

INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS

**MEMORIA
1999**

Indice general

PRESENTACION	3
CONSORCIO PUBLICO IAC	4
OBSERVATORIO DEL TEIDE	6
OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS	7
DISTINCIONES	8
COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT)	9
ACUERDOS	11
GRAN TELESCOPIO CANARIAS	12
AREA DE INVESTIGACION	14
- Estructura del Universo y Cosmología	14
- Estructura de las galaxias y su evolución	22
- Estructura de las estrellas y su evolución	35
- Materia Interestelar	46
- El Sol	53
- El Sistema Solar	63
- Optica Atmosférica	68
- Alta resolución espacial	71
- Diseño y construcción de telescopios	75
- Instrumentación óptica	77
- Instrumentación infrarroja	82
- Astrofísica desde el espacio	90
AREA DE INSTRUMENTACION	99
- Ingeniería	100
- Producción	106
- Acciones de apoyo tecnológico	110
- Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)	112
AREA DE ENSEÑANZA	115
- Cursos de doctorado	115
- Seminarios	116
- Becas	117
- XI Escuela de Invierno: "Galaxias al alto corrimiento al rojo"	118
COLOQUIOS Y SEMINARIOS-TERTULIAS CIENTIFICAS	121
ADMINISTRACION DE SERVICIOS GENERALES	122
- Instituto de Astrofísica	122
- Observatorio del Teide	123
- Observatorio del Roque de los Muchachos	123
- Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC)	124
- Ejecución del Presupuesto 1999	125
CENTRO DE CALCULO	126
BIBLIOTECA	129
PUBLICACIONES CIENTIFICAS	130
- Artículos en revistas internacionales con árbitros	130
- Artículos de revisión invitados (Invited Reviews)	137
- Comunicaciones a congresos internacionales	138
- Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas	144
- Comunicaciones a congresos nacionales	145
- Artículos en revistas nacionales	145
- Publicaciones del IAC	145
- Libros	146
- Tesis doctorales	146
- Tesinas	146
REUNIONES CIENTIFICAS	148
TIEMPO DE OBSERVACION FUERA DE CANARIAS	152
EDICIONES	153
DIVULGACION	156
VISITANTES	163
ORGANIZACION Y RECURSOS HUMANOS	167
PERSONAL	169
DIRECCIONES Y TELEFONOS	180

PRESENTACION

Durante este año 1999, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ha continuado su actividad en todas sus Areas consiguiendo avances significativos, tanto en la investigación astrofísica y en la formación de personal investigador, como en el desarrollo tecnológico y en la difusión de la ciencia. Todo ello queda reflejado suficientemente en esta nueva entrega de la Memoria Anual.

Sin embargo, debo señalar que el IAC sigue encontrando serios problemas administrativos a la hora de reclutar, consolidar y homologar personal y esto es grave porque todos sabemos que, al fin y al cabo, es el equipo humano la esencia de toda organización y la pieza clave para conseguir sus metas.

Mi felicitación por tanto a las personas del Instituto, por su buen trabajo pese a todo. Termino expresando mi esperanza en que, pronto, exista una normativa legal adecuada que facilite y no frene un trabajo ya de por sí tan arduo como es hacer ciencia y tecnología.

**Prof. Francisco Sánchez
DIRECTOR**

CONSORCIO PUBLICO

"INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS"

El Consorcio Público "Instituto de Astrofísica de Canarias" está integrado por la Administración del Estado (a través del Ministerio de Educación y Cultura), la Comunidad Autónoma de Canarias, la Universidad de La Laguna y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Esta fórmula jurídica de consorcio fue una avanzada solución administrativa, consecuencia de un pacto por el que las entidades implicadas, concentrando sus esfuerzos y evitando duplicidades innecesarias, se comprometieron a unificar objetivos y medios en un único ente, al que dotaron de personalidad jurídica propia. Se trataba de que el IAC fuese un centro de referencia, no sólo capaz de cumplir las responsabilidades derivadas de los Acuerdos Internacionales de Cooperación en materia de Astrofísica, sino además de ser palanca para el desarrollo de la Astrofísica en España.

Cada uno de estos entes consorciados aporta algo esencial. La Comunidad Autónoma de Canarias: el suelo y, sobre todo, el cielo de Canarias; la Universidad de La Laguna: el Instituto Universitario de Astrofísica, germen del propio IAC; y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas: su experiencia en relaciones científicas internacionales. El Ministerio de Educación y Cultura, por su parte, no sólo contribuye con el mayor porcentaje al

presupuesto del Instituto, sino que, además, lo proyecta en la Comunidad Científica nacional e internacional.

Especialmente importante es la participación internacional. Téngase en cuenta que la mayoría de las instalaciones telescópicas de los Observatorios del IAC pertenecen a otros organismos e instituciones de investigación europeos.

La participación de las instituciones de los diversos países en los Observatorios se realiza a través del Comité Científico Internacional (CCI). Se produce un "Informe Anual" en el cual se recoge la actividad científica desarrollada en los Observatorios y las mejoras en sus instalaciones. Este informe tiene una amplia difusión internacional.

