



IAC

noticias

Especial Reuniones Científicas 1998

I Congreso Internacional
sobre el Cometa Hale-Bopp

Congreso Internacional
sobre Misiones Espaciales
Europeas de Física Solar y
Heliosférica

Euroconferencia LISA III:
Bibliotecas y Servicios
de Información
en Astronomía

Euroconferencia sobre
enanas marrones y
estrellas de baja masa

III Reunión Científica
de la Sociedad Española
de Astronomía

Euroconferencia sobre "La
evolución de las galaxias y
la escala de distancias
cosmológicas"



Imagen del cometa Hale-Bopp obtenida desde Canarias. (Foto: Luis Chinarro)

Además de la X Canary Islands Winter School

EL IAC ORGANIZÓ SEIS REUNIONES CIENTÍFICAS EN CANARIAS EN 1998

Dos congresos internacionales, tres euroconferencias y la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía reunieron en las Islas a 700 científicos de todo el mundo

En cumplimiento de uno de sus fines, "fomentar las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional", el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) organiza en las Islas (y a veces fuera de ellas) encuentros científicos periódicos. Durante el año 1998 se celebraron, además de la *X Canary Island Winter School* (ver *Especial de IAC Noticias* sobre ella), seis reuniones científicas en la que participaron unos 700 astrónomos. Al contenido de estas reuniones dedicamos este número especial, que incluye el resultado de algunas entrevistas personales con los astrónomos invitados.



Consulta
nuestra
página web:

[http://www.iac.es/gabineta/iacnoticias/
digital.htm](http://www.iac.es/gabineta/iacnoticias/digital.htm)

SUMARIO

- 3 **PRESENTACIÓN**
 "Canarias, lugar de encuentro de la comunidad astronómica internacional".
 FRANCISCO SÁNCHEZ
- 4 **FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMET HALE-BOPP.**
 "Hale-Bopp, el tercer cometa más grande de los últimos 500 años"
- 8 **A CROSS-ROADS FOR EUROPEAN SOLAR AND HELIOSPHERIC PHYSICS: RECENT ACHIEVEMENTS AND FUTURE MISSION POSSIBILITIES.**
 "Misiones espaciales europeas para el estudio del Sol"
- 12 **THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIBRARY AND INFORMATION SERVICES IN ASTRONOMY (LISA III).**
 "Bibliotecas y servicios de información en Astronomía"
- 16 **VERY LOW-MASS STARS AND BROWN DWARFS IN STELLAR CLUSTERS AND ASSOCIATIONS.**
 "Más enanas marrones que estrellas en la Vía Láctea"
- 20 **III REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ASTRONOMÍA (SEA).**
 "La Astronomía española afronta el futuro con optimismo"
- 24 **THE EVOLUTION OF GALAXIES ON COSMOLOGICAL TIMESCALES.**
 "Galaxias en el tiempo"

PAGE 4

HALE-BOPP, THE THIRD LARGEST COMET OF THE LAST 500 YEARS

Comets supply a great deal of information about the original elements from which the Sun, the Earth, and all the rest of the objects in the Solar System were formed. They can thus be considered fossil remnants of the proto-solar cloud. On July 23rd 1995, the Americans Alan Hale and Thomas Bopp discovered the comet that carries their name, when they pointed their telescopes towards the constellation of Sagittarius. Shortly after its discovery, a large-scale international observing campaign was organised, which explains why this has been the most-observed comet in history, both by professional astronomers and by amateurs. This campaign, headed by European scientists, led the IAC's Observatories to track the comet's activity and evolution very closely during March and April 1997. The results of the campaign were presented in the First International Conference on Comet Hale-Bopp, held in Tenerife, from February 2nd-5th.

PAGE 8

EUROPEAN SPACE MISSIONS TO STUDY THE SUN

The IAC organised the conference "A Crossroads for European Solar and Heliospheric Physics: Recent Achievements and Future Mission Possibilities", sponsored by the European Space Agency (ESA), which was held in Puerto de la Cruz (Tenerife) from March 23rd - 27th. The meeting brought together one hundred specialists in Solar and Heliospheric Physics from around the world. Sessions were dedicated to analysing the advances arising from the solar space missions that are active at the moment (SOHO, Yohkoh, Ulysses), and whose results are revolutionising our vision of the nearest start to us - the Sun. Possible European solar space missions for the first few years of the 21st century were also discussed. The publication service of ESA will produce the proceedings.

PAGE 12

LIBRARY AND INFORMATION SERVICES IN ASTRONOMY

With the advance in information technology and in communications over the last decade, astronomical libraries and information services have lived through a period of important and deep changes, both in the methods used to offer information, and in the type of information that is offered. The IAC organised the third conference on libraries and information services in astronomy (LISA III) to study the topic and to learn from the invited experts where the profession is heading. LISA III was held in Puerto de la Cruz (Tenerife) from April 21st to 24th 1998. This conference was supported financially by the European Union and its Euroconference programme. One hundred participants from twenty-three countries gathered together, offering a unique opportunity for librarians, specialists in the treatment of information, editors and astronomers to sit together and to exchange ideas.

PAGE 16

AS MANY BROWN DWARFS AS STARS IN THE MILKY WAY

The Euroconference "Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs in Stellar Clusters and Associations", organised by the IAC and financed by the European Union, was held on the island of La Palma from May 11th to 15th. In this Euroconference, a detailed review was carried out of the advances produced in the last few years in the study of a new class of astronomical object known as "brown dwarfs", celestial objects which represent the intermediate stage between the smallest stars and giant planets. The latest results about the search for and characterisation of brown dwarfs were presented with this aim in mind, as was their distribution in the solar neighbourhood, and their formation in star clusters and around stars. It was the first of a series of three Euroconferences, approved by the European Union within a proposal from Palermo Observatory (Italy), the Department of Astrophysics of the Centre for Nuclear Studies at Saclay (France) and the Instituto de Astrofísica de Canarias.

PAGE 20

SPANISH ASTRONOMY FACES THE FUTURE WITH OPTIMISM

According to a recent study published in the press, Astrophysics has the most productive science over the last five years. This result has not surprised the President of the Sociedad Española de Astronomía (SEA), Juan María Marcaide, for whom, "in 15 years, the outlook for this science has changed completely and has done so, in part, because there is instrumentation at the cutting edge of science in the Canaries, and in part because there is a dynamic mix of an interesting science, to which many highly intelligent young people are attracted, and the availability of many resources internationally." He adds that the comparison that we can make between Astrophysics in Spain and, for example, in the United States, "is simply a matter of scale". Proof of this is the fact that the communications presented at the third scientific meeting of Spanish professional astronomers, at the Museum of Science and Cosmos of Tenerife, "have not just been representative of what is done in Spain, but also of what is being done around the whole world".

PAGE 24

GALAXIES IN TIME

Organised by the IAC and the European Union, the Euroconference entitled "The Evolution of Galaxies on Cosmological Timescales" was held in Puerto de la Cruz (Tenerife) from November 30th to 5th December. This conference, which brought together more than 100 specialists from 25 countries, was one of the most important ones on Extragalactic Physics held in Spain in the last few years and was related to the *Evolutionary Phenomena in Galaxies*, conference held in 1983, also in Puerto de la Cruz. On that occasion, the experts analysed the evolution of galaxies based on high quality observations of nearby galaxies, up to 50 million light years from the Earth. In the recent meeting, however, deep field observations were available thanks to the observations by the Hubble Space Telescope and large earth-based telescopes.

CANARIAS, LUGAR DE ENCUENTRO DE LA COMUNIDAD ASTROFÍSICA INTERNACIONAL

FRANCISCO SÁNCHEZ
 (Director del IAC)

Si todas las ciencias son de por sí internacionales en su esencia y en su práctica, la Astronomía, cuyo objeto de estudio y conocimiento es el Universo, con mayor razón. Reunirse para intercambiar ideas, experiencias y resultados es práctica habitual entre investigadores y tecnólogos. Y hay lugares que, poco a poco, se van convirtiendo en punto de encuentro natural para las gentes de una rama del saber.

Precisamente, uno de los fines del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) es el fomento de las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional. Además de los más de 2.000 astrofísicos de todo el mundo que observan al año en los Observatorios del IAC, el Instituto recibe otro buen número de científicos que temporalmente vienen a trabajar con nuestros investigadores en proyectos de colaboración conjuntos.

Pero hay más, durante el año 1998, Canarias fue foro de importantes reuniones científicas organizadas por el IAC o con su participación, entre ellas dos congresos internacionales, tres euroconferencias y la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía, además de la *Canary Islands Winter School*, que el año pasado celebraba su décima edición. Convencido del beneficio que estas reuniones suponen para la ciencia y para el entendimiento entre los pueblos, el IAC seguirá organizando, con ilusión, este tipo de encuentros en el futuro.

REUNIONES CIENTÍFICAS (1986-1998)

- 1986 XVII Reunión de JOSO (Joint Organization for Solar Observations) y IV Asamblea General de la Fundación LEST
- 1986 The Physics of Accretion onto Compact Objects
- 1986 The Role of Fine-Scale Magnetic Fields on the Structure of the Solar Atmosphere
- 1987 Encuentros Relativistas Españoles
- 1988 Evolutionary Phenomena in Galaxies
- 1988 Seismology of the Sun and Sun-Like Stars
- 1989 XI Reunión Regional Europea de la IAU: New Windows to the Universe
- 1990 X Annual Meeting of the Inter-Agency Consultative Group for Space Science (IACG).
- 1992 XXth International Meeting on Fundamental Physics: Astroparticle Physics.
- 1992 OCDE Megascience Forum Expert Meeting on Astronomy
- 1993 V Reunión de la Red Heliosismológica Terrestre IRIS y Reunión Plenaria del Proyecto Espacial GOLF
- 1993 Violent Star Formation from 30 Doradus to QSOs
- 1995 Key Problems in Astronomy
- 1995 Encuentros Relativistas Españoles
- 1996 III Euroconferencia DENIS (Deep Near-Infrared Survey of the Southern Sky)
- 1996 Blazars, Black Holes and Jets
- 1996 ESO/IAC Workshop on Quasar Hosts
- 1996 1st ASPE Meeting on Advances in the Physics of Sunspots
- 1997 Observational Cosmology with the New Radio Surveys
- 1997 Brown Dwarfs and Extrasolar Planets
- 1997 Fiber Optics in Astronomy III
- 1997 Reunión internacional para planificar la instrumentación de la misión PLANCK.
- 1997 Site Properties of the Canarian Observatories
- 1998 First International Conference on Comet Hale-Bopp
- 1998 A Cross-Roads for European Solar and Heliospheric Space Physics
- 1998 Euroconferencia LISA III (Library & Information Services in Astronomy)
- 1998 Euroconferencia Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs
- 1998 III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)
- 1998 Euroconferencia The Evolution of Galaxies on Cosmological Timescales

PRÓXIMAS REUNIONES (1999-2000)

- 1999 Jornadas Técnicas de la Red OTRI (2-5 Junio)
- 1999 Oxford VI Conference on Astronomy and Cultural Diversity (21-19 Junio)
- 1999 The 11th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun (4-8 Octubre)
- 2000 Disk, Planetesimals and Planets (24-28 Enero)
- 2000 Helios-2000 y GONG Annual Meeting (25-29 Septiembre)
- 2000 The Solar Cycle and Terrestrial Climate (2-6 Octubre)



Francisco Sánchez

First International Conference on Comet Hale-Bopp, celebrada en Tenerife del 2 al 5 de febrero

HALE-BOPP, EL TERCER COMETA MÁS GRANDE DE LOS ÚLTIMOS 500 AÑOS

Los cometas aportan mucha información sobre los elementos originales que había en la gran nube de gas a partir de la cual se formaron el Sol, la Tierra y el resto de los objetos del Sistema Solar. Por ello pueden considerarse fósiles de la nube primigenia. El 23 de julio de 1995, los estadounidenses Alan Hale y Thomas Bopp descubrieron el cometa que lleva su nombre mientras dirigían sus telescopios a la constelación de Sagitario. Poco después de su descubrimiento, se organizó una campaña internacional de observación, lo que explica el hecho de que haya sido el cometa más observado de la historia por astrónomos tanto profesionales como aficionados. Esta campaña, liderada por científicos europeos, llevó a los Observatorios del IAC a seguir muy de cerca su evolución durante los meses de marzo y abril de 1997. Los resultados de la campaña se presentaron en la Primera Conferencia Internacional sobre el Hale-Bopp celebrada en Tenerife, del 2 al 5 de febrero.

Ya desde su descubrimiento se supo que iba a ser un gran cometa, pues ninguno antes había sido visto con telescopios de aficionados a tan larga distancia (estaba entonces atravesando la órbita de Júpiter), lo que suponía bien un gran tamaño o bien una composición extraordinariamente peculiar. Los astrónomos no quisieron dejar pasar por alto esta gran oportunidad y Richard West, descubridor del cometa West en 1975, convocó a sus colegas en la sede de la ESO en Alemania. Allí se propuso utilizar el Tiempo Internacional de observación en los telescopios de los Observatorios de Canarias para estudiar el Hale-Bopp.

