombre no podrán captar jamás directamente.

El espectro electromagnético abarca una gran diversidad de frecuencias o longitudes de onda. Nuestros ojos sólo pueden recibir e interpretar aquellas señales emitidas desde una pequeña fracción del espectro: la región óptica o visible. Todos los objetos emiten o reflejan radiaciones electromagnéticas, y nuestros ojos pueden de este modo "verlos", interpretar su forma y apreciar sus colores. Pero hay muchos objetos en el Universo que no sólo emiten radiación visible. A menudo, las estrellas nos hacen llegar radiaciones en el ultravioleta, en el infrarrojo, rayos gamma, radio, etc. Y si durante decenios hemos aprendido mucho de las estrellas observándolas sólo mediante telescopios ópticos (sensibles a la fracción visible del espectro), qué no podríamos aprender si las contempláramos con telescopios capaces de detectar otras gamas del espectro. Para

este fin se han lanzado varios satélites especializados, proporcionándonos una impresión del Universo muy distinta de la que teníamos. Allí donde brilla una débil estrella, o incluso donde no parece haber nada, puede haber un objeto emitiendo gran cantidad de radiación de otro tipo.

El Rosat fue diseñado para observar toda la esfera celeste y "ver" el cielo con sus ojos especiales, es decir, para estudiar y catalogar fuentes emisoras de rayos-X y ultravioleta extremo. El programa siempre estuvo abierto a la colaboración internacional, así que los Estados Unidos se responsabilizaron de la puesta en órbita del satélite y aportaron varios sensores y apoyo logístico. Gran Bretaña, por su parte, colaboró con un instrumento suplementario sensible al ultravioleta extremo.

El diseño del satélite descansó a la sazón en la experiencia acumulada durante más de dos décadas. Experiencia procedente de la actuación de sus antecesores, como por ejemplo, los satélites Uhuru (NASA), Ariel-5 (Gran Bretaña), Einstein/HEAO-B (NASA), Exosat (ESA) y Ginga (Japón). Todos ellos observaron mediante telescopios de rayos-X.

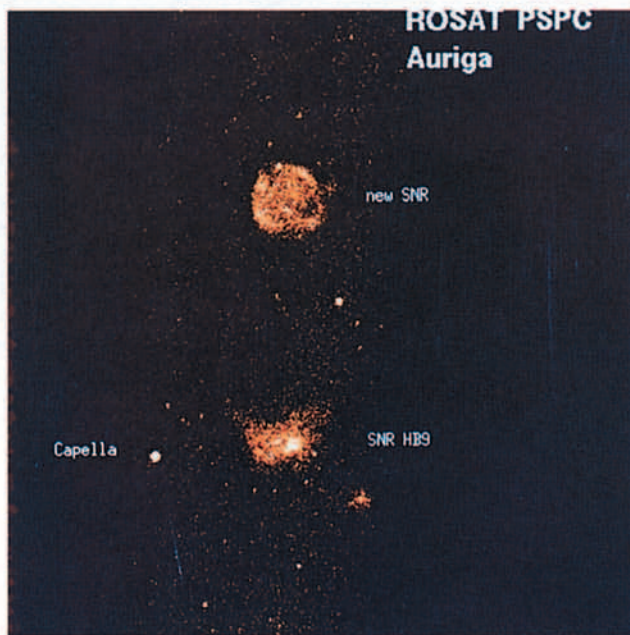
El lanzamiento del Rosat estaba previsto para Octubre de 1987, a bor-



Un lanzador Delta 6920-10 despegando de Estados Unidos. En el interior de la cofia de investigación astronómica



Cabo Cañaveral, en Florida, Estados Unidos viaja un ilustre pasajero, el satélite mica Rosat. (Foto: NASA)



La región de Auriga, contemplada desde la plataforma Rosat. (Foto: NASA)

do de uno de los transbordadores de la serie Space Shuttle. Por supuesto, el desastre del Challenger en enero de 1986 y la subsiguiente política que trasladó a la mayoría de las cargas útiles hacia lanzadores desechables (cohetes convencionales) obligaron a un retraso inevitable. El primer paso en ese sentido, por tanto, fue la completa modificación del satélite para que pudiese viajar en el interior del estrecho carenado de un vector Delta-II. Esta y otras decisiones ocuparían más de dos años de intensos trabajos y remodelaciones, pero al fin, el Rosat, en su nueva forma, estaría listo para ser llevado al espacio en 1990.