La contrapartida principal que se recibe por el "cielo de Canarias" es del 20% del tiempo de observación (más un 5% para programas cooperativos) en cada uno de los telescopios instalados en los Observatorios del IAC. Un porcentaje realmente significativo que una Comisión para Asignación de Tiempo (CAT) reparte cuidadosamente entre las numerosas peticiones formuladas por los astrofísicos españoles.

MEMORIA
1999 IAC

4

El IAC lo integran:

EL INSTITUTO DE ASTROFISICA (La Laguna - Tenerife)
EL OBSERVATORIO DEL TEIDE (Izaña - Tenerife)
EL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (Garafía - La Palma)

Se estructura en áreas:

Investigación
Instrumentación
Enseñanza
Administración de Servicios Generales

Organos Directivos

Nº Reuniones

CONSEJO RECTOR

PRESIDENTE	Ministro de Educación y Cultura
VOCALES	Presidente del Gobierno de Canarias Representante de la Administración del Estado Rector de la Universidad de La Laguna Presidente del CSIC Director del IAC

DIRECTOR

Organos Colegiados

COMISION ASESORA DE INVESTIGACION (CAI)

Nº Reuniones

COMITE DE DIRECCION (CD)

40

Consejo de Investigadores	4
Comisión de Investigación	10
Comisión de Enseñanza	7
Comisión de Selección de Becarios	2
Comité del Centro de Cálculo	3
Comité de la Biblioteca	3

COMITE CIENTIFICO INTERNACIONAL (CCI)

2

SUBCOMITES	Finanzas	2
	Operación del Obs. del Roque de los Muchachos	2
	Operación del Obs. del Teide	2
	Calidad Astronómica del Cielo	1

MEMORIA
IAC 1999

COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT)

5

Telescopios nocturnos (sala nocturna)	2
Telescopios solares (sala diurna)	1

OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

- Superficie: 50 hectáreas
- Altitud: 2.390 m.
- Situación: Isla de Tenerife (Islas Canarias/España)
- Longitud: 16°30'35" Oeste
- Latitud: 28°18'00" Norte

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

- Superficie: 189 hectáreas
- Altitud: 2.396 m.
- Situación: Isla de La Palma (Islas Canarias/España)
- Longitud: 17°52'34" Oeste
- Latitud: 28°45'34" Norte

DISTINCIONES

El IAC, Premio Medio Ambiente Isla de Tenerife 1998 del Cabildo Insular de Tenerife

El Pleno del Cabildo Insular de Tenerife, en sesión celebrada el día 5 de febrero de 1999, acordó otorgar el Premio Medio Ambiente Isla de Tenerife 1998 en su modalidad "A", dirigida a Corporaciones públicas de la Isla, al Instituto de Astrofísica de Canarias. La entrega del Premio tuvo lugar el 13 de abril, en el Salón Noble del Cabildo de Tenerife. Al acto asistieron los miembros del Comité de Dirección del IAC, el Administrador del Observatorio del Teide y los responsables de la Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo del IAC.

John Beckman, *Doctor of Science* por la Universidad de Oxford y *Doctor Honoris Causa* por la Universidad Mayor de San Simón, de Cochabamba

John Beckman, Profesor de Investigación del CSIC en el IAC, fue investido, el 6 de marzo, *Doctor of Science* por la Universidad de Oxford, la máxima distinción que concede esta institución y que por primera vez se otorga a un astrónomo. También fue investido *Doctor Honoris Causa* por la Universidad Mayor de San Simón, de Cochabamba (Bolivia), el 6 de octubre. Con motivo de su nombramiento, pronunció la conferencia titulada "El Universo, pasado, presente y futuro".

Luis Bellot, Premio «Día de Canarias de Jóvenes Investigadores»

Luis Bellot, investigador del IAC en Física Solar, ha recibido el Premio "Día de Canarias de Jóvenes Investigadores" en su VI edición, galardón que concede el Gobierno Autónomo de Canarias.

Premio para jóvenes científicos de la UE

La Comisión Europea convoca anualmente un premio para jóvenes científicos (*EU Contest for Young Scientists*), como parte de su Programa de Potencial Humano (*Improving Human Potential Programme*).

La finalidad es fomentar la cooperación y el intercambio entre jóvenes científicos, mostrando al mismo tiempo los mejores trabajos científicos realizados por jóvenes estudiantes europeos. Para poder acceder a este concurso, los participantes deben ser ganadores del concurso para jóvenes científicos a nivel nacional, con lo que representan a su país en el concurso europeo. Los premios consisten en la entrega de una cantidad en metálico, la posibilidad de representar a la UE en foros internacionales (*The Stockholm International Youth Science Seminary The London International Youth Service Forum*), además de un premio especial: la participación en un proyecto organizado por instituciones como el *European Joint Research Centre*, en Ispra (Italia), el Instituto Polar de Noruega, en Spitzbergen (Noruega), la *Royal Geographical Society*, en las Seychelles o el Observatorio Norte Europeo (ENO), en el IAC.