La propuesta fue aceptada, proponiéndose también otros 17 observatorios más de todo el mundo. Además, se creó el *European Hale-Bopp Team*, un equipo de astrónomos europeos que se ocuparían del seguimiento exhaustivo del cometa y cuyo Investigador Principal sería el propio West. "El *European Hale-Bopp Team* es -comenta Richard West- una agrupación bastante grande. Contamos con tiempo de observación en los Observatorios de Canarias y lo más importante es que las observaciones se hicieron de forma coordinada. Cada día se ponían en contacto los observadores de uno y otro observatorio para coordinar la observación de esa noche." El proyecto contó con financiación europea y con el 5% de Tiempo Internacional de observación de los Observatorios de Canarias: los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos. "Esta posibilidad era muy interesante -asegura West- y, cuando ganamos el concurso para el

Tiempo Internacional en 1996, nos llevamos una gran alegría, porque no se trataba de un programa de observación normal, con un telescopio durante un par de noches. En este caso observamos cada noche con el mismo telescopio, lo que hizo la organización de las observaciones bastante complicada para el IAC. Se puede decir que con este programa los europeos tuvimos una posición más fuerte que la de astrónomos de otros países para la observación del cometa".

Finalizada la campaña de observaciones, este Primer Congreso Internacional sobre el cometa reunió en Tenerife a unos 200 científicos de todo el mundo. Entre ellos se encontraban los propios Hale y Bopp, además de Richard West y Brian Marsden, de la Oficina Central de Telegramas Astronómicos de la Unión Astronómica Internacional, encargado de coordinar las noticias que esta organización científica recibe sobre nuevos descubrimientos astronómicos.

Para Richard West, el Hale-Bopp "es un cometa muy grande, pero no es distinto de otros cometas; sólo es mucho más grande, más activo y, por ello, más interesante." De hecho, las observaciones demuestran que su composición es la de un cometa típico: tiene aproximadamente un 80% de agua, posiblemente contiene moléculas, es decir, todo lo que tiene un cometa normal, sólo que de mayor tamaño. "En comparación con el West -continúa-, el Hale-Bopp es mucho más grande, pero la belleza es similar. Otra diferencia es que el Hale-Bopp ha permanecido visible durante



Imagen de la cola de sodio del cometa Hale-Bopp obtenida por el Grupo de Telescopios Isaac Newton, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).



Richard West

mucho más tiempo que el West, lo que lo hace mucho más interesante para la gente que el cometa de 1976".

Resultados espectaculares

El tiempo de visibilidad del cometa a simple vista (más de un año) superó al de cualquier otro cometa de la historia, en un momento, además, en que se encontraba lo bastante alejado del Sol como para poder ser observado de noche cerrada. Ello permitió la observación detallada y con los mejores medios en una campaña que tuvo resultados espectaculares. El cometa tiene un período de 2.364 años (tiempo que dura su traslación alrededor del Sol), lo que indica que no procede directamente de la nube de Oort, sino que ya estuvo antes en el interior del Sistema Solar. Su núcleo es muy activo, con un diámetro de entre 20 y 30 km. Tiene una rotación sobre su eje de 11,20 horas, con dos grandes chorros de gas en lados casi opuestos que nos apuntan como la luz de un faro y desaparecen. Además, tiene también una rotación secundaria o de balanceo como una peonza, que dura 20 días y que fue determinada con el telescopio IAC-80, del Observatorio del Teide.

Los astrónomos observaron, y este fue quizá el resultado más sobresaliente, una insospechada cola de sodio en el Hale-Bopp (detectada por primera vez en un objeto de este tipo con observaciones realizadas desde el Observatorio del Roque de los Muchachos). Esta cola de sodio es acelerada por la acción de la presión solar de tal modo que llega a escapar de la gravedad del Sol; el gas se mueve a tal velocidad que daría la vuelta a la Tierra en 7 minutos. Otro resultado



Thomas Bopp y Alan Hale, en Tenerife.

interesante es la detección en el Hale-Bopp de moléculas jamás observadas en ningún cometa.

Astrónomos aficionados

Son los objetos más populares del cielo y, sin embargo, casi siempre acaban siendo descubiertos no por astrónomos profesionales, sino por aficionados. Quizá porque son ellos los que en las noches de buena visibilidad escrutan la bóveda celeste de horizonte a horizonte, también son ellos los que, con mayor frecuencia, dan la voz de alarma cuando algo nuevo aparece en sus visores o, incluso, a simple vista. Por eso "es normal que la mayoría de los cometas sean descubiertos por astrónomos aficionados, -asegura West- y tienen grandes posibilidades de descubrir no sólo cometas sino novas y cambios en el cielo. La colaboración con los astrónomos aficionados es muy importante, porque con su ayuda los profesionales tenemos más posibilidades de obtener un mayor número de imágenes, como ha pasado con el caso de este cometa."

Aunque Alan Hale es también astrónomo profesional, tanto Thomas Bopp como él son conocidos astrónomos aficionados. La observación del cielo es para ellos, como para tantos otros, una gran afición que ocupa buena parte de sus noches.

El descubrimiento

En la exposición que hicieron durante el Congreso sobre el cometa, Bopp y Hale contaron a los asistentes cómo el azar quiso que los dos observaran aquella noche de verano el cúmulo estelar de Sagitario. "En julio de 1995 habíamos



Mark Kidger

PLACA FOTOGRAFICA

Una de las intervenciones realizadas durante el Congreso sorprendió a algunos de los presentes al sostener que el cometa había sido ya detectado en una placa fotográfica cuatro años antes del anuncio del descubrimiento por Hale y Bopp en 1995.

El objeto recogido en la placa era 1.000 veces más débil que el cometa observado en el momento de su descubrimiento. Hale y Bopp manifestaron que conocían ya la placa fotográfica, de la que incluso guardaban una copia.

tenido mal tiempo durante unas cuantas semanas, -cuenta Bopp- sin poder hacer ninguna observación. Así que tenía ya muchas ganas de poder salir al campo a observar, cuando mi amigo Jim Steven me llamó para proponerme una salida. Él acababa de construir un telescopio de 70 pulgadas de diseño Dubsoniano. Me proponía ir a observar a un lugar situado a unas 90 millas al suroeste de mi casa. El tiempo estaba despejado, así que me apunté. A la hora de salir cargué el coche y arranqué, pero tenía problemas de motor, así que llamé a mi padre a ver si me prestaba el suyo. Me dijo que sí, de modo que fui a su casa, cambié las cosas de coche y me puse en camino hacia el lugar previsto para observar. Cuando llegué ya había oscurecido, yo no sabía que el coche de mi padre tenía luces de cruce automáticas, con lo cual llegué a un lugar para observar con las luces encendidas, algo muy poco indicado para un astrónomo", comenta entre risas.

"Aquella noche habíamos planeado observar algunos objetos de cielo profundo en la constelación de Sagitario -continúa Bopp-, una franja celeste muy rica en objetos brillantes, llena de nebulosas y cúmulos estelares. Empezamos entonces por observar aquella parte del cielo y, sobre las once de la noche, estábamos observando M70, un cúmulo globular de Sagitario, un grupo de estrellas muy denso. Nuestro telescopio no tenía motor de seguimiento incorporado, con lo cual, debido a la rotación de la Tierra, las cosas parecían moverse atravesando el campo de visión. Cuando habían pasado casi las tres cuartas partes del campo de visión noté la presencia de un objeto pequeño y difuso. Me pregunté qué sería, así que traté de enfocararlo para resolverlo en estrellas individuales y, por supuesto, seguía viéndose muy difuso. Le pregunté entonces a mi amigo si sabía qué podía ser, si una galaxia débil u otro cúmulo de estrellas pequeño. Lo observó un momento y luego se dirigió a los atlas de estrellas para ver si lo localizaba allí. Primero buscamos en uno que contenía 9.000 objetos, sin éxito. Luego en otro de dos volúmenes que contiene unos 200.000 objetos, tampoco aparecía nada en aquella posición. Fue entonces cuando Jim me miró y me dijo: 'Tom, creo que tienes un cometa'."

Entonces pensó que la única forma de comprobarlo era contrastar su movimiento frente a las estrellas de fondo, y eso llevaría aproximadamente una hora. "Había cuatro estrellas de fondo en la zona donde se encontraba el objeto -prosigue este astrónomo- y, después de una hora de observación, efectivamente pudimos constatar que se había movido un poco con respecto a ellas. En-

tonces cogí el teléfono móvil y traté de llamar a un astrónomo amigo mío, de un observatorio en Arizona, y me salió el contestador. Pedí entonces a la operadora que me consiguiera el teléfono de la Oficina Central de Telegramas Astronómicos de la IAU para informar del descubrimiento. Tampoco funcionó, de modo que cogí el coche y llegué hasta una estación de servicio para tratar de enviar un telegrama desde allí. No tenía la dirección, porque no tenía previsto descubrir nada esa noche, así que no pudieron ayudarme. Al final me metí de nuevo en el coche y me fui a casa. Entonces me puse a buscar en los libros y, por fin, encontré una dirección. Llamé a información de Cambridge, Massachusetts, para que me diera el teléfono de la Oficina de la IAU y me dieron el teléfono del centro de visitantes, con lo cual no me sirvió de nada. Por entonces ya tenía otra dirección, así que envié un telegrama a la *Western Union* y me fui a la cama."

A pocos cientos de kilómetros de distancia, Alan Hale observaba, también sin saberlo, el cometa que uniría sus nombres para siempre. "La historia de mi descubrimiento es bastante parecida a la de Tom, porque vivo también en el suroeste norteamericano, en una zona bastante desértica del Estado de Arizona. Habíamos tenido el mismo mal tiempo en verano que tuvo Tom en su zona, pero aquella noche era absolutamente maravillosa para la observación, con un cielo nítido en que se apreciaba perfectamente la Vía Láctea."

"Como hobby -continúa Hale-, me gusta seguir los cometas conocidos que hay en el cielo, con un telescopio bastante bueno que tengo, y justamente estaba esperando que uno de ellos saliera por el horizonte, tenía una hora de tiempo libre y coincidió que me puse a observar la misma zona del cielo que Tom observaba, concretamente el cúmulo estelar de M70. Con lo cual también me encontré con aquel objeto difuso y extraño. También me pregunté qué podía ser y también lo contrasté con las estrellas de fondo. Me conecté al ordenador de la Oficina Central de Telegramas Astronómicos de la IAU para comprobar si había algún cometa conocido en aquella posición. No había ninguno; el objeto se movía claramente, con lo que tenía que ser un cometa. Así que le envié un correo electrónico a Brian Marsden, de la Oficina de la IAU, diciéndole que, aunque no lo creyera, acababa de encontrar un cometa. En cuanto envié el mensaje hice algo muy arriesgado: fui al dormitorio, desperté a mi esposa y le dije que si quería salir a ver el 'cometa Hale'. Por supuesto, no sabía nada de lo de Tom Bopp: me lo contó Brian Marsden al día siguiente."



Grupo de participantes en el Primer Congreso Internacional sobre el cometa Hale-Bopp.



Cartel anunciador de la Conferencia.

COMITÉ ORGANIZADOR CIENTÍFICO :

M. A'Hearn, D. Bockelée-Morvan, H. Campins, M. R. Combi, G. Cremonese, J. A. Fernández, A. Fitzsimmons, M. Fulle, K. Jockers, M. Kidger, P. Lagage, B. Marsden, D. Prialnik, H. Rauer, H. Rickman, R. Schulz, G. Paolo Tozzi and, R. M. West.

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL:

R. Casas, A. Gómez, M. Kidger, J. Licandro, M. Murphy, N. Sabalisk, P. Santos, N. Walton.

ENTIDADES FINANCIADORAS:

IAC, UE, DGES, DGUI, Cabildo Insular de Tenerife, Patronatos de Turismo de La Palma y Tenerife, Fundación Loro Parque, Iberia

Dirección en Internet:

<http://www.iac.es/Hale-Bopp/index.html>

Congreso Internacional "A Crossroads for European Solar and Heliospheric Physics: Recent Achievements and Future Mission Possibilities", celebrado en Tenerife, de 23 al 27 de marzo

MISIONES ESPACIALES EUROPEAS PARA EL ESTUDIO DEL SOL

El IAC organizó, bajo el patrocinio de la Agencia Europea del Espacio (ESA), el congreso internacional "A Crossroads for European Solar and Heliospheric Physics: Recent Achievements and Future Mission Possibilities" ("Una encrucijada para la Física Solar y Heliosférica en Europa: avances recientes y posibilidades para futuras misiones"), celebrado del 23 al 27 de marzo, en el Puerto de la Cruz (Tenerife). En la reunión, que congregó a un centenar de especialistas mundiales en Física Solar y Heliosférica, se incluyeron sesiones dedicadas a analizar los logros de las misiones solares espaciales activas en este momento (SOHO, Yohkoh, Ulysses). "Sus resultados están revolucionando nuestra visión de la estrella más próxima a nosotros, el Sol. Además, se discutieron las posibilidades de misiones espaciales solares europeas de cara a los primeros años del siglo XXI", explicaron los organizadores principales del congreso, Eric Priest, de la Universidad de St. Andrews (Escocia) y Fernando Moreno Insertis, investigador del IAC. Las actas de este congreso han sido publicadas por el Servicio de Publicaciones de la ESA.