LA ACTUACION EN ORBITA

La principal función para la que ha sido diseñado el "Roentgensatellit" ha sido la de realizar un mapa completo del cielo, clasificando y midiendo un mínimo de 100.000 nuevas fuentes de rayos-X y rayos ultravioleta con una precisión de 1 segundo de arco. Su sensibilidad en el momento del lanzamiento era mil veces superior a la de cualquier otro grupo de instrumentos colocados en el espacio para este tipo de segmento espectral. Para los astrónomos, sería un gran salto cualitativo hacia adelante.

Los telescopios del Rosat han observado toda la esfera celeste desde el único punto donde este tipo de radiaciones pueden ser medidas sin interferencias: el espacio. Parapetados tras una gruesa capa atmosférica, la cual actúa como pantalla, nuestros instrumentos no podrían captar adecuadamente estas radiaciones, por otra parte letales para la vida humana si son absorbidas en grandes dosis. El Rosat, bien posicionado, muy lejos de la influencia atmosférica, ha estudiado las emisiones de rayos-X procedentes de estrellas de todo tipo, ha observado la radiación procedente de restos de supernovas (estrellas que han estallado al final de su vida), de objetos enigmáticos como los cuásars y otras fuentes galácticas, ha realizado mapas de distribución de dichas fuentes y ha medido cuantitativamente focos muy atractivos como los cúmulos de galaxias. En la banda ultravioleta, el Rosat ha elaborado un completo mapa del medio interestelar local.

Su plan de trabajo ha sido intensivo: tras su lanzamiento en Junio de 1990, su primera tarea (que debía durar hasta Enero de 1991) consistiría en la observación de la esfera celeste completa en las longitudes de onda ya mencionadas. Durante este tiem-

po, el observatorio debía identificar fuentes totalmente nuevas gracias a su acusada sensibilidad. A partir de esa fecha, la nave se dedicaría a la observación detallada y selectiva de unas 1.400 fuentes, seleccionadas de entre otras muchas miles de propuestas efectuadas por astrónomos y astrofísicos de los tres países colaboradores. De ésta búsqueda selectiva se desprendería el descubrimiento de otros muchos miles de objetos. Un proceso que aún está en marcha: los científicos precisarán de varios años para analizar los resultados.

La detección de focos importantes en estas longitudes de onda es fundamental para explicar frag-

mentos de la complicada historia del Universo. Tales radiaciones se consideran firmemente ligadas a acontecimientos altamente energéticos, como lo son el nacimiento de nuevas estrellas, explosiones de supernovas, galaxias con altas temperaturas reinantes, etc. Otros objetos relacionados con la emisión de grandes cantidades de rayos-X son los famosos y misteriosos agujeros negros, o la interacción de materia y antimateria, conceptos totalmente en boga en la actualidad entre la comunidad astronómica internacional.

EL ROSAT, POR DENTRO

Después de las modificaciones necesarias para su acomodo a bordo de un vector convencional, el Rosat ofreció un aspecto remozado. Su cuerpo principal alberga el telescopio sensible a los rayos-X (el XRT, construido por el Instituto Max-Planck), imbuido en un compartimiento rectangular. El espejo del sistema, construido por la marca Cal Zeiss, posee un diámetro de 83 centímetros y una distancia focal de 2,4 metros. Dos sensores distintos, uno alemán (PSPC) y otro americano (HRI), se hallan instalados en el plano focal. Cubren longitudes de onda situadas

entre los 0,1 y los 0,2 keV. El telescopio de rayos ultravioleta, mucho más pequeño, llamado Cámara de Ancho Campo (WFC) y de concepción británica, es un cilindro tocado con una semiesfera, todo ello sujeto exteriormente al cuerpo del satélite. En la parte superior se hallan situados los sensores que han sido utilizados para el seguimiento de las estrellas, los giroscopios, etc., en definitiva, la caja de equipos.