En esta undécima edición de los premios, celebrada en Salónica (Grecia), tres jóvenes científicos islandeses de Reykjavik, de entre 19 y 20 años, dos estudiantes de Física y uno de Ingeniería Electrónica, recibieron el premio especial del jurado para participar en proyectos organizados por el ENO, con lo que disfrutarán de una estancia en el IAC a partir del próximo mes de julio.

Placa de agradecimiento del Club de Leones de La Laguna

El pasado 20 de diciembre, el Club de Leones de La Laguna hizo entrega al Director del IAC, Francisco Sánchez, de una placa de agradecimiento por la colaboración del Instituto de Astrofísica de Canarias en las actividades de este club.

Comendador de Número de la Orden de Isabel la Católica

A petición del Gobierno Autónomo de Canarias, se otorgó a Francisco Sánchez, fundador y director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), el nombramiento de "Comendador de Número de la Orden de Isabel la Católica".

COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT) en los Observatorios del IAC

Entre los objetivos del IAC figura "promover la investigación astrofísica". La forma más directa que tiene el Instituto de actuar en tal sentido es facilitando el uso de tiempo de observación disponible en cada uno de los telescopios instalados en los Observatorios de Canarias. La asignación de tiempo de observación se realiza a través de la "Comisión de Asignación de Tiempo" (CAT), de la que van formando parte toda la comunidad astrofísica española. Las normas sobre su composición y funcionamiento son fijadas por el Consejo Rector

del IAC. Los miembros del CAT no permanecen en él más de 4 evaluaciones consecutivas (2 años). Al final de cada reunión semestral evaluadora, se nombra el vocal correspondiente a la plaza que ha quedado vacante, de tal manera que vayan renovándose los vocales de uno en uno.

El CAT en la sala nocturna, para los telescopios nocturnos, se reunió en dos ocasiones: los días 9, 10 y 11 de junio y los días 29 y 30 de noviembre y 1 de diciembre. Asistieron a las reuniones:

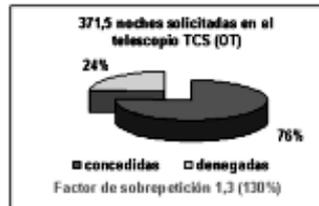
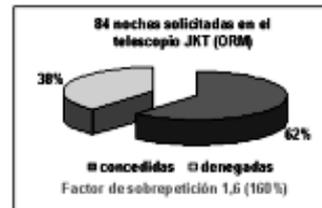
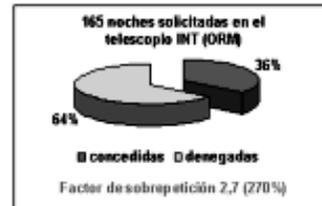
9, 10 y 11 de junio

- *José M. Vilchez*, del IAA (Granada), como Presidente.
- *Elena Terlevich*, del Inst. de Astronomía de Cambridge e INAOE (Reino Unido - México), propuesto por el Comité Científico Internacional.
- *Javier Gorgas*, de la Univ. Complutense de Madrid.
- *Héctor Castañeda*, del Inst. de Astronomía, UNAM (México).
- *Elisa de Castro*, de la Univ. Complutense de Madrid.
- *Evencio Mediavilla*, del IAC.
- *John Beckman*, del IAC.
- *Monica Murphy*, del IAC.

29 y 30 de noviembre y 1 de diciembre

- *José M. Vilchez*, del IAA (Granada), como Presidente.
- *Elena Terlevich*, del Inst. de Astronomía de Cambridge e INAOE (Reino Unido- México), propuesto por el Comité Científico Internacional.
- *Jesús Gallego*, del Inst. de Astronomía, UNAM (México).
- *Javier Gorgas*, de la Univ. Complutense de Madrid.
- *Elisa de Castro*, de la Univ. Complutense de Madrid.
- *Evencio Mediavilla*, del IAC.
- *John Beckman*, del IAC.
- *Monica Murphy*, del IAC.

FACTORES DE SOBREPETICION PARA EL TIEMPO ESPAÑOL EN LOS TELESCOPIOS NOCTURNOS DEL OT Y ORM



* El factor de sobrepetición expresa el número de noches solicitadas por cada noche concedida.

MEMORIA
1999 IAC

El CAT, en su sala diurna distribuyó el tiempo de observación de los telescopios solares en su reunión del 26 de febrero. Asistieron a la reunión:

10

- Valentín Martínez Pilet, del IAC, como Presidente.
- Pere Lluís Pallé, del IAC.
- José Luis Ballester, de la Univ. de Palma de Mallorca.