Eric Priest

Tras varios años de su lanzamiento y una buena temporada de resultados excepcionales, parecía llegado el momento de evaluar el rendimiento de satélites claves para entender los últimos avances de la Física Solar como SOHO, Ulysses y Yohkoh. Urgía además alcanzar un consenso entre la comunidad científica europea sobre los siguientes pasos a dar por la Física Solar en el espacio. Con estos dos objetivos y partiendo de interesantes perspectivas científicas, entre las que destacan la obtención de imágenes estereoscópicas del Sol, la recogida de muestras de la corona y la posibilidad de observaciones de muy alta resolución, se celebró en Tenerife esta reunión de especialistas. En ella se pasó revista a los resultados de las misiones espaciales en marcha y a la situación actual de la Agencia Europea del Espacio. Además, se presentaron propuestas para futuras misiones espaciales para el estudio del Sol.

El satélite SOHO (*Solar Heliospheric Observatory*) es una misión conjunta de la ESA y de la NASA y parte de su instrumentación fue desarrollada en los talleres del IAC en Tenerife. Actualmente se encuentra a una distancia de la Tierra equivalente a diez veces la de la Luna, observando continuamente el Sol. Este satélite nos está proporcionando datos hasta ahora desconocidos sobre el



Fernando Moreno Insertis

interior del Sol, revelando además claves sorprendentes sobre el calentamiento de la atmósfera solar hasta temperaturas de millones de grados y sobre el viento supersónico que el Sol emite al exterior en todas direcciones. En el análisis e interpretación de los datos obtenidos por este satélite participan varios grupos de investigadores del Instituto de Astrofísica de Canarias.

A la vista del éxito conseguido, los astrofísicos se plantean ya cuáles deberían ser las próximas misiones espaciales solares. Son varias las propuestas que se barajan. Una de ellas es el lanzamiento de una flota de satélites bajo la denominación de STEREO que se localizarían en diferentes puntos del Sistema Solar con el fin de observar el Sol desde distintas direcciones. El resultado sería la obtención de imágenes estereoscópicas que permitirán estudiar, por primera vez, la estructura del Sol en tres dimensiones. Esto es importante, en particular, para conocer los mecanismos responsables de las gigantes emisiones de materia de la corona solar que alcanzan la Tierra y causan fallos en los satélites e interferencias en las telecomunicaciones.

Otra de las posibilidades es el empleo de interferometría para la obtención de imágenes del Sol con una resolución espa-

cial 40 veces mayor que la actual. Para ello se propone un interferómetro compuesto por cinco telescopios que permitiría el estudio detallado de las regiones del Sol donde se originan las fulguraciones solares, que dan lugar a la liberación de inmensas cantidades de energía, y de los episodios de calentamiento de la corona.

La tercera propuesta es la misión denominada *Solar Probe 1* (Sonda Solar), que consiste en el lanzamiento de un satélite que se acerque al Sol hasta sólo unos pocos radios solares de distancia de la superficie, con lo que se podrían obtener, por primera vez, medidas *in situ* de la capa más externa de la atmósfera solar, la corona. De las misiones propuestas, la *Solar Probe* es la que resulta técnicamente más compleja, pues requiere el desarrollo de sistemas de protección térmica especiales y de nuevos medios de propulsión para poder alcanzar la localización final de la nave.

Desde el Observatorio del Teide

El Instituto Kiepenheuer de Física Solar (Alemania) trabaja fundamentalmente con instrumentación terrestre, aunque desarrolla investigación solar en todos los campos relacionados. "Operamos los instrumentos alemanes del Observatorio del Teide, junto con Göttingen, Potsdam y Würzburg, y nuestra tarea fundamental consiste en proporcionar instrumentación adecuada, también terrestre, a los investigadores de Física Solar", explica Oskar von der Lühé, Director del Instituto Kiepenheuer de Física Solar y parte del equipo que asesorará a las misiones que se propongan como resultado de esta reunión. "Aunque la construcción de instrumentación espacial no es una función prioritaria para nosotros -puntualiza-, participamos en varias misiones espaciales, sea a nivel instrumental o a nivel científico. La Física Solar es un campo en el que es muy necesaria una visión global y completa del Sol, que sólo podemos obtener combinando datos terrestres y espaciales".

Las observaciones espaciales y las terrestres son complementarias. Salir al espacio significa tener acceso a zonas del espectro para las que la atmósfera no es transparente; "significa también -añade von der Lühé- acceder a ciertas combinaciones de observaciones para las que la atmósfera terrestre tiene algún efecto perjudicial, como la turbulencia, que destruye la calidad de la imagen y que sólo puede recuperarse con un gran esfuerzo. Para nosotros, por ejemplo, sería interesante conseguir alta resolución para resolver la estructura del Sol a pequeña escala y poder combinarlo

con alta resolución espectral para obtener los diagnósticos físicos escondidos en las líneas de Fraunhofer. Además -continúa von der Lühé-, al hablar de observar estructuras pequeñas en el Sol, en términos de dimensiones lineales, tenemos que pensar que los procesos dinámicos que se dan a esta escala son también rápidos, porque con velocidades típicas los procesos a pequeña escala tienen lugar en menos tiempo que en el caso de un proceso similar a escalas mayores. De modo que hay que combinar alta resolución angular con alta resolución temporal y espectral; para, además, conseguir el contexto en el que se producen estos fenómenos, se necesita un campo visual amplio y la atmósfera terrestre impide que todo esto pueda darse simultáneamente desde tierra."

Los datos de la VTT (*Vacuum Tower Telescope*) y del GCT (*Gregory Coudé Telescope*), torres solares alemanas instaladas en el Observatorio del Teide, se combinan con los obtenidos de misiones espaciales. Aproximadamente la tercera parte del programa de observación de los dos telescopios se hace en combinación con datos obtenidos simultáneamente con el satélite SOHO y se combinarán de una u otra forma con observaciones procedentes de otras misiones espaciales.

Misiones futuras

Para Eric Priest, de la Universidad de Saint Andrews (Escocia), y Presidente del Comité Científico Organizador de la reunión, la física solar se encuentra actualmente en una encrucijada. "Estamos tratando de 'digerir' los increíbles resultados de las misiones Yohkoh y SOHO pero, al mismo tiempo, -advierte- debemos definir la dirección a seguir en el futuro para planear ahora las misio-



Imagen del Sol en rayos X obtenida por el satélite japonés Yohkoh. (Cortesía de E. Priest)



Oskar von der Lühé



Martin Huber

"EL OBJETIVO DE ESTA REUNIÓN HA SIDO TRANSMITIR A LA COMUNIDAD CIENTÍFICA TODAS LAS IDEAS PLANTEADAS Y LAS DIFERENTES POSIBILIDADES QUE HAY, CON EL FIN DE ALCANZAR UN CONSENSO SOBRE LA LÍNEA FUNDAMENTAL DE INVESTIGACIÓN A SEGUIR."

nes que irán al espacio dentro de cinco o seis años. En esta reunión nos planteamos qué preguntas fundamentales queremos responder acerca del Sol y cómo vamos a hacerlo. Algunas de ellas probablemente culminarán en forma de misiones de la NASA en las que participe la Agencia Europea del Espacio (ESA), otras se convertirán quizá en misiones de la ESA en las que la NASA participe; otras tomarán forma mediante acuerdos bilaterales entre varios países europeos. El objetivo de esta reunión ha sido transmitir a la comunidad científica todas las ideas planteadas y las diferentes posibilidades que hay, con el fin de alcanzar un consenso sobre la línea fundamental de investigación a seguir."

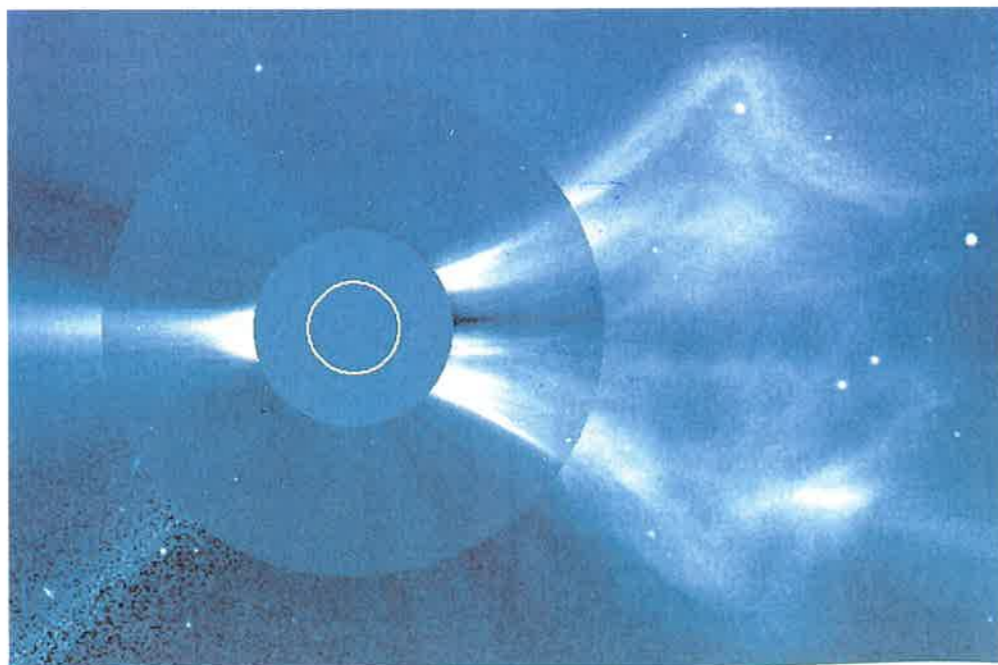
En líneas generales, se barajan tres tipos de misiones. Una es un tipo de misión estereoscópica, en la que varios satélites se colocarían en órbita alrededor del Sol y lo observarían desde diferentes direcciones, obteniendo una imagen tridimensional de la atmósfera solar. "Podríamos así -explica Priest- dilucidar el comportamiento de las estructuras en el Sol. Por ejemplo, al observar las eyecciones coronales vemos una imagen bidimensional, sin posibilidad de conocer cómo se proyecta en el espacio. La NASA tiene ya planeada una misión estereoscópica, con dos satélites, y los europeos estamos planteándonos de qué modo podríamos tomar parte en esa misión, quizá lanzando un satélite europeo que complemente a los dos americanos para obtener imágenes tridimensionales."

La segunda posibilidad es la interferometría, que permitiría observar el Sol con mucha mayor resolución que hasta ahora. Como indica Priest, "muchos de los procesos complejos que

se producen en la atmósfera solar lo hacen a escalas extremadamente reducidas, que no podemos resolver por el momento. Para estudiarlas sería estupendo contar con observaciones más detalladas. Aún no se ha desarrollado la tecnología necesaria; probablemente se sugiera una misión pequeña que demuestre si esa técnica funciona antes de pensar en una misión de mayor envergadura para un futuro más lejano."

Otra misión que se baraja es la *Solar Probe* que mencionábamos al principio, una sonda solar que se introduciría en la atmósfera externa del astro para recoger muestras. En este sentido, "hay varias posibilidades: la NASA pretende lanzar su *Solar Probe*, hacia el año 2007; Francia tiene también una candidata, *RAMSES*, que podría situarse a una distancia de unos cuatro radios solares del centro del Sol; y Alemania tiene también su propuesta: *INTERHELIUS*, que no se colocará tan cerca como la francesa, pero que tendrá más instrumentos. El desafío aquí es tecnológico -concluye Priest-, pues los instrumentos deberán soportar unas condiciones muy extremas de temperatura y radiación."

Como se ve, las posibilidades son muchas y la comunidad científica deberá decidir el camino a seguir de medio a largo plazo. Como indica Martin Huber, del ESTEC (Países Bajos), que asiste a la reunión en representación de la ESA, "lo primero es, por tanto, alcanzar un consenso entre los propios físicos solares, que son los primeros que deben saber lo que quieren para poder competir con los proyectos y propuestas espaciales de otros campos de la astrofísica como, por ejemplo, la detección de ondas gravitatorias o la Física de Partículas."



Expulsión de materia de la corona solar. Imagen obtenida con el satélite SOHO. (Cortesía de E. Priest)



Participantes en el congreso "A Crossroads for European Solar and Heliospheric Physics: Recent Achievements and Future Mission Possibilities".



Cartel anunciador del congreso.

COMITÉ ORGANIZADOR CIENTÍFICO:

E. Priest, C. Chiuderi, L. Culhane, R. Harrison, E. Marsch, O. Kjeldseth-Moe, F. Moreno-Insertis, M. Schüssler, S.K. Solanki, J.C. Vial.

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL:

F. Moreno-Insertis, A. Jiménez, M. Murphy, P. Pallé, T. Roca Cortés, H. Socas-Navarro, J.C. del Toro Iniesta, M. Vázquez, C. Westendorp Plaza.

ENTIDADES FINANCIADORAS:

Agencia Europea del Espacio
Excmo. Cabildo Insular de Tenerife
Patronatos de Turismo de los Cabildos de Tenerife y La Palma
Iberia

Dirección en Internet: <http://www.iac.es/proyect/eshp/>

BIBLIOTECAS Y SERVICIOS DE INFORMACIÓN EN ASTRONOMÍA

Con los avances en las tecnologías de la información y de la comunicación de la última década, las bibliotecas y servicios de información en Astronomía han vivido importantes y profundos cambios, tanto en sus métodos para proporcionar información como en el tipo de información que ofrecen. Para analizar el estado de la cuestión y aprender de expertos invitados hacia dónde se dirige la profesión, el IAC organizó el tercer congreso sobre Bibliotecas y Servicios de Información en Astronomía (LISA III), que se celebró en Puerto de la Cruz (Tenerife) del 21 al 24 de abril de 1998. Este congreso, que recibió el apoyo financiero de la Unión Europea en su programa de Euroconferencias, reunió a cien participantes de veintitrés países y constituyó una oportunidad única para que bibliotecarios, especialistas en el tratamiento de la información, editores y astrónomos se sentaran juntos durante tres días e intercambiaran ideas.