Adosado al cuerpo central se halla un panel solar fijo, y junto a él, otros dos en forma de "alas". Estos viajan plegados durante el lanzamiento y son extendidos una vez en órbita. Debían producir la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de los instrumentos del satélite durante un tiempo mínimo de 2 años y medio, su vida útil estimada.

El Rosat pesa 2.426 kg, tiene una altura total de unos 4,5 metros, un diámetro de 3 metros y una envergadura con los paneles extendidos de casi 9 metros.

Una vez en órbita, el satélite se ha mantenido orientado de forma constante hacia una fracción del cielo, permaneciendo estabilizado en sus tres ejes (no efectúa ningún movimiento de rotación para ello). Su sistema propulsivo, sencillo, permite modificar la dirección hacia la cual apuntan los telescopios.

El Rosat fue construido por la compañía alemana Dornier, responsable de la integración de la nave y los instrumentos. Su fabricación, en la que también participó la compañía MBB, supuso un presupuesto cercano a los 160 millones de marcos alemanes, una cantidad aceptable si tenemos en cuenta los números que se han barajado para la familia de grandes telescopios espaciales de la NASA americana.

LANZAMIENTO Y OPERACIONES

El Rosat tuvo la oportunidad de entrenar un nuevo carenado para el sistema de lanzamiento Delta-II. Más ancha, esta cofia permite al cohete Delta la satelización de cargas útiles más grandes aunque todavía de masa media. El despegue, finalmente, se

produciría el 1 de Junio de 1990 y se llevó a cabo desde el complejo número 17 del legendario centro de lanzamientos de Cabo Cañaveral, situado en el estado de Florida, Estados Unidos. El vehículo utilizado, en su vuelo número 195, era un Delta 6920-10, de dos etapas propulsivas y nueve aceleradores Castor-IV de combustible sólido. Todo se desarrolló de la forma prevista, y minutos después, el satélite se encontraba en su órbita circular operativa, inclinada 57 grados respecto al ecuador terrestre, a unos 580 km de altitud.

Durante las siguientes semanas, el observatorio sería verificado exhaustivamente y sus instrumentos calibrados mediante fuentes de rayos-X y ultravioleta de valores conocidos. Así, quedó preparado para iniciar cuanto antes la observación total de la bóveda celeste. Las pruebas orbitales finalizaron el 30 de julio de 1990.

Las primeras noticias no podían ser más halagüeñas: los instrumentos funcionaban incluso por encima de las expectativas. Los objetivos iniciales para asegurar su correcta calibración fueron la estrella de neutrones Cygnus X-2, los restos de la supernova de la constelación de Cassiopea, y el cúmulo de galaxias Abell 2256.

Hacia finales de Enero de 1991, el Rosat había completado prácticamente su observación del cielo y los controladores se preparaban para iniciar la siguiente fase de las operaciones.

De forma imprevista, sin embargo, el 25 de Enero de 1991, graves noticias nos llegaban desde su órbita: el satélite había perdido el control y la orientación, al tiempo que sus baterías se descargaban con rapidez ante la imposibilidad de que los paneles solares recibieran directamente los rayos de Sol.

Detallados estudios de lo sucedido concluyeron que la razón de tal suceso podría haber sido una gigantesca protuberancia solar, cuya posterior tormenta de radiación afectó a los delicados sensores y sistemas de control y navegación. Las consecuencias fueron diversas: además de la incapacidad de la nave para recargar sus baterías se añadía el irreversible daño sufrido por varios de los instrumentos, que al contrario de los paneles sola-

res, sí en cambio quedaron bajo los perniciosos efectos directos de los rayos solares.