NOTA: Las resoluciones del CAT, con las propuestas seleccionadas, aparecen detallados en la siguiente direcciones electrónicas:

- telescopios solares <http://www.iac.es/cat/diurno/HOJA.html>
- telescopios nocturnos http://www.iac.es/cat/index_noc.html

por lo que para evitar repeticiones no se incluirán en esta Memoria. (Información: Monica Murphy, Secretaría del CAT)

ACUERDOS

EL IAC, MIEMBRO DE LA ASOCIACION EUROPEA PARA LA INVESTIGACION EN ASTRONOMIA (EARA)

El 15 de enero, el IAC firmó un acuerdo por el que se adhería a la Asociación Europea para la Investigación en Astronomía (European Association for Research in Astronomy, EARA), sumándose al grupo formado por el Instituto de Astronomía de Cambridge (Reino Unido), el Instituto de Astrofísica de París (Francia), el Observatorio de Leiden (Países Bajos) y el Instituto Max-Planck de Ciencias Extraterrestres de Garching (Alemania), cuatro importantes centros de la astronomía europea.

EARA se formó para fomentar y facilitar la colaboración en investigación astrofísica entre los centros que la integran. Para ello promueve el intercambio de investigadores, las visitas de estudiantes y profesores entre sus centros, la realización de tesis doctorales en diversos centros y la celebración de reuniones científicas. Estas reuniones, los *EARA Workshops*, crean un entorno especialmente pensado para que doctorandos y postdocs debatan sobre los temas en los que investigan, siendo con frecuencia cauce para establecer colaboraciones y proyectos conjuntos.

CONVENIO MARCO DE COLABORACION CON EL INTA

Con el fin de impulsar la colaboración en programas y proyectos de carácter nacional e internacional, el IAC y el INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas") firmaron, el pasado día 15 de diciembre, un Convenio Marco de Colaboración prorrogable anualmente. La colaboración entre ambas instituciones se facilitará por medio de estudios, informes y propuestas, así como mediante la creación de comisiones técnicas y grupos de trabajo.

CONCIERTOS ESPECIFICOS DE COLABORACION PARA LA REALIZACION DE PRACTICAS PROFESIONALES DOCENTES EN ALTERNANCIA

Se cumple el sexto año consecutivo de la serie de Conciertos Específicos de Colaboración que el IAC ha suscrito con la Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.

En virtud de estos conciertos, el Instituto acogió este año un alumno de Módulos Profesionales Experimentales para su formación en el IAC como Centro de Trabajo.

ACUERDO CON IBERIA

El 9 de junio de 1999 se firmó por quinta vez y de manera consecutiva un Acuerdo de Cooperación de Marketing entre el IAC e IBERIA, por un importe de 10 millones de pesetas. En virtud de este Acuerdo, la compañía aérea facilitará los desplazamientos de las personas que el IAC determine con importantes reducciones sobre sus tarifas, así como facilidades especiales para congresos en los que participe el Instituto.

Como contrapartida, el IAC se compromete a promocionar la compañía IBERIA en sus diferentes boletines y publicaciones, figurando como patrocinadora y transportista oficial de los congresos o reuniones científicas que se celebren organizados por el IAC durante la vigencia del acuerdo.



D. Javier Alonso Pérez-Guzmán y D. Francisco Sánchez, en el momento de la firma.

CONVENIO DE COLABORACION ENTRE EL IAC Y LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACION DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

El 9 de julio se firmó un convenio de colaboración por el que se ampara tanto la mejora y formación profesional de los alumnos de la Facultad de Ciencias de la Información de dicha Universidad como el desarrollo de proyectos de investigación y la promoción de la mutua y permanente colaboración entre ambas instituciones.

En virtud de este acuerdo, cada curso académico y, preferentemente, en los períodos no lectivos, el IAC acogerá un número de estudiantes de Ciencias de la Información de la Universidad, a determinar por ambas partes cada año, con objeto de que realicen las prácticas adecuadas a la formación profesional de los futuros periodistas.

GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

SE INICIA LA CONSTRUCCION DEL GTC

Siguiendo el plan previsto del Proyecto, en este año 1999 se han realizado las principales contrataciones del GTC y se ha iniciado su construcción.

Los substratos para la fabricación de los segmentos del espejo primario fueron contratados a la empresa alemana SCHOTT GLAS, ubicada en Mainz, Frankfurt. Se ha contratado a esta prestigiosa empresa el suministro de 42 bloques de ZERODUR™ por sus características de bajo coeficiente de expansión térmico, homogeneidad del material y reducidas tensiones internas. SCHOTT comenzará a suministrar estos bloques, de unos 450 kg de peso, a partir de enero de 2000 y hasta finales del año 2001 a un ritmo promedio de dos bloques por mes.



Momento de la firma del acuerdo entre la empresa alemana SCHOTT y GRANTECAN S.A.

La licitación para el pulido de los bloques de ZERODUR™ se inició en el verano y se contratará a principios del año 2000. Esta licitación incluye también la construcción del sistema de soporte de cada segmento. Estos soportes contienen además los sistemas para la deformación de los segmentos con el objeto de corregir los defectos individuales de cada uno de ellos como consecuencia de las diferentes condiciones de operación del GTC.