Este congreso es el tercero de una serie: LISA I tuvo lugar en el Observatorio Naval de Washington, en 1988, cuando las bibliotecas especializadas empezaban a automatizarse y las grandes bases de datos astronómicos y bibliográficos iniciaban su desarrollo. LISA II fue organizado en la sede del Observatorio Europeo del Hemisferio Sur (ESO) en Alemania, en 1995, en una época en que Internet y la *World Wide Web* se estaban implantando en los centros de investigación y prometían ser una herramienta muy útil para la información científica. LISA III, organizado bajo el lema "*Managing Change Gracefully*" ("Gestionando el cambio con elegancia"), ha puesto de manifiesto cómo en apenas tres años, Internet se ha convertido en una herramienta indispensable para ofrecer información científica de alta calidad, obligando a los bibliotecarios a adaptar sus métodos tradicionales de trabajo al nuevo contexto y cambiando la forma de utilizar los servicios de biblioteca. De hecho, hoy en día el astrónomo puede leer desde su ordenador conectado a Internet los artículos de las revistas más importantes en Astronomía, Astrofísica y Física sin tener que desplazarse a una biblioteca, ya que las editoriales científicas ofrecen muchas de sus publicaciones periódicas en forma electrónica a través de la red.

El tema de la edición electrónica acapará el debate durante el congreso: "se trata de un aspecto que requiere una estrecha colaboración entre todos los implicados en la cadena de la información" -asegura Monique Gómez, documentalista encargada de la biblio-

teca del IAC e integrante del Comité Organizador Local de esta reunión-, es decir, editores y productores de bases de datos, bibliotecarios y usuarios finales. En Astronomía, la información que maneja el investigador es muy variada: datos sobre objetos astronómicos, imágenes, gráficas, referencias bibliográficas, artículos de revistas, etc. y procede de diferentes fuentes de información (bases de datos astronómicos o bibliográficos, catálogos astronómicos, editoriales científicas). Gracias a Internet se ha conseguido crear un verdadero sistema de información sobre Astronomía de fácil acceso desde, en principio, cualquier parte del mundo. "En efecto -continúa Monique Gómez-, los grandes centros de datos como ADS (*NASA Astrophysics Data System*), proyecto financiado por la NASA, o el CDS (*Centro de Datos de Estrasburgo*) en Francia y las grandes bases de datos astronómicos como SIMBAD (*Set of Identifications, Measurements, and Bibliography for Astronomical Data*), del CDS y NED (*NASA/IPAC Extragalactic Database*), junto con las editoriales de revistas de Astronomía más prestigiosas, han colaborado para combinar la información que cada uno de ellos ofrece. Gracias a eso, actualmente se puede buscar en la red información sobre un objeto astronómico partiendo, por ejemplo, de la base de datos SIMBAD y obtener una gran variedad de datos conocidos sobre dicho objeto, ver una imagen si está disponible y conseguir una relación de referencias bibliográficas, además de acceder al resumen de dichas referencias ofrecido por el CDS o por ADS, según la publicación que sea, o

el texto completo ofrecido por ADS o la editorial de la revista según la fecha de publicación."

Para agilizar el acceso a toda esa información los diferentes servicios han acordado mantener "site mirrors" (servidores de Internet que contienen la misma información que el servidor original) situados en distintas partes del mundo. Para facilitar la búsqueda de información astronómica en la red los especialistas en tratamiento de la información del CDS y otros centros están desarrollando herramientas de reconocimiento, de extracción automática de información y de creación de enlaces automáticos entre diferentes fuentes. En todo este proceso, el bibliotecario sigue siendo el intermediario entre productores de información y astrónomos, puesto que se encarga de gestionar y mantener las suscripciones a las revistas electrónicas y de firmar los contratos de acceso para su institución.

Si bien se ha avanzado mucho en muy poco tiempo, la edición electrónica plantea muchos problemas que también se han abordado durante el encuentro. Uno de ellos, muy importante para los bibliotecarios, es la gran diversidad de modelos de licencias de acceso a las publicaciones electrónicas y las restricciones, a veces difícilmente aceptables para las bibliotecas, que cada editorial pretende imponer, en particular en lo que se refiere a los derechos de autor. Frente a eso, los bibliotecarios han sabido reaccionar y han negociado con los proveedores para conseguir algunas mejoras. Ann Okerson, de la Universidad de Harvard (Estados Unidos), indicó cómo los consorcios de bibliotecas que existen en su país desde hace décadas han desempeñado, en los últimos dos o tres años, un papel importante en esas negociaciones.

Astrónomos y bibliotecarios

En una reunión como LISA III, dedicada a los recursos que las bibliotecas especializadas pueden ofrecer a los astrónomos, se dio la paradoja de que la mayoría de los participantes eran bibliotecarios, con la asistencia de muy pocos astrónomos. La gran excepción a esta 'regla' fue la participación de Heinz Andernach, astrónomo de la Universidad de Guanajuato (México), quien presentó sus opiniones sobre los requerimientos de los astrónomos. "Es curioso -señala Andernach-, pero muchos astrónomos no se imaginan que su bibliotecario realmente les puede ayudar en algo. Esta situación afecta también en cierto modo a la actitud de algunos bibliotecarios, que no saben qué pueden hacer para que su trabajo sea más útil. En este sentido, esta reunión fue muy importante para los bibliotecarios, que tuvieron ocasión de identificar aquellos campos en que sí pue-

den ser de gran utilidad a sus clientes astrónomos y no sólo en el ámbito de su institución, sino a nivel incluso mundial, escogiendo bien y coordinándose con grupos activos de bibliotecarios. No obstante, concluye, hubiese sido deseable una mayor presencia de astrónomos en el congreso, que podrían haber facilitado la interacción con los bibliotecarios."

Heinz Andernach fue uno de los primeros investigadores que realizó un gran esfuerzo para aprovechar la inmensa cantidad de datos disponibles en archivos, en catálogos y en la literatura. Su trabajo ha cristalizado en diversos resultados como, por ejemplo, la mayor recopilación de valores del desplazamiento hacia el rojo de los cúmulos de galaxias de del catálogo ACO. Cuando él comenzó este tipo de trabajos la facilidad de acceso a los datos distaba mucho de estar tan desarrollada de cara al usuario ajeno a la propia base de datos como lo está ahora. "Un año antes de la celebración del congreso LISA III recibí una invitación para participar en el Comité Organizador Científico -explica Andernach-, supongo que por los contactos con bibliotecarios/as que he mantenido por correo electrónico durante los últimos años, y por mi actividad en la promoción y en la recopilación de los recursos de información que nos ofrece Internet. De esa época conozco un grupo pequeño de bibliotecarias cuyo trabajo ha beneficiado a muchos astrónomos profesionales, especialmente de instituciones con pocos recursos. Fueron justamente esas bibliotecarias las que también tomaron la iniciativa, hace más de una década, de empezar con el primer congreso de LISA."

Archivo electrónico

Un problema que se plantea a medio y largo plazo es el mantenimiento de un archivo de las publicaciones electrónicas. Hasta ahora, en la mayoría de los casos, las bibliotecas suscriben el acceso a la revista electrónica pero siguen recibiendo la revista en papel. No obstante, Peter Boyce, de la Sociedad Astronómica Americana, subrayó que "conservar un archivo de las versiones electrónicas completas con sus enlaces, sus características electrónicas y su información complementaria es una tarea muy difícil que no puede cumplirse totalmente y de forma efectiva conservando sólo las versiones en papel". Es evidente que la versión electrónica de una revista contiene mucha más información que la versión en papel. Encontrar una solución a este tema va a ser un gran reto en los próximos años conforme vaya evolucionando la tecnología. "Todas las partes implicadas (editoriales, bibliotecas y la comunidad científica) -con-



Peter Boyce



Monique Gómez

HOY EN DÍA EL
ASTRÓNOMO PUEDE
LEER DESDE SU
ORDENADOR
CONECTADO A
INTERNET LOS
ARTÍCULOS DE LAS
REVISTAS MÁS
IMPORTANTES EN
ASTRONOMÍA,
ASTROFÍSICA Y FÍSICA
SIN TENER QUE
DESPLAZARSE A UNA
BIBLIOTECA, YA QUE
LAS EDITORIALES
CIENTÍFICAS OFRECEN
MUCHAS DE SUS
PUBLICACIONES
PERIÓDICAS EN
FORMA ELECTRÓNICA
A TRAVÉS DE LA RED.

cluye Boyce- **tendrán que trabajar conjuntamente y cooperar para encontrar soluciones.**"

LISA III ofreció a los astrónomos la oportunidad de explicar a los bibliotecarios en Astronomía cuáles son sus necesidades y qué esperan de una buena biblioteca. Los bibliotecarios subrayaron que, si bien Internet está cambiando muchas cosas, sólo recoge una fracción de lo que necesitan y que existen muchas más fuentes de información que las bibliotecas se encargan de preservar. En una pequeña sesión sobre material bibliográfico antiguo, se puso de manifiesto la importancia de conservar los fondos antiguos tanto para la investigación sobre la historia de la Astronomía como para poder descubrir fenómenos astronómicos que se producen a intervalos largos de tiempo.

La colaboración entre bibliotecas y servicios de información es fundamental. En este sentido, bibliotecarios de Alemania y Francia han presentado algunas iniciativas para crear servicios de documentación en Astronomía que sean responsables de facilitar, en un plazo de tiempo razonable, la información requerida. En la India, distintas instituciones astronómicas se han unido para crear una red de bibliotecas que les permita compartir recursos, reducir costos y colaborar entre bibliotecarios para mejorar sus servicios. En la última sesión del congreso se debatió sobre las posibles formas de optimizar la comunicación entre las bibliotecas en Astronomía en la era digital. Si bien existe ya una gran cooperación y comunicación a nivel mundial gracias, en particular, a las listas de distribución de mensajes electrónicos disponibles para bibliotecas astronómicas, como Astrolib y EGAL (*European Group of Astronomy Librarians*), la organización de congresos como LISA III cada tres o cuatro años permite estrechar aún más los lazos entre bibliotecarios en Astronomía de todo el mundo, además de actualizar sus conocimientos.

"Amigos de LISA"

"Amigos de LISA" (*Friends of LISA*) es un comité creado cuando se organizó el primer congreso, en 1987, para recoger fondos de instituciones astronómicas, proveedores de información, asociaciones profesionales e incluso de particulares para ofrecer becas de viaje y estancia a bibliotecarios en Astronomía de países desfavorecidos o a aquellos colegas que no puedan contar con financiación de las instituciones para las que trabajan. Este comité se pone en marcha cada vez que se organiza un congreso LISA; en esta ocasión formaban el comité de Amigos de LISA III Ellen Bouton y Ron Enders, del Observatorio Nacional de Radio Astronomía (EEUU); Brenda Corbin, del

Observatorio Naval (EEUU); y Marlene Cummins, de la Universidad de Toronto (Canadá). Gracias a su esfuerzo, Amigos de LISA III consiguió recaudar fondos de fuentes muy diversas que han permitido ofrecer bolsas de viaje y estancia a 19 participantes de Argentina, Chile, Estados Unidos, Finlandia, India, México, República Checa, Rusia y Ucrania, que sin esas ayudas no hubieran podido asistir al congreso.

Actas del congreso

En el debate entablado durante el congreso sobre la edición de un 'volumen' puramente electrónico o de un volumen convencional en papel que recogiera las actas del congreso, publicadas por la Sociedad Astronómica del Pacífico (ASP), ganó sin duda la edición en papel, aunque acompañada, por una edición electrónica. **"Era notable que entre los participantes existía todavía mayor respeto por una publicación en papel -señala Heinz Andernach- y, por otro lado, el libro dará a los astrónomos una mejor imagen de los bibliotecarios, ya que para ellos esta serie de memorias ASP tiene mucha reputación.**

Andernach participó en la edición de las actas. **"Para mí era la primera experiencia como editor de todo un volumen, y me resultó más interesante de lo que pensaba"**, asegura. Siendo el único astrónomo entre los 4 editores le costó trabajo convencer a las co-editoras de la necesidad de mantener el estándar de las memorias de la serie ASP (comúnmente de contenido puramente científico), por ejemplo, en términos de límite de páginas, estilo del inglés, claridad del texto, etc. **"Al final -señala-, parece que llegamos a un resultado satisfactorio no sólo para los cuatro editores, sino también -según varios comentarios que hemos recibido- para muchos de los participantes del congreso."** El interés y los esfuerzos que Heinz Andernach, astrónomo y científico 'puro', ha destinado a hacer accesible a los astrónomos la información contenida en Internet y en bases de datos electrónicas se reflejan en el hecho de que es él quien, entre otras tareas, se ocupa de la biblioteca en el Departamento de Astronomía de la Universidad de Guanajuato, que no tiene recursos para contratar a un bibliotecario dedicado exclusivamente a este trabajo.