Con mucho cuidado, los controladores, desde la estación de seguimiento del G.S.O.C., en Oberpfaffenhofen, Alemania, consiguieron reconfigurar el sistema de orientación del Rosat, utilizando la escasa carga eléctrica remanente en sus baterías. La maniobra, un inesperado caso de cirugía tecnológico-espacial, permitió la restauración posterior del satélite. Al final del mismo día, el Rosat se hallaba listo para reiniciar sus actividades, completando el proceso de observación global. A partir del 8 de Febrero, un día más tarde de lo previsto, y habiendo obtenido un mapa del 97% del cielo, se dio inicio a la fase de observación directa, durante la cual serán estudiadas más de mil fuentes de interés. En este modo de operaciones, podían determinarse fenómenos de variabilidad, estructuras espaciales, y espectros. El catálogo inicial para el ultravioleta extremo contenía más de 400 fuentes, 40 veces más que la anterior compilación conocida. Comparando el catálogo con otros se pudo comprobar que una buena parte de las fuentes de ultravioleta extremo eran estrellas con coronas muy activas, así como enanas blancas muy calientes. Se localizaron también variables cataclísmicas y algunas galaxias Seyfert, cuya emisión no resultaba amortiguada por hallarse situadas en zonas relativas en las que la absorción electromagnética de nuestra galaxia se manifestaba con menos intensidad.

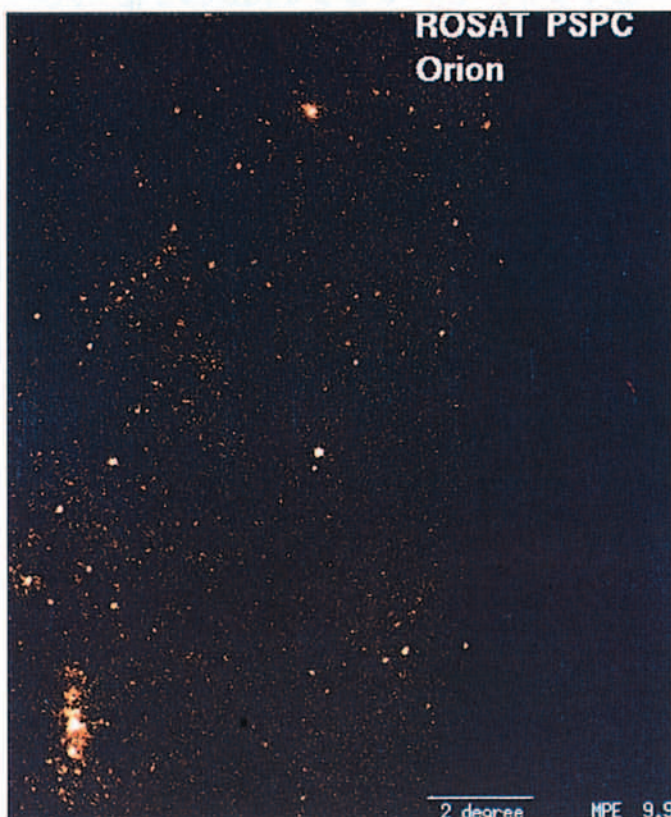
Uno de los principales descubrimientos que se pueden otorgar al Rosat es la posible confirmación de la existencia de materia oscura en el espacio. En efecto, observando el objeto NGC 2300, el Rosat pudo medir los rayos-X expelidos por una gigantesca burbuja de gas que lo rodea. Los científicos creen que la burbuja es estable y que no se expande, atraída por la gravedad del material de que se compone la estructura NGC 2300. Ahora bien, si contabilizamos la cantidad de materia que observamos visualmente de este objeto, no alcanza la masa mínima que sería necesaria para mantener en su sitio a la