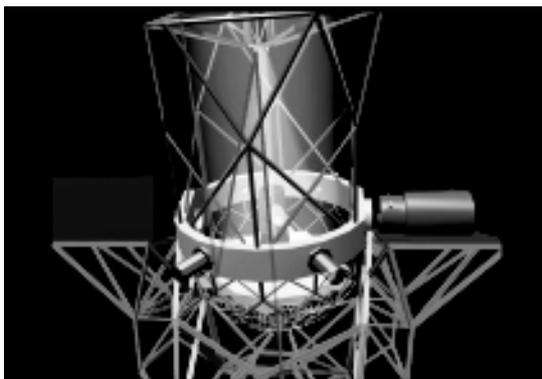
El desarrollo de los prototipos de actuadores y sensores para la correcta posición de los segmentos entre sí formando el conjunto del espejo primario ha continuado a lo largo de este año por parte de las empresas Construcciones Españolas de Sistemas Aeronáuticos (CESA) (Madrid) e ImasDé Canarias (Las Palmas de Gran Canaria). Los actuadores desarrollados se han mejorado en algunas de sus características y se han corregido defectos detectados en los prototipos iniciales. Los sensores de borde se están optimizando en sus características y con vistas a su fabricación final. El banco de pruebas construido por estas dos empresas ha permitido la caracterización de estos elementos y el desarrollo de las estrategias de control del espejo primario. En este campo ha participado el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de La Laguna, Sección Departamental de Computadoras y Control. En este banco de pruebas se ha utilizado el sistema interferométrico desarrollado por el Departamento de Óptica y Optometría de la Universidad Politécnica de Cataluña que ha sido un elemento de referencia importante en todas las medidas realizadas.

La empresa alemana STZ Leuchtentechnik finalizó, satisfactoriamente el estudio de luces contaminantes que puedan llegar a los instrumentos del GTC. Estos estudios han permitido refinar el diseño de determinados elementos del telescopio para minimizar el efecto sobre su instrumentación.

A mediados de 1999 finalizó el Diseño Preliminar de la estructura mecánica del telescopio y sus mecanismos de movimiento y posición, que se contrató a las empresas NFM Technologies (Francia) e IBERESPACIO (Madrid). El diseño final y fabricación de esta estructura metálica y todos sus mecanismos se contrató a finales de año a la UTE

Las empresas ZEISS en Alemania, KODAK en Rochester, Nueva York (EEUU) y REOSC, en Francia, realizaron para GRANTECAN, S.A. sendos programas de desarrollo destinados a resolver los aspectos más conflictivos en la realización del pulido de los segmentos del espejo primario. Algunos de los aspectos analizados fueron la rugosidad residual de pulido y su contenido en frecuencias espaciales y el pulido en el borde de los segmentos. Estas empresas trabajaron también en la definición de los escenarios de producción de los segmentos más adecuados para el GTC.

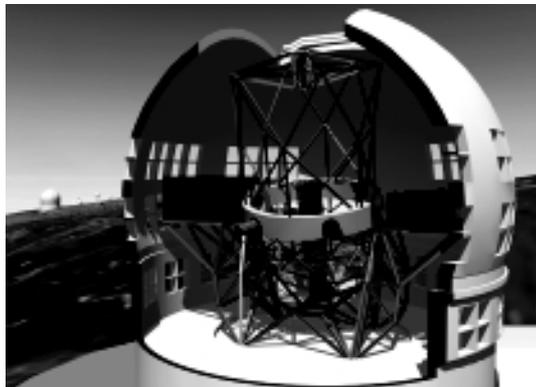
SG, formada por las empresas SCHWART-HAUTMONT (Tarragona) y GHESA (Madrid). Está previsto iniciar su fabricación en septiembre de 2001, tras la finalizar el diseño de detalle. La instalación en el Observatorio se realizará en la primera mitad del año 2002.



El diseño de detalle y construcción de la cúpula del telescopio se contrató a la UTE GMU, formada por las empresas GHESA, Moncainsa (Las Palmas de Gran Canaria) y URSSA (Vitoria). La fabricación de la cúpula comenzará en abril de 2000 y su instalación en el Observatorio del Roque de los Muchachos se realizará a lo largo del año 2001.



La empresa LV Salamanca Ingenieros (Madrid) realizó el diseño de detalle de la obra civil e instalaciones auxiliares del edificio del GTC. Esta obra fue adjudicada a la empresa ACS (Madrid) quien inició el movimiento de tierras y preparación de la carretera de acceso en el mes de octubre. Estas obras se extenderán a lo largo de los años 2000 y 2001 bajo la dirección facultativa de LV Salamanca Ingenieros.