Las actas del congreso han sido publicadas como el volumen 153 de la colección *"Astronomical Society of the Pacific Conference Series"*, en noviembre de 1998. La editorial ASP ha permitido a los editores mantener una versión electrónica de las actas en la siguiente dirección: <http://www.eso.org/gen-fac/libraries/lisa3/>



Heinz Andernach



Participantes en la Euroconferencia LISA III.



Cartel anunciador de la Euroconferencia.

COMITÉ ORGANIZADOR CIENTÍFICO:

P. Boyce, U. Grothkopf, H. Andernach, J. C. del Toro Iniesta, P. Hingley, E. Lastovica, F. Murtagh, A. Rodas, M. Gomez, S. Stevens-Rayburn, M. Wolf.

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL:

J. C. del Toro Iniesta, M. Gomez, M. Murphy, A. Bacallado, L. Abellán, J. Burgos.

ENTIDADES FINANCIADORAS :

Unión Europea, Cabildo Insular de Tenerife, Dirección General de Universidades e Investigación del Gobierno de Canarias, Iberia, Patronato de Turismo del Cabildo Insular de Tenerife, Patronato de Turismo del Cabildo de La Palma, Ayuntamiento de la Orotava.

Dirección en Internet:

<http://www.iac.es/biblio/lisa/indice.htm>

Euroconferencia "Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs In Stellar Clusters and Associations", celebrada en La Palma, del 11 al 15 de mayo

TANTAS ENANAS MARRONES COMO ESTRELLAS EN LA VÍA LÁCTEA

Organizada por el IAC y financiada por la Unión Europea, del 11 al 15 de mayo, se celebró en la isla de La Palma la Euroconferencia "Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs In Stellar Clusters and Associations" (Estrellas de masa muy pequeña y enanas marrones en cúmulos y asociaciones estelares). En esta Euroconferencia se realizó una revisión detallada del avance producido en los últimos años en el estudio de una nueva clase de objetos astronómicos conocidos como enanas marrones, cuerpos celestes que representan un eslabón entre las estrellas más pequeñas y los planetas gigantes. Con este objetivo, se presentaron los últimos resultados sobre la búsqueda y caracterización de enanas marrones, así como su distribución en la vecindad del Sol y su formación en cúmulos estelares y alrededor de estrellas. Se trataba de la primera de una serie de tres Euroconferencias que han sido aprobadas por la Unión Europea bajo la propuesta del Observatorio de Palermo (Italia), el Departamento de Astrofísica del Centro de Estudios Nucleares de Saclay (Francia) y el Instituto de Astrofísica de Canarias. Las otras dos Euroconferencias, que versarán sobre las propiedades de estrellas de tipo solar y sobre los procesos de formación estelar, respectivamente, tendrán lugar en las islas de Sicilia y Córcega en los próximos años.



Rafael Rebolo

Durante la celebración del congreso se presentó el descubrimiento de «nuevas» enanas marrones, algunas de las cuales son jóvenes y forman parte del cúmulo de las Pléyades (de 120 millones de años de edad y situado a una distancia de 400 años luz). Sus masas se sitúan en el rango desde las 70 hasta las 35 veces la masa del planeta Júpiter. En particular, Roque Pléyades 25 (también llamada Roque 25), que fue observada por primera vez por los investigadores del IAC M^a Rosa Zapatero Osorio y Rafael Rebolo, junto con sus colaboradores de la Universidad de Leicester (Reino Unido) y de la Universidad de Berkeley (Estados Unidos), utilizando el telescopio Isaac Newton, del Grupo ING, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma). Roque 25 es, hasta la fecha, la enana marrón de masa más pequeña conocida en el cúmulo de las Pléyades. Es en este cúmulo donde se ha identificado el mayor número de objetos subestelares y, como consecuencia, las Pléyades son el mejor lugar del cielo donde estudiar la función inicial de masas desde las estrellas masivas hasta las enanas marrones más pequeñas. El conocimiento de dicha función es crucial para el estudio de la teoría de for-

mación estelar y subestelar en nuestra galaxia. Los investigadores del IAC han probado que la formación de enanas marrones mediante el proceso de fragmentación y colapso de una nube molecular progenitora tiene lugar dentro del régimen subestelar por lo menos hasta masas del orden de Roque 25, es decir, unas 35 veces la masa del planeta Júpiter. La función de masas de las Pléyades en el dominio de las enanas marrones crece suavemente (en una representación lineal del número de objetos por unidad de masa en función de este parámetro) hasta valores unas 50 veces la masa joviana. Esto significa que la población subestelar del cúmulo es rica en miembros pero, sin embargo, su contribución en masa a la masa total de las Pléyades apenas corresponde a un porcentaje muy pequeño.

Otras enanas marrones también jóvenes se han identificado en regiones de formación estelar como Ophiucus, el Toro y Orión según las presentaciones de Kevin Luhman (Steward Observatory, Universidad de Arizona), César Briceño (Harvard Smithsonian Center for Astrophysics) y del grupo del IAC, al que también se ha de añadir Víctor Sánchez

Béjar. Estos trabajos, algunos de los cuales muestran la identificación de objetos subestelares con masas cercanas a las 20 masas jovianas, ponen de manifiesto la gran potencialidad que ofrecen los cúmulos jóvenes para el estudio e investigación de las enanas marrones así como para determinar la universalidad de la función de masas en el dominio subestelar. Si la población estelar y de enanas marrones en los cúmulos es representativa de lo que debiera existir en el campo, se esperaría encontrar un número significativo de objetos subestelares flotando libremente en nuestra galaxia.

Una decena de las «nuevas» enanas marrones presentadas en la Euroconferencia por Xavier Delfosse (Observatorio de Grenoble), James Liebert (Steward Observatory, Universidad de Arizona) y Charles Beichman (IPAC) están en la vecindad del Sol, a distancias comparables a las de las estrellas más cercanas. Estos descubrimientos son el resultado de las búsquedas a gran escala que se están realizando en el infrarrojo cercano desde los hemisferios sur y norte con los proyectos DENIS y 2MASS, respectivamente. Con apenas una fracción del orden del 5% del cielo muestreado y ambos proyectos siendo sensibles a la detección de enanas marrones hasta distancias de tan sólo unas decenas de parsecs, el número de objetos subestelares identificados en las proximidades del Sol es alto, con una estadística que se acerca a una enana marrón por grado cuadrado de cielo.

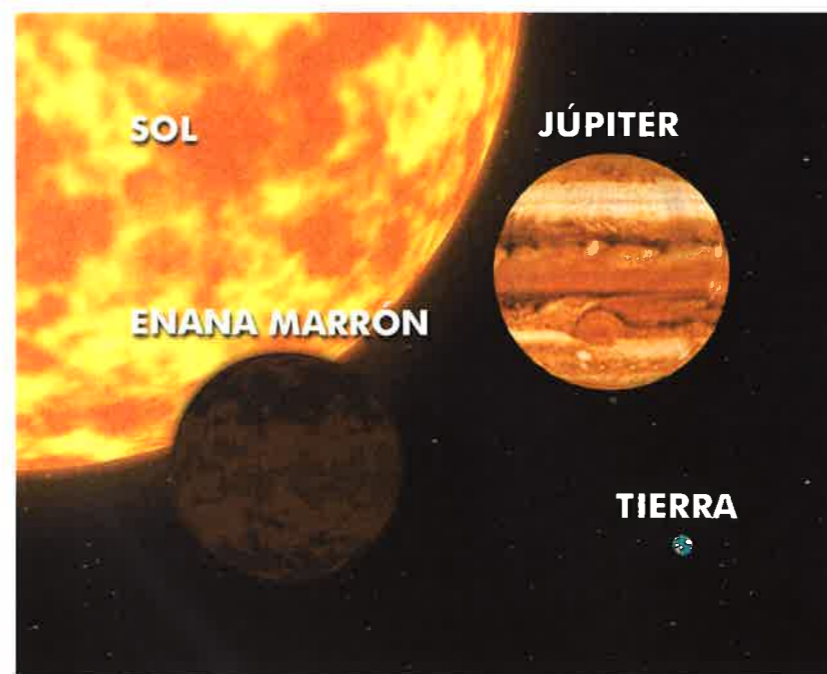
La enana marrón más próxima conocida hasta ahora se encuentra a tan sólo unos 5 parsecs (aproximadamente quince años-luz) de distancia y tiene una masa 65 veces mayor que el planeta Júpiter. Estas nuevas enanas marrones en el campo se han confirmado por la detección de litio en sus atmósferas. Este elemento químico es destruido en las estrellas de masa pequeña pero no en las enanas marrones y planetas. La prueba del litio para confirmar enanas marrones fue ideada hace seis años en el IAC cuando aún no se conocía ninguno de estos objetos. Actualmente, este método es utilizado por astrónomos de todo el mundo para estudiar la naturaleza de candidatos a enana marrón e inferir sus edades y masas. En particular, la prueba del litio aplicada a miembros de las Pléyades ha permitido determinar con gran precisión la localización de la transición entre el dominio estelar y subestelar en este cúmulo. Dicha transición ocurre de forma suave en un intervalo pequeño de luminosidad y temperatura que, a la edad joven de 120 millones de años, corresponde a unos 2800 K y tipo espectral M tardío. Para edades mayores el límite subestelar se desplaza a temperaturas y luminosidades considerablemente más pequeñas.

Enanas marrones dobles

Uno de los resultados presentados por primera vez en esta Euroconferencia fue el posible hallazgo de parejas de enanas marrones formando sistemas binarios visuales. En estas investigaciones, en las



M. Rosa Zapatero Osorio



Tamaños comparativos entre estrellas, como el Sol, enanas marrones, como G 196-3B y Roque 25, y los planetas de nuestro Sistema Solar Júpiter y la Tierra.



Eduardo L. Martín

que participa activamente el grupo del IAC, se han utilizado los telescopios "William Herschel" (de 4.2m de diámetro, el mayor telescopio europeo en el Observatorio del Roque de los Muchachos y perteneciente al Grupo ING), el telescopio "Keck" (de 10m de diámetro, el mayor telescopio del mundo en la isla de Hawai) y el telescopio espacial "Hubble", este último dentro de un programa liderado por Eduardo L. Martín, investigador del IAC actualmente en la Universidad de Berkeley (California, Estados Unidos).

Estos candidatos a ser enanas marrones dobles están localizadas en el cúmulo de las Pléyades, y se estima que sus masas se encuentran en el rango de 70 a 40 masas jovianas. Los investigadores señalaron la importancia de comprobar la naturaleza subestelar de los candidatos y su pertenencia a las Pléyades antes de poder asegurar que se trata de sistemas binarios separados. No obstante, la existencia de enanas marrones dobles en este cúmulo es ya un hecho al verificarse la variación de velocidad radial de PPl 15 con medidas de alta resolución tomadas en el telescopio Keck (Gibor Basri, de la Universidad de Berkeley, y Eduardo Martín). Esta enana marrón de las Pléyades estaría constituida en realidad por dos enanas marrones apenas separadas unas 33 unidades astronómicas y cuyas masas son muy similares (aproximadamente 70 veces la masa joviana). Es la primera evidencia de que los sistemas múltiples de enanas marrones también pueden formarse en la naturaleza. La binariedad entre las enanas marrones es un tema de estudio que ya es posible realizarlo dados los descubrimientos recientes de esta clase de objetos tanto en el cúmulos jóvenes como en el campo.

Materia oscura

Los astrónomos estiman que el número de enanas marrones que pueblan el disco de nuestra galaxia podría ser comparable al de las estrellas, es decir, varios miles de millones. Esta idea surge del resultado de las detecciones positivas de enanas marrones tanto en los cúmulos jóvenes como en la vecindad solar. Sin embargo, no está claro si las enanas marrones contribuyen significativamente a explicar el dilema de la materia oscura de nuestra galaxia, ya que parecen no representar una fracción importante de la masa total de los cúmulos, y además, aún no se han encontrado enanas marrones formadas en épocas cercanas al origen de la Vía Láctea. Los modelos teóricos de evolución de estos objetos (presentados por Gilles Chabrier e Isabel Baraffe, de la *Ecole Normale Supérieure* de Lyon) predicen que estas enanas marrones de mayor masa son como mínimo 40 veces menos luminosas que las enanas marrones de edades como las

"LOS ASTRÓNOMOS ESTIMAN QUE EL NÚMERO DE ENANAS MARRONES QUE PUEBLAN EL DISCO DE NUESTRA GALAXIA PODRÍA SER COMPARABLE AL DE LAS ESTRELLAS (...), SIN EMBARGO, NO ESTÁ CLARO SI LAS ENANAS MARRONES CONTRIBUYEN SIGNIFICATIVAMENTE A EXPLICAR EL DILEMA DE LA MATERIA OSCURA DE NUESTRA GALAXIA."

de nuestro Sol. Su descubrimiento constituye un reto para los astrónomos.