inmensa burbuja gaseosa. Esto implica que en la zona hay mucha más materia de la que puede ser observada mediante nuestros instrumentos, con lo que estaríamos ante un caso claro de presencia de materia oscura. Indirectamente, los trabajos del Rosat, cuya misión se limitaba a la observación de las emisiones en rayos-X del NGC 2300 (la burbuja no es visible fuera de esta longitud de onda), han aportado una prueba más de la existencia de esta sustancia invisible. El estudio de la materia oscura es muy importante en la actualidad ya que de su existencia en mayor o menor cantidad dependería el futuro de la evolución del Universo: más masa podría frenar el proceso de expansión iniciado durante el Big Bang y significaría su posible implosión (lo que nos colocaría en el interior de un universo cíclico); menos masa, por el contrario, implicaría la expansión infinita del Cosmos, lo cual indicaría que éste es el primero y el único de toda la Historia. Las consideraciones cosmológicas de esta cuestión son tremendamente interesantes y los astrónomos y astrofísicos aún no han llegado a una conclusión diáfana. Tampoco está claro qué es la materia oscura. Podrían ser nubes de hidrógeno muy tenues, agujeros negros, estrellas marrones, etc., no estamos seguros aún.

Otras zonas de interés observadas con atención por el Rosat han sido la famosa supernova 1987A, los cúmulos de Auriga y la espectacular región de Orión. Una tarea posterior reservada para la paciencia de los astrónomos sería intentar identificar muchas de las fuentes ultravioleta descubiertas que no coinciden con objeto alguno perteneciente a otros catálogos hechos mediante su seguimiento en otras longitudes de onda. Este trabajo podría precisar años y no tiene garan-

tía de éxito, simplemente porque algunos de los objetos no emiten fuertemente en otras zonas del espectro y nunca han sido observados.

Desde que en 1991 acabara su vida útil el satélite japonés Ginga, el Rosat se convirtió en el único ingenio espacial sensible a los rayos-X y al ultravioleta extremo en funcionamiento.



Una sección de la constelación de Orión, vista por la nave Rosat. (Foto: NASA)

El EUVE, un satélite muy sofisticado, sería lanzado posteriormente para cubrir esta última vertiente, pero no se espera un sucesor del Rosat (rayos-X) hasta dentro de unos años. En efecto, el Rosat es el paso previo hacia la construcción de un satélite-observatorio mucho más complejo y potente: el americano AXAF. Este, englobado en la serie de cuatro grandes telescopios espaciales (Hubble, Compton, AXAF, y SIRTf) pasó ya con éxito una de sus etapas críticas, la verificación de los gigantescos espejos. Pero, algo más adelante, la NASA se vio obligada a dividir el satélite en dos plataformas independientes más pequeñas, en busca de una reducción de su coste. Finalmen-

te, una de ellas fue eliminada por el Congreso americano. Cuando parece que el SIRTf va a ser también definitivamente cancelado por problemas presupuestarios, nos queda el consuelo del sucesor del Rosat, sea cual sea su forma última, el cual esperamos sea merecedor de tantos descubrimientos como los que está realizando el Compton (GRO) o los que el tiempo deparará al Hubble.

También Europa, a través de la Agencia Espacial Europea (ESA), tiene prevista una nueva incursión en el campo de la astronomía de los rayos-X. En concreto, el satélite XMM (X-Ray Multi-Mirror Mission), se espera que cubra una parte del espectro X poco estudiada.

Hasta entonces, los astrónomos tienen un considerable caudal de información a su disposición, listo para ser estudiado. A pesar de los problemas de origen natural encontrados durante su estancia en órbita, el Rosat constituirá durante casi una década la única fuente de datos sobre astronomía X a la que remitimos. Una vez consumada la colaboración internacional en el ámbito astronómico, es en los laboratorios e institutos astronómicos

donde se va a sacar el verdadero partido a todo el material que nos ha ido proporcionando durante los últimos años.

BIBLIOGRAFIA

- Flight Project Data Book. 1992 Edition. Office of Space Science & Applications, NASA.
- Interavia Space Directory 1992-1993. De A. Wilson. Jane's Publishing, 1992.
- Physics World. Vol. 5, número 4. "Rosat unveils X-ray secrets". De Mike Watson. Abril de 1992.
- Satellite News, Vol. EH. "Rosat-1", página 5.989. Geoffrey Falworth. Febrero de 1994.