PRIMERA GENERACION DE INSTRUMENTOS

Tras el Anuncio de Oportunidad desarrollado en el año 1998, el Comité Científico Asesor del proyecto GTC, asesorado con el informe de especialistas nacionales e internacionales seleccionó tres de los instrumentos presentados para continuar con sus desarrollos en una fase preliminar. La decisión final de los dos instrumentos de "Día Uno" del GTC se realizará en el año 2000 a la vista de los resultados obtenidos en esta fase previa. Estos tres instrumentos seleccionados fueron:

- *OSIRIS Optical System for Imaging and low-Resolution Integrated Spectroscopy.*

El Investigador Principal es el Dr. Jordi Cepa-Nogué, del IAC.

- *EMIR A Scientific and Instrumental Program for the Gran Telescopio Canarias.*

El Investigador Principal es el Dr. Marc Barcells, del IAC.

- *CANARI-CAM An 8-25 micron Imaging-Spectrograph.*

El Investigador Principal es el Dr. Mark Kidger, del IAC.

A lo largo de 1999 los diferentes consorcios que avalaban cada una de estas propuestas han avanzado en el diseño de estos instrumentos y los resultados obtenidos se someterán a revisión crítica en el año 2000.

AREA DE INVESTIGACION

Corresponde al Area de Investigación la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación científica en el campo de la Astrofísica y en áreas relacionadas con ella. El Area de Investigación está integrada por grupos de investigación de carácter temporal, constituidos específicamente cada uno de ellos para la elaboración y desarrollo de los correspondientes proyectos.

ESTRUCTURA DEL UNIVERSO Y COSMOLOGIA

ABUNDANCIAS DE ELEMENTOS LIGEROS (P2/86)

R. Rebolo.

R.J. García López, G. Israelian y J. Montalbán.

Colaboradores del IAC: C.M. Gutiérrez y J. Casares.

D. Lambert y C. Allende (Univ. de Texas, Austin, EEUU); T. Beers (Univ. de Michigan, EEUU); P. Molaro y P. Bonifacio (Obs. de Trieste, Italia); A. Maeder (Obs. de Ginebra, Suiza).

Introducción

Este Proyecto persigue esclarecer el origen y evolución de algunos de los elementos de menor masa atómica de la Tabla Periódica. Mediante observaciones de estos elementos en distintos contextos astrofísicos se pretende restringir los procesos de nucleosíntesis que los han originado.

Es bien sabido que el litio pudo ser sintetizado en los primeros minutos después del Big Bang. Determinar con precisión la cantidad producida en aquellos instantes permitiría acotar uno de los pocos parámetros libres del modelo cosmológico estándar: la densidad bariónica. Con este fin, investigamos la presencia de litio en diferentes poblaciones estelares de nuestra galaxia (estrellas viejas del halo y del disco, estrellas jóvenes de cúmulos y asociaciones) y también en estrellas peculiares (estrellas de carbono, estrellas en órbita alrededor de agujeros negros y enanas marrones) que podrían producir o preservar su litio inicial.

El berilio, el carbono, el nitrógeno y el oxígeno son elementos que proporcionan información sobre otros procesos de nucleosíntesis en nuestra galaxia, concretamente sobre las reacciones de astillado de núcleos en el Medio Interestelar por impacto de rayos cósmicos y las explosiones de supernovas con progenitores masivos. La evolución de la abundancia de estos elementos está estrechamente ligada entre sí, especialmente en las primeras etapas de formación de la Galaxia. Este estudio pretende esclarecer los mecanismos de nucleosíntesis involucrados en la producción de estos elementos y también obtener información sobre la evolución primitiva de nuestra galaxia.

Evolución del Proyecto

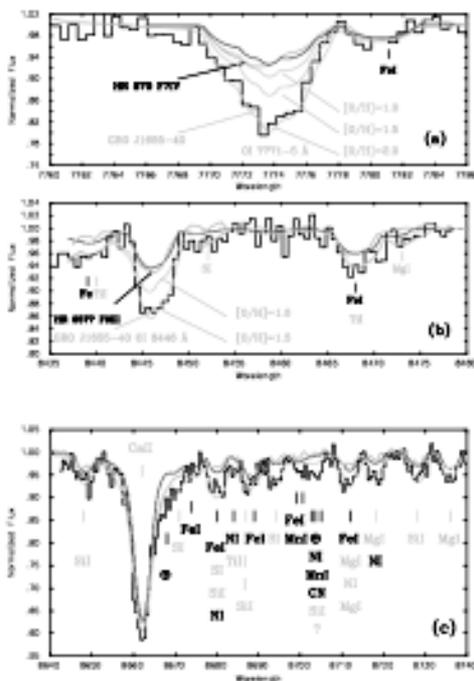
G. Israelian, R. Rebolo y J. Casares en colaboración con E. Martín y G. Basri (Univ. California en Berkeley, EEUU) han concluido el análisis de la composición química de la atmósfera de la estrella que orbita en torno al agujero negro en el sistema Nova Scorpii 1994. Se ha encontrado un alto contenido de elementos α (oxígeno, azufre, silicio y magnesio), mientras que el contenido de hierro es normal y similar al del Sol. Estas observaciones han permitido restringir el contenido de estos elementos en el material que fue expulsado por la supernova progenitora del actual objeto compacto. Las fuertes sobreabundancias de los elementos α , que alcanzan un factor diez con respecto a la de hierro, indican que muy probablemente estemos frente a material procedente de una hipernova, según apuntan los recientes cálculos de K. Nomoto y colaboradores en la Univ. de Tokyo. Se están estudiando otras estrellas que orbitan objetos compactos con técnicas similares, para tratar de establecer las abundancias