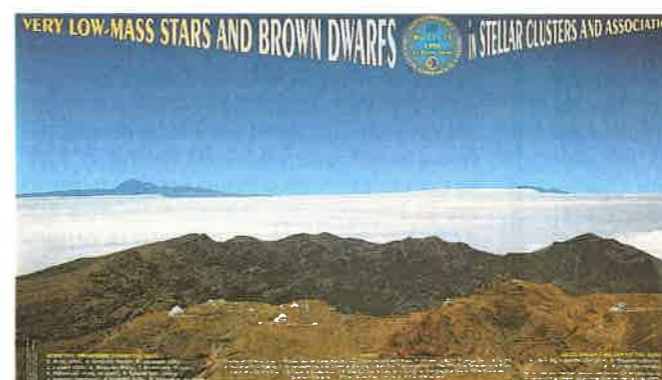
Una nueva clase espectral

Con el hallazgo de las primeras enanas marrones de masas y edades diversas (cúmulos jóvenes en el intervalo de pocos millones de años hasta unos 120 millones de años, y enanas marrones flotando libremente en el campo), ha dado comienzo la caracterización, estudio y comprensión de las propiedades de los objetos subestelares. La enana marrón Roque 25 de las Pléyades y varios candidatos encontrados en las búsquedas a gran escala DENIS y 2MASS presentan colores muy rojos y unas distribuciones energéticas en el visible que resultaban novedosas. Los participantes en el congreso estuvieron de acuerdo en la necesidad de establecer una nueva clasificación espectral que permitiera ordenar los ejemplos de enanas marrones existentes y los previsibles numerosos hallazgos que tendrán lugar en un futuro inmediato.

Desde hacía más de dos décadas no ocurría en Astronomía un hecho similar. Hubo un amplio debate acerca de cuáles deben ser las características más distintivas de los objetos pertenecientes a esta nueva clase, denominada «L», de la que ya se conocen una veintena de objetos. Se identifican rasgos moleculares debidos a hidruros, mientras que las absorciones de los óxidos (típicos del tipo espectral M) se debilitan considerablemente hacia temperaturas más frías. Como consecuencia, la atmósfera de estos objetos se hace más transparente y las líneas de los elementos alcalinos aparecen extraordinariamente intensas. Aproximadamente un tercio de los objetos de la nueva clase L han sido confirmadas como enanas marrones basándose en la prueba del litio. Los modelos de las atmósferas de estos objetos (Takashi Tsuji, de la Universidad de Tokyo, y France Allard, de la *Ecole Normale Supérieure* de Lyon) han avanzado mucho y permiten la estimación de sus temperaturas superficiales (entre 1.200 K y 2.500 K), así como de los compuestos químicos más abundantes (vapor de agua, hidruros, óxidos y partículas de polvo). Los investigadores discutieron la posibilidad de que existieran variaciones significativas en las condiciones atmosféricas en cortos intervalos de tiempo, por lo que estos objetos podrían tener unas condiciones meteorológicas muy activas (lo que se llegó a denominar la "meteorología de las enanas marrones"). También se debatió la posible existencia de enanas marrones aún más frías que las conocidas en las cuales incluso se podría condensar el vapor de agua. Observaciones futuras permitirán comprobar si se cumplen estas interesantes predicciones teóricas.



Grupo de participantes en la Euroconferencia "Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs in Stellar Clusters and Associations".



Cartel anunciador de la Euroconferencia.

COMITÉ ORGANIZADOR CIENTÍFICO:

G. Basri, A. Giménez, R. Jameson, J. Liebert, A. Magazzù, T. Montmerle, R. Pallavicini, R. Rebolo, J. Schmitt, J. Stauffer, H. Zinnecker.

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL:

R. Rebolo, V. Sánchez-Béjar, M. R. Zapatero-Osorio, M. Murphy.

Dirección en Internet:

<http://www.iac.es/vlmbd/vlmbd.html>

LA ASTRONOMÍA ESPAÑOLA AFRONTA EL FUTURO CON OPTIMISMO

Según un reciente estudio publicado en la prensa, la Astrofísica es la ciencia con la mayor producción científica en los últimos cinco años. Este dato no ha sorprendido al presidente de la Sociedad Española de Astronomía (SEA), Juan María Marcaide, para quien "en 15 años, el panorama de esta ciencia ha cambiado completamente y lo ha hecho, en parte, porque hay una instrumentación de vanguardia en Canarias, pero sobre todo porque hay una dinámica propia de una ciencia interesante hacia la que se sienten atraídos jóvenes estudiantes muy inteligentes y para la que internacionalmente hay muchos medios". Y añade que la comparación que podríamos establecer entre el nivel de la Astrofísica en España y, por ejemplo, el de Estados Unidos "es simplemente una cuestión de escala". Una prueba de ello es que los trabajos presentados en la tercera reunión científica de los astrónomos profesionales españoles -celebrada durante cuatro días en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife- "no sólo ha sido lo más representativo de lo que se hace en España, sino también de lo que se hace en el mundo".

Con objeto de fomentar la comunicación y el intercambio de ideas entre los astrónomos españoles, del 21 al 24 de septiembre se celebró en La Laguna, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife, la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA). Organizaban esta reunión el IAC y la SEA, con la colaboración de las Universidades Autónoma (UAM) y Complutense (UCM) de Madrid, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Gobierno de Canarias. Las contribuciones serán publicadas por la editorial holandesa Kluwer, especializada en temas científicos.

"Es muy importante que consigamos que la Astronomía en nuestro país tenga la prioridad que tienen otras ciencias. Tenemos todas las condiciones para que así sea, por lo que esta ciencia supone para el avance del conocimiento, para el impulso del desarrollo tecnológico y para la formación de los individuos", señaló Francisco Sánchez, Director del IAC y Vicepresidente de la *European Astronomical Society*, en la inauguración de la III Reunión Científica de la SEA. El Prof. Sánchez comenzó sus palabras mostrando una fotografía de los participantes en la I Asamblea de Astronomía y Astrofísica, que tuvo lugar en Tenerife en 1975,

"una reunión de astrónomos profesionales de entonces equivalente -recordó- a la que ahora se celebra, cuando la Astrofísica española ha logrado un puesto respetable en la comunidad científica internacional".

Sobre el futuro de la Astronomía española, Francisco Sánchez también comentó con optimismo: "Los avances científicos mostrados en esta reunión, junto con la actividad tanto en tierra como en el espacio de los astrofísicos españoles, pone de manifiesto la pujanza de la Astronomía en nuestro país. Hecho mucho más notorio si se tiene en cuenta que esta rama de la ciencia es una recién nacida en España, siendo Canarias, precisamente, su primera cuna".

Por su parte, M. Teresa González de la Fe, Directora General de Universidades e Investigación del Gobierno de Canarias y presente en esta inauguración, señaló que "para el Gobierno de Canarias y para la Consejería de Educación es una apuesta muy importante todo el progreso ligado al Gran Telescopio de Canarias y consideramos que quizá este proyecto pueda impulsar el desarrollo de sectores productivos del Archipiélago que diversifiquen un poco la tradicional imagen turística y

de servicios de las Islas". También destacó que al crecimiento de la astronomía en España, "se le une otro atractivo que es su tremenda popularidad, quizá porque los astrónomos hayan reemplazado a los filósofos en las preguntas por el origen del Universo, que es una vieja pregunta tanto de la filosofía como de las grandes religiones".

En palabras de José Miguel Rodríguez Espinosa, Presidente del Comité Organizador de esta reunión y director científico del "Gran Telescopio Canarias", "se trata de la reunión científica de la SEA más numerosa (más de 120 participantes) de las celebradas hasta ahora. Pero más importante que el número es la calidad científica de las ponencias presentadas, que han estado a la altura de los congresos internacionales de mayor prestigio. Es una prueba más del nivel alcanzado por la Astrofísica en España."

La SEA se creó en noviembre de 1993. Desde entonces se reúne bianualmente (las dos reuniones científicas anteriores tuvieron lugar en Alicante y San Sebastián, en 1994 y 1996, respectivamente). Fomentar la actividad astronómica es el principal objetivo de esta asociación de los astrónomos y astrofísicos profesionales españoles, que ya cuenta con más de 400 miembros y que forma parte de la *European Astronomical Society*. La SEA pretende proporcionar un foro de discusión sobre temas de interés común y está abierta a todos los investigadores y estudiantes en el campo de la Astronomía, así como a todas aquellas personas e instituciones interesadas en contribuir al desarrollo de esta disciplina en España.

Planetas extrasolares

En correspondencia con uno de los temas de mayor actualidad (el anuncio del descubrimiento de dos nuevos planetas extrasolares), esta reunión de la SEA contó con la presencia de Michel Mayor, del Observatorio de Ginebra y descubridor del planeta en torno a la estrella 51 Peg, el primero hallado fuera de nuestro Sistema Solar (ver entrevista en *IAC Noticias 1998*. Págs. 38-40). Según una apreciación personal de este científico, pero compartida por sus colegas, "el 100% de las estrellas pueden tener planetas a su alrededor". Y añade: "Una prueba es que el 'Telescopio Espacial Hubble' ha observado en la nebulosa de Orión que todas las estrellas jóvenes, en vías de formación, tienen discos. Todas las estrellas están formando planetas".

Otro tema de interés en esta reunión fueron las «explosiones de rayos gamma» (conocidas por sus siglas en inglés GRB, de *Gamma Ray Bursts*), descubiertas en 1967, que son hasta el momento los fenómenos conocidos más energéticos del Universo después del Big Bang. Actualmente los nuevos detectores nos permiten observar alrededor de dos explosiones diarias, según Alberto Castro-Tirado, del LAEFF (Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental), quien dio una conferencia en la reunión de la SEA sobre este tipo de objetos. El origen físico de las GRB sigue siendo un misterio y sólo las observaciones de sus contrapartidas en otros rangos nos pueden ayudar a resolverlo. Por ahora sólo podemos decir que las contrapartidas de las cuales se han podido tomar espectros son objetos extragalácticos y muy lejanos.

Jesús Gallego, otro de los conferenciantes invitados, dio una charla sobre la evolución de las galaxias que presentan formación estelar y sobre la densidad del ritmo de formación estelar en el Universo. En distintas épocas de la vida del Universo parece que las galaxias han estado formando estrellas a diferentes ritmos. Jesús Gallego y su equipo comentan que "usando la muestra de galaxias de la Universidad Complutense de Madrid -centro en el que trabajan- han determinado el ritmo de formación estelar en el universo local". Tras un estudio de galaxias situadas a diversas distancias y, por tanto, en diversos instantes del Universo, parece que hubo una época muy activa de formación estelar hace 8.000 millones de años.

Misiones espaciales

La Astrofísica española está implicada en todo tipo de proyectos "no hay zonas desatendidas", apunta Marcaide, y cada vez es mayor la participación de grupos españoles en misiones espaciales. En esta reunión se presentaron tanto resultados de misiones pasadas (HIPPARCOS, ISO, ...) como futuros proyectos espaciales ya aprobados (FIRST, PLANCK, XMM, INTEGRAL, ...) o pendientes de aprobación (DARWIN, GAIA, ...).

El Prof. Michael W. Feast, de la Universidad de Ciudad del Cabo (Sudáfrica), presentó los resultados sobre la escala de distancias obtenidos a partir de los datos del satélite HIPPARCOS, lanzado por la Agencia Europea del Espacio en 1989 para establecer con precisión las distancias de más de 100.000 estrellas. Según



Michel Mayor



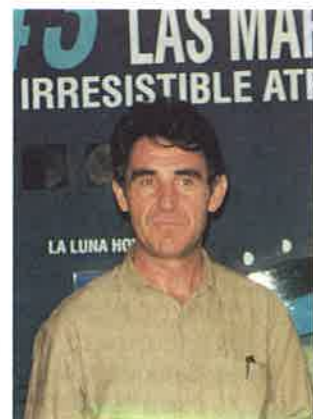
Michael Feast



José Miguel Rodríguez Espinosa

CONFERENCIANTES INVITADOS:

Michel Mayor
(Obs. de Ginebra, Suiza).
Alberto Castro-Tirado
(INTA-LAEFF).
Michael Feast
(Univ. de Ciudad del Cabo, Rep.
de Sudafrica).
José Cernicharo
(CSIC).
Jesús Gallego Maestro
(Univ. Complutense de Madrid).
David Koo
(Obs. de Lick, EEUU).



Juan María Marcaide



José Cernicharo

este investigador, gracias a los paralajes de estrellas variables obtenidos con este satélite se han podido estimar con mayor exactitud las distancias de los cúmulos globulares (objetos esféricos formados por cientos de miles de estrellas y situados en el halo galáctico). Calcular estas distancias son de vital importancia para establecer la edad de los cúmulos globulares, ya que son tan viejos como sus respectivas galaxias, y con ello, a su vez, determinar la edad del Universo. Y la exactitud en este caso es muy importante: "un cambio en la distancia de un 10% cambia la edad en un 20%", señala Feast, quien participó en la X Escuela de Invierno organizada por el IAC, la X Canary Islands Winter School of Astrophysics, celebrada en noviembre y dedicada a los cúmulos globulares.

José Cernicharo, del CSIC, en una conferencia sobre la astrofísica en el infarrojo habló de lo que puede ser considerado el "legado" del satélite ISO (*Infrared Space Observatory*), y el "futuro" de FIRST (*Far Infrared Space Telescope*), una nueva misión de la ESA en colaboración con la NASA para el 2007.