relativas de los diversos elementos en el material expulsado durante la explosión como supernova que dio origen a los objetos compactos. Se ha conseguido tiempo de observación en el VLT para examinar la razón isotópica $\text{Li}^7\text{-Li}^6$ en uno de estos sistemas donde la estrella secundaria tiene un alto contenido de litio, posiblemente asociado a la aceleración de partículas en el entorno del objeto compacto.

J. Montalbán y E. Schatzman (Obs. Meudon, Francia) han estudiado los procesos de transporte en estrellas de tipo solar. En concreto, un proceso de transporte inducido por la propagación no adiabática en el interior radiativo estelar, de ondas

internas generadas en la base de la zona convectiva por el flujo turbulento. Se ha calculado cuáles serían, de acuerdo con estos procesos, las abundancias superficiales de Li y Be en función de la edad, masa y velocidad de rotación de las estrellas de tipo solar, y comparado estas predicciones teóricas con las observaciones en cúmulos estelares.

G. Israelian, R. Rebolo y R.J. García López están estudiando el contenido de carbono, nitrógeno y oxígeno en una amplia muestra de estrellas de baja metalicidad enanas o poco evolucionadas para restringir los mecanismos de producción de estos elementos.



Análisis espectral de la estrella que orbita en torno al agujero negro en el sistema GRO J1655-40.

Los espectros de la estrella secundaria en GRO J1655-40 (histograma) fueron obtenidos con el High Resolution Echelle Spectrograph en el telescopio Keck, de 10 m. La dispersión original ha sido reformateada a 0.5 Å/pixel. En los paneles a) y b) se representa, en color azul, espectros sintetizados en equilibrio termodinámico local para un amplio rango de abundancias de oxígeno, con las abundancias indicadas en la notación logarítmica usual referida al contenido de oxígeno en el Sol. En el panel c) se representa el mejor ajuste obtenido a un conjunto de absorciones dominadas por elementos a que también aparecen indicados en color azul. A modo de comparación, en todos los paneles se superponen, en color amarillo, espectros de estrellas de la vecindad del Sol con las mismas características que nuestra estrella secundaria. Se incorporan en color rojo, una síntesis espectral que los reproduce razonablemente asumiendo las abundancias del Sol para estos elementos. La comparación con estas estrellas consideradas plenamente normales pone de manifiesto las notables anomalías espectrales existentes en la estrella secundaria del sistema GRO J1655-40 cuyo origen se atribuye a sobreabundancias de hasta un factor 10 en el contenido atmosférico de elementos α .

ANISOTROPIA DEL FONDO COSMICO DE MICROONDAS (P5/86)

R. Rebolo.

C.M. Gutiérrez, J. Gallegos y J.A. Rubiño.

Colaboradores del IAC: R. Hoyland y J.M. Herreros.

R.D. Davies, R.J. Davis, R.A. Watson, J.F. Macías, D. Harrison (Univ. de Manchester, Reino Unido); P. Scott, R. Saunders, M. Young, A. Lansenby, M. Hobson (Univ. de Cambridge, Reino Unido); N. Mandolesi, L. Valenziano (Inst. TESRE, Italia); F. Atrio (Univ. de Salamanca); E. Martínez-González (IFCA, Santander).

Introducción

El Proyecto persigue determinar las variaciones espaciales en la temperatura del Fondo Cósmico de Microondas a escalas angulares de unos pocos grados. Las fluctuaciones primordiales en la densidad de materia, que dieron origen a las estructuras en la distribución de materia del Universo actual, debieron dejar una huella impresa en el Fondo de Microondas en forma de irregularidades en la distribución angular de su temperatura. Experimentos como el COBE o el de Tenerife han mostrado que el nivel de anisotropía a escalas angulares de varios grados está en torno a 1×10^{-5} . La obtención de mapas del Fondo de Microondas a varias frecuencias y con sensibilidad suficiente para detectar estructuras a estos niveles es fundamental para obtener información sobre el espectro de potencias de las fluctuaciones primordiales en densidad, la existencia de un periodo inflacionario en el Universo muy temprano y la naturaleza de la materia oscura.

Algunos resultados relevantes

Los datos obtenidos con el Experimento de Tenerife hasta 1997 han permitido construir un mapa del Fondo Cósmico de Microondas con resolución 5° que cubre un área de más de 5.000° cuadrados en zonas de alta latitud galáctica. La sensibilidad y resolución mejoran ambas, al menos en un factor 2, las obtenidas por el satélite COBE en la misma región y permiten examinar directamente con relación señal a ruido 3 las fluctuaciones en el Fondo Cósmico de Microondas. A estas escalas, mucho más grandes que el horizonte en la época de recombinación, las fluctuaciones observadas directamente restringen los procesos cuántico-gravitatorios que en la época inflacionaria habrían de dar lugar al espectro de fluctuaciones de la materia en el Universo. Las medidas obtenidas son consistentes con un espectro de índice $n=1$ propuesto en los escenarios inflacionarios.