Uno de los resultados espectrocópicos más importantes de ISO, según Cernicharo, ha sido descubrir que el vapor de agua en las nubes moleculares, donde se forman las estrellas, es mucho más abundante de lo que se pensaba, hasta el punto de hacernos revisar la física y la química de estas nubes. "Suponíamos que había agua en el medio interestelar, y con ISO se ha detectado en forma de vapor y en forma de hielo en los granos de polvo", explicó este investigador. FIRST permitirá estudiar objetos mucho más débiles y profundizar en el contenido de la nubes moleculares. "Si ISO nos ha dejado ver la punta del iceberg, ahora queremos ver el iceberg entero", concluye este astrofísico.

España participará en la instrumentación de FIRST: el IAC (que ya participó con un instrumento en el satélite ISO) construirá, dado el volumen de información astronómica que se generará con este satélite, los módulos de compresión de datos de dos de los instrumentos que van a bordo de FIRST. El Observatorio Astronómico Nacional construirá los amplificadores de bajo ruido que van instalados en un espectrómetro de muy alta resolución. Y Jose Cernicharo será, además, uno de los tres científicos europeos responsables de la misión.

Grandes telescopios

Invitado a la reunión de la SEA estuvo David Koo, del Observatorio de Lick



David Koo

(California), quien pronunció una charla sobre los hitos alcanzados con el telescopio Keck, de 10 metros, en la exploración de las galaxias distantes. "Este telescopio -dijo- evidentemente ha sido el factor que ha permitido identificar galaxias extraordinariamente lejanas que son muy débiles. Pero es una lástima -añadió- que sólo podamos aprovechar una diezmilésima parte de la capacidad del telescopio, en parte por problemas de dinero y en parte por problemas de instrumentación, especialmente la relacionada con detectores".

José Miguel Rodríguez Espinosa informó del estado actual de este proyecto (GTC), que se encuentra en la fase de desarrollo prevista. A su charla siguieron otras sobre los esfuerzos que distintos grupos están haciendo con el fin de proporcionar instrumentación de vanguardia para este telescopio.

Oxígeno en el Universo

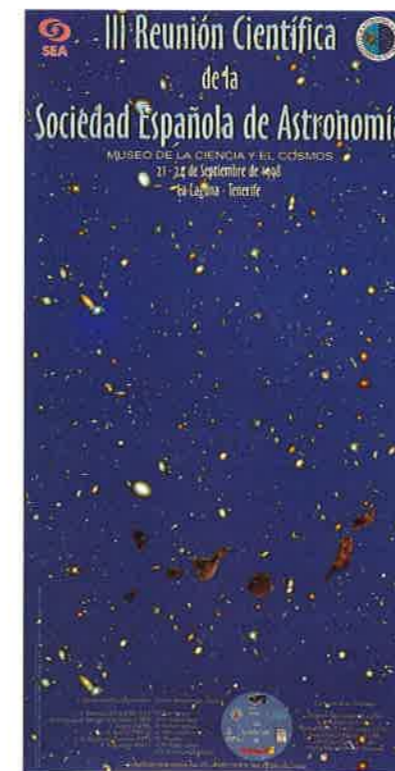
Los investigadores del IAC Rafael Rebolo, Ramón J. García López y Garik Israelian presentaron en la SEA y, simultáneamente, en los «Recontres» del Observatorio de París 1998, un estudio sobre el contenido de oxígeno en una muestra de las estrellas más antiguas de nuestra galaxia, que demuestra que este elemento se produjo de forma mucho más abundante de lo que hasta ahora se creía en las primeras etapas de la vida de la misma.

El oxígeno es un elemento que se sintetiza en las explosiones de las supernovas conocidas como de tipo II (aquellas que tienen como progenitores a estrellas más masivas que ocho o diez veces la masa del Sol). El estudio realizado demuestra que las primeras supernovas en nuestra galaxia produjeron proporciones de oxígeno relativas al hierro superiores en un factor 10, unas tres veces mayores de lo que se pensaba hasta el momento.

El oxígeno es el elemento más abundante en las estrellas después del hidrógeno y el helio, y desempeña un papel fundamental en su evolución. Este contenido más alto de oxígeno en las estrellas más antiguas exige revisar las actuales estimaciones de edad para las mismas. El trabajo presentado concluye que estas estimaciones deben ser reducidas en unos mil o dos mil millones de años, lo que evita cualquier controversia entre la edad estimada para nuestra galaxia a partir de sus estrellas más antiguas y la edad del Universo obtenida a partir de medidas de su ritmo actual de expansión (parámetro de Hubble).



Grupo de participantes en la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA).



Cartel anunciador de la reunión

COMITÉ CIENTÍFICO ORGANIZADOR:

X. Barçons, R. Domínguez Tenreiro, J. Gorgas, J. M. Ibáñez, J. M. Rodríguez Espinosa, A. Talavera.

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL:

B. Mederos, J. Cepa Nogué, M. Collados Vera, G. Gómez Velarde, A. Herrero Davó, M. Murphy, A. Pérez García, J. M. Rodríguez Espinosa.

ENTIDADES COLABORADORAS:

Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife, Ayuntamiento de La Laguna, Iberia, Unelco.

Dirección en Internet:

<http://www.iac.es/proyect/sea/principal.html>
<http://www.iac.es/gabinete/noticias/iacnotas/finsea98.htm>
<http://www.iac.es/gabinete/noticias/iacnotas/1dsea98.htm>
<http://www.iac.es/gabinete/noticias/iacnotas/sea98.htm>

Euroconferencia "The Evolution of Galaxies on Cosmological Timescales", celebrada en Tenerife, del 30 de noviembre al 5 de diciembre

GALAXIAS EN EL TIEMPO

Organizada por el IAC y la Unión Europea, del 30 de noviembre al 5 de diciembre se celebró en Puerto de la Cruz (Tenerife) la Euroconferencia «The Evolution of Galaxies on Cosmological Timescales» ("La evolución de las galaxias a escalas cosmológicas"). Este Congreso, que reunió a más de 100 especialistas de 25 países, fue uno de los más relevantes celebrados en España en el campo de la Física extragaláctica en los últimos tiempos y estuvo relacionado con el congreso *Evolutionary Phenomena in Galaxies*, celebrado en 1988, también en el Puerto de la Cruz. En aquella ocasión, los expertos analizaron la evolución de las galaxias basándose en observaciones de alta calidad de nuestras galaxias vecinas, hasta unos 50 millones de años luz de la Tierra. En la última reunión, sin embargo, se contaba con datos del cielo profundo gracias a las observaciones del Telescopio Espacial Hubble y de los grandes telescopios terrestres.

Hace diez años, el IAC organizó una reunión sobre "Fenómenos evolutivos en galaxias" con el fin de hacer un repaso detallado de la evolución de las galaxias y en la que participaron tanto astrónomos observacionales como teóricos. Aquella reunión se concentraba en fenómenos observables en galaxias cercanas sin hacer extrapolaciones a objetos más distantes. Por entonces se descartó el material observacional con un corrimiento al rojo lo bastante alto como para proporcionar datos de las etapas iniciales de las galaxias, pues se consideró que su calidad no garantizaba a los teóricos la posibilidad de elaborar modelos detallados.

La situación ha cambiado mucho a lo largo de una década, en parte gracias a los avances del telescopio espacial "Hubble" y a la nueva generación de grandes telescopios terrestres como los del Observatorio del Roque de los Muchachos. En esta ocasión, los organizadores quisieron unir los dos aspectos: fenómenos evolutivos estudiados a partir de un análisis profundo de las poblaciones estelares y el gas, en galaxias cercanas, con los nuevos datos, tanto espectroscópicos como fotométricos, de galaxias lejanas. El amplio programa puso el énfasis en la síntesis de poblaciones y la evolución química del Universo.

"Una revolución en nuestra percepción sobre la formación de las galaxias en los últimos años —afirma John Beckman, Profesor de Investigación del CSIC y Presidente del Comité Científico Organizador de esta reunión— ha sido darnos cuenta de que las galaxias en nuestro entorno no se formaron de golpe hace miles de millones de años, sino que están en un proceso de formación conti-

nua, a causa de una lluvia de gas intergaláctica y galaxias pequeñas que van cayendo sobre una galaxia típica durante toda su vida, y que afectan a toda su evolución."

En este sentido, destaca la aportación de Leo Blitz, de la Universidad de California (EEUU), sobre los procesos de acreción de la Vía Láctea. Blitz y su equipo sugieren la existencia de nubes de hidrógeno de origen y posición desconocidos que forman parte del Grupo Local, con lo cual deben haber permanecido estables durante mucho tiempo. "Su dinámica es compatible —asegura Blitz— con la posibilidad de que hayan estado cayendo sobre la Vía Láctea. Hemos hecho simulaciones que sugieren que esa es la forma en que la Vía Láctea se formó y ha ido creciendo. Sostenemos que nuestra galaxia está aún en proceso de formación partiendo de esas nubes; además, el tipo de formación estelar que observamos en la Vía Láctea está posiblemente alimentada por esas nubes. Hay una continua precipitación de materia sobre la Vía Láctea y si eso es válido para el caso de nuestra galaxia, probablemente también lo es para la mayoría de las galaxias. No es que sea un proceso infinito, existe una determinada cantidad de materia y el proceso termina cuando ésta se agota. Pero pasará mucho tiempo antes de que se agote, probablemente no estamos aún a mitad de camino."

Espiral barrada

En los últimos cinco años se ha reconocido que nuestra galaxia, la Vía Láctea, no es una "espiral normal" sino una espiral barrada. Varias líneas de evidencia han convergido para dar este resultado,

entre ellas medidas del campo de velocidad del gas en el plano, mediante CO₂, por Leo Blitz, y mediante hidrógeno atómico por otros autores; medidas de la distribución de la radiación en el infrarrojo lejano en el plano por el satélite COBE y el cartografiado infrarrojo cercano del TMGS del grupo del IAC. Una descripción de este último trabajo fue presentada en el congreso por Francisco Garzón, del IAC. Este descubrimiento supuso en su momento un importante cambio cualitativo en las teorías de su evolución y en los mecanismos que dan lugar a la formación estelar. Hoy se puede decir que, en general, hay acuerdo sobre la existencia de la barra en la Vía Láctea, aunque hay un debate muy interesante sobre su tamaño y orientación, donde todavía existen discrepancias. Aún hay problemas para explicar el gas, que no está centrado en torno al centro de la barra, como cabría esperar, y existe un fuerte *tilt* en el gas atómico que es imposible de explicar si se da una situación de equilibrio. "Si el gas fluye hacia el interior por primera vez y es dinámicamente muy joven, quizá podríamos explicarlo —señala Blitz—, pero la razón de que penetre en la Galaxia y con ángulos tan extraños es algo que no ha sido predicho por ningún teórico; aunque las observaciones lo demuestran claramente, está aún por explicar."

No obstante, parece ser que hubo una época de máxima formación, de máxima actividad galáctica y estelar hace unos 10.000 millones de años, cuando se establecieron las bases de la situación actual. "Con la puesta en marcha de nuevos telescopios ópticos de gran diámetro, y de nuevos telescopios milimétricos —asegura J. Beckman—, estamos en la frontera de otra revolución, que promete llevar nuestro conocimiento más hacia atrás en el tiempo, hasta la época de oscuridad al principio de la formación de las primeras galaxias".

El Hubble Deep Field South

De gran interés en esta reunión fue la reciente publicación del *Hubble Deep Field South*, una foto de las profundidades más lejanas del espacio que constituye la contrapartida en el Hemisferio Sur del campo similar en el Hemisferio Norte, realizado también, hace unos años, por el Telescopio Espacial Hubble y que cambió el concepto que tenían los astrónomos de las galaxias en sus etapas más tempranas. Entre los asistentes al congreso se encontraban los mayores especialistas en estos datos, que presentaron un análisis 'relámpago' de los resultados del *Hubble Deep Field* (Imágenes del Campo Profundo del Hubble). Entre ellos destacó Ronald Allen, del *Space Telescope Science Institute*. Para este investigador, lo más importante del *Hubble Deep Field South* es quizá la presencia de un espectro extremadamente detalla-

do de un cuásar que, según todos los pronósticos, va a llamar mucho la atención. El *Hubble Deep Field North* se hizo sin espectrógrafo, sólo con cámaras, mientras que en el *Hubble Deep Field South* sí se empleó un espectrógrafo y entre sus observaciones se encuentra la de un cuásar no excepcionalmente lejano. "No está exactamente en el campo que vemos cuando observamos con el telescopio —explica Allen—, porque el espectrógrafo tiene una posición ligeramente distinta en el cielo y cubre un cuásar, con un corrimiento al rojo de aproximadamente 2. Y se ha obtenido un espectro con un detalle increíble, porque la exposición sobre el campo fue muy larga, con lo que es un espectro muy sensible. Además, —continúa— creo que vamos a conseguir la primera observación detallada de las nubes que se interponen en las observaciones y absorben luz en la línea de visión. Creo que nuestros conocimientos de la cantidad de materia que hay y que no es directamente observable por su brillo, de galaxias con formación estelar del tipo de las que se han presentado en esta reunión, se verán muy impulsados. Podría ser que el espectro del cuásar se convirtiera en el resultado más importante de las observaciones del *Hubble Deep Field South*."

Materia oscura

Del estudio de la dinámica de los objetos celestes se sabe que en el Universo hay mucha más materia de la que se observa. Los astrónomos pueden ver su influencia gravitatoria, pero no reciben su luz ni su radiación. Es invisible a los telescopios y sólo parece inferirse por la atracción gravitatoria que ejerce sobre su entorno: su influencia en la órbita de las galaxias, en la forma en que se disponen los cúmulos de galaxias y sus velocidades. Se cree que el 90% de la masa de todas las galaxias se encuentra en forma de materia oscura dispuesta en una especie de halo en torno a ellas. "Incluso las galaxias enanas o, mejor, especialmente las galaxias enanas, podrían tener esta especie de gran halo a su alrededor", asegura Mike Edmunds, del Instituto de Astronomía de Cambridge (Reino Unido). "Debe afectarles de algún modo, especialmente cuando se producen interacciones entre galaxias, pues los dos halos de materia oscura interactúan también pero, que sepamos, sólo es una interacción gravitatoria." La materia oscura es entonces como una especie de sombra que está ahí, pero que no parece marcar una diferencia importante más que para la dinámica. "Quizá sea precisamente ahí —advierte Edmunds— donde radica la dificultad para nosotros. Podemos incluir la gravedad en nuestros cálculos y estudiar la física asumiendo que existe una interacción gravitatoria y elaborar modelos teóricos. Si existe otro tipo de interacción o cuál es su naturaleza



John E. Beckman



Leo Blitz



Ronald Allen

"CREO QUE NUESTROS CONOCIMIENTOS DE LA CANTIDAD DE MATERIA QUE HAY Y QUE NO ES DIRECTAMENTE OBSERVABLE POR SU BRILLO, DE GALAXIAS CON FORMACIÓN ESTELAR DEL TIPO DE LAS QUE SE HAN PRESENTADO EN ESTA REUNIÓN, SE VERÁN MUY IMPULSADOS A RAÍZ DE LOS RESULTADOS DEL HUBBLE DEEP FIELD SOUTH."

siguen siendo grandes misterios. Una cuestión por resolver para el milenio que viene es averiguar de qué esta hecha esa materia. Ya hay algunos experimentos en marcha, por ejemplo, en Física de Partículas, para ver si pueden observar esas partículas pesadas que atraviesan la Tierra y que mantiene ocupados a todo un ejército de físicos teóricos tratando de elaborar alguna teoría que explique la materia oscura."

Realmente, no se ha avanzado mucho en la explicación de la naturaleza de la materia oscura con respecto a hace diez años, a pesar de que su existencia es hoy universalmente reconocida. Afortunadamente, parece que hoy se puede hacer Astronomía asumiendo simplemente su interacción gravitatoria e incluyéndola como un número más en las ecuaciones. "Pero la situación dista mucho de ser satisfactoria -puntualiza Edmunds-, desde luego, la astronomía será muy distinta una vez haya podido establecerse su naturaleza. La cuestión está en cómo se va a determinar qué es realmente la materia oscura. Quizá el conocimiento de su naturaleza nos llegue no de la astronomía sino de los experimentos de Física de partículas, por ejemplo, o de la propia teoría del Big Bang, si se pudiera hacer una teoría muy detallada en la que se determinara el origen de la materia. Así que quizá sea la Física y no la Astrofísica la que nos permita conocer la naturaleza de la materia oscura."



Bruce Elmegreen

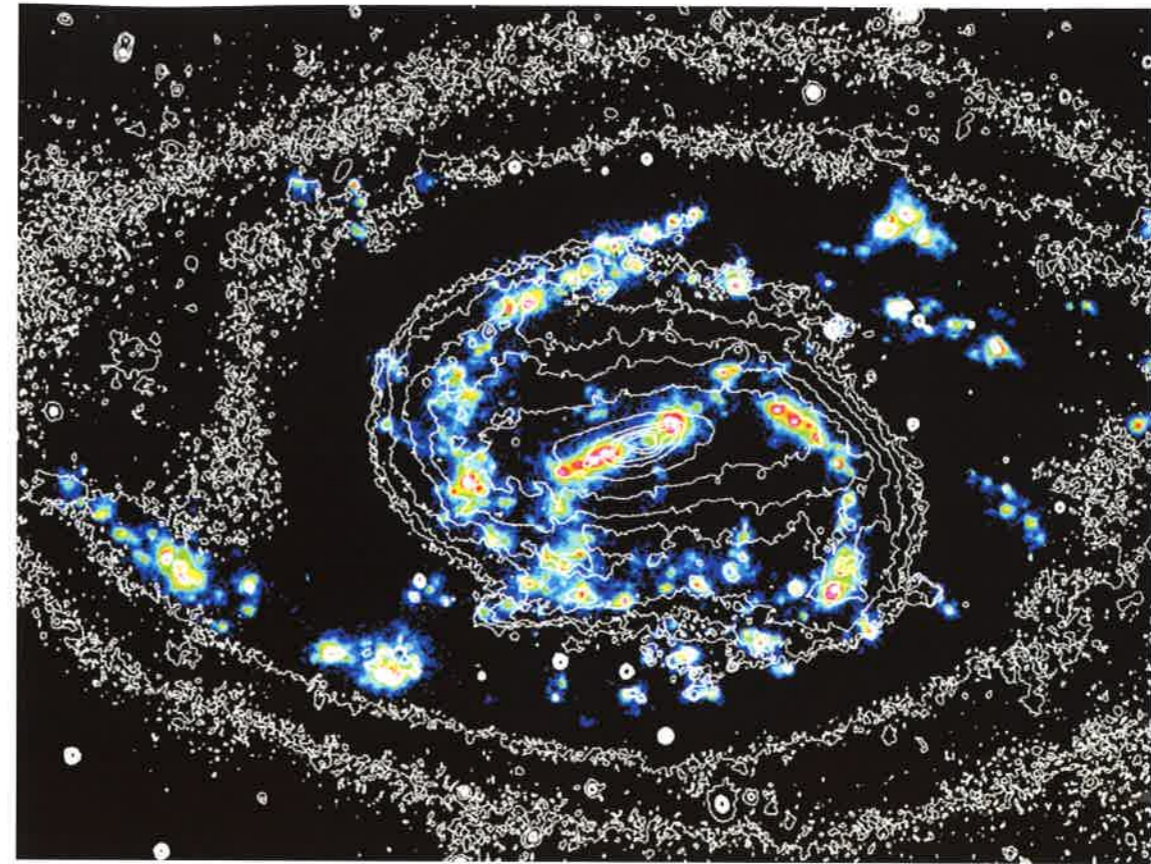
La Función Inicial de Masas

La Función Inicial de Masas (IMF) supone, *grosso modo*, que el número de estrellas disminuye a medida que aumenta la masa, desde estrellas de, aproximadamente, varias veces la décima parte de la masa solar hasta las mayores estrellas observadas, sin que haya un límite aparente al tamaño estelar. Por debajo de varias veces la masa solar hay un receso en el ritmo de formación estelar, y no hay una evidencia clara de que se produzca una disminución en el número de estrellas de muy baja masa, hasta las enanas marrones (por debajo de una décima parte de la masa solar), aunque sí de que pueda haber una disminución por debajo de la décima parte de la masa solar. Es algo muy controvertido. No obstante, existe un consenso general sobre que en estrellas de masa por encima de varias veces la décima parte de la masa solar el número de estrellas disminuye sistemáticamente a medida que aumenta la masa de las estrellas.

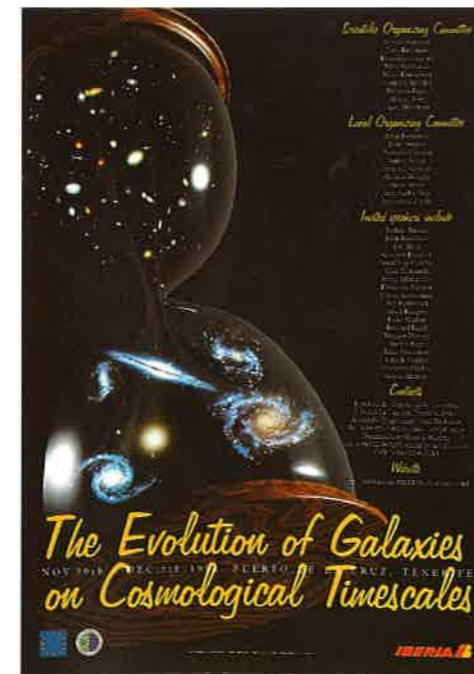
¿Dónde está el origen de todo esto? "El problema -asegura Bruce Elmegreen, del IBM Watson Research Center (EEUU)- viene de antiguo. Este tipo de función de masas se reconoció por primera vez en 1955 y desde entonces

han aparecido unos cien modelos tratando de explicarlo, sin mucho éxito. Quizá hoy podamos avanzar un poco en este sentido porque somos capaces de observar con mucha mayor claridad la estructura de las nubes, las estrellas jóvenes en formación, las condiciones pre-estelares en las nubes, etc. Algunos de los modelos propuestos, admisibles en su momento, quedan hoy descartados, especialmente la observación de que esta función inicial de masas es constante para una gran variedad de condiciones, en cúmulos de galaxias, con un factor de 200 en masa, o un factor de 10 en abundancia de metales, desde edades que incluyen los viejos cúmulos globulares hasta sistemas estelares muy jóvenes cuya función de masas parece ser la misma. La independencia de la densidad estelar en el proceso de formación estelar parece descartar aquellos modelos en los que se contempla la interacción de las protoestrellas entre sí. La independencia de la metalicidad parece descartar los modelos en que la presión de la radiación sobre el polvo frena los procesos de acreción, puesto que la masa estelar final no parece depender de ello."

Pero la parte realmente interesante y misteriosa es que la estructura está presente desde niveles muy inferiores al de la masa de una estrella, posiblemente desde 10^{-4} masas solares, es decir, en el rango de tamaños planetarios, hasta muy por encima de la masa de una estrella como el Sol, es decir, en el rango de las nubes masivas interestelares. Sea cual sea la causa de esto, la turbulencia, la gravedad u otros factores, no se da en forma de cascada partiendo de una gran nube hasta llegar a la masa de una estrella, las estrellas no son el resultado final del proceso de formación de estructura, sino que aparecen en medio de todo el proceso. ¿Por qué? "Pienso -explica Elmegreen- que la estructura es una pista importante para dar con el origen de la función de masas. El conflicto está en cuál es la conexión entre la masa de las estrellas y las estructuras de las nubes. El hecho de que la función inicial de masas sea uniforme, en el espacio y en el tiempo, apoya la posible existencia de algún proceso físico que sea tan uniforme como la turbulencia (la turbulencia tiene una estructura fractal muy característica). El denominador común para la IMF sería la turbulencia, según esta interpretación." No hay evidencias de cambios a largo plazo en la IMF, aunque quizá pudiera haberlas ocultas en forma de variaciones en la metalicidad, o de peculiaridades en el brillo o en la abundancia de metales, etc. "En cualquier caso -concluye Elmegreen-, la falta de cambios evidentes parece apoyar consistentemente la idea de que la turbulencia nos da la estructura de la distribución de la masa estelar"



La galaxia barrada NGC 3359: isocontornos en banda I superpuestos a una imagen en H α . (Proyecto ITP "BARS"). Composición: M. Rozas y A. Zurita (IAC).



Cartel anunciador de la Euroconferencia.

COMITÉ ORGANIZADOR CIENTÍFICO:

N. Arimoto, J. Beckman, F. Combes, M. Edmunds, B. Elmegreen, G. Hensler, B. Pagel, M. Rees, I. Shlosman.

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL:

J. Beckman, J. Burgos, R. Corradi, S. Kemp, S. Lourenso, M. Murphy, M. Rozas, J.C. Vega, A. Zurita.

ENTIDADES PATROCINADORAS:

Instituto de Astrofísica de Canarias, Dirección General de Enseñanza Superior, Ministerio de Educación y Cultura, Dirección General de Universidades e Investigación, Gobierno Autónomo de Canarias, Comisión Europea, Cabildo Insular de Santa Cruz de Tenerife.

ENTIDADES COLABORADORAS:

Patronato de Turismo de Santa Cruz de Tenerife, Centro de Congresos del Cabildo Insular de Santa Cruz de Tenerife, Patronato de Turismo de La Palma, Iberia.

Dirección en Internet:

<http://www.iac.es/MEETINSG/web03/evogals.html>

PRÓXIMAS REUNIONES CIENTÍFICAS



INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC)

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA (La Laguna, TENERIFE)

C/ Vía Láctea, s/n
E38200 LA LAGUNA (TENERIFE), ESPAÑA
Teléfono: 34 - 922 605200
Fax: 34 - 922 605210
E-mail: cpv@iac.es
WWW Home Page: <http://www.iac.es/home.html>
Ftp: [iac.es](http://www.iac.es)

Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)

Teléfono: 34 - 922 605219 y 922 605336
E-mail: otri@iac.es
WWW Home Page: <http://www.iac.es/otri/otri.htm>

Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC)

Teléfono: 34 - 922 605365
E-mail: fdc@iac.es
WWW Home Page: <http://www.iac.es/galeria/tpaz/otpc.html>

OBSERVATORIO DEL TEIDE (TENERIFE)

Teléfono: 34 - 922 329100
Fax: 34 - 922 329117
E-mail: telde@ot.iac.es
WWW Home Page: <http://www.iac.es/ot/indice.html>

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (LA PALMA)

Apartado de Correos 303
E38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA
Teléfono: 34 - 922 405500
Fax: 34 - 922 405501