Evolución del Proyecto

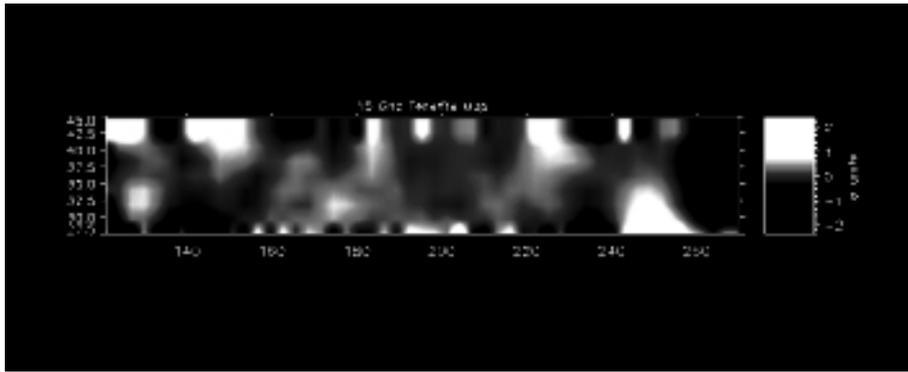
El Experimento de Tenerife con sus tres radiómetros ha continuado en operación diariamente en el OT con el objetivo de completar el muestreo efectuado entre declinación $+20^\circ$ y $+45^\circ$ y mejorar la sensibilidad alcanzada en cada uno de los mapas que se están realizando a 10, 15 y 33 GHz. Se ha concluido un estudio conjunto de los datos de Tenerife y del satélite COBE que utiliza técnicas de máxima entropía para optimizar la información multifrecuencia disponible y separar así la contribución de la galaxia y la del Fondo Cósmico de Microondas en los datos. También se ha realizado un estudio de la correlación entre los mapas de las fluctuaciones en la temperatura del Fondo Cósmico de Microondas medidos por nuestros experimentos y la distribución de cúmulos de galaxias y supercúmulos para imponer cotas sobre la cantidad de gas caliente difuso que vía Scattering Compton inverso podría distorsionar los fotones de microondas.

En lo que respecta al interferómetro de 33 GHz, se ha concluido el análisis de los datos obtenidos en el espaciado largo, de resolución 1° . A esta escala, la amplitud de las fluctuaciones encontradas en la región de declinación $+41^\circ$ es un 50% mayor que en escalas de 2° , también medidas por el instrumento. El ascenso en la amplitud de las fluctuaciones según se aumenta la resolución espacial de las medidas encaja con las expectativas de la mayor parte de los escenarios cosmológicos de geometría plana de acuerdo con un marco de evolución de las fluctuaciones en la densidad de materia por inestabilidad gravitatoria.

Se ha comenzado la instalación del *Very Small Array* en el OT (en colaboración con los grupos de Astrofísica de las Univ. de Cambridge y Manchester). Este nuevo Experimento interferométrico está destinado al estudio del Fondo Cósmico de Microondas en escalas de 10 minutos de arco a 1° . A finales de año se habían instalado ya varias de las 14 antenas con las que cuenta el instrumento incorporando sus respectivos sistemas de recepción y de control electrónico. En el IAC se ha realizado un estudio detallado de cuál es la mejor estrategia observacional con este Experimento para obtener el máximo de información sobre el espectro de potencias de las fluctuaciones primordiales.

Se ha llevado a cabo la fase de calibración astronómica del Telescopio de Ondas Milimétricas (TOM) del Inst. TESRE, recientemente instalado en el OT.

Se ha comenzado la adquisición de datos con los proyectos COSMOSOMAS (cuya instalación se describe en el Proyecto P12/98) y la identificación de las radiofuentes presentes en la región bajo exploración. Este Experimento cuenta con la posibilidad de realizar medidas de la polarización del Fondo Cósmico de Microondas a 10, 13, 15 y 17 GHz en escalas de 1° .



Mapa de la radiación que emergió de la Gran Explosión tal y como ha sido registrado por el Experimento Tenerife a partir de datos obtenidos en el periodo 1990-1997. Las observaciones realizadas por investigadores del IAC y del Obs. Jodrell Bank (Univ. de Manchester, Reino Unido) ponen de manifiesto el nivel de inhomogeneidad en la distribución de materia y radiación en épocas muy cercanas a la Gran Explosión. El mapa, que ha sido obtenido con una resolución de 5° y a la frecuencia de 15 GHz, cubre cerca de un 10% de la bóveda celeste con una sensibilidad y resolución superior a la del satélite COBE. Observaciones a más baja frecuencia, confirman que la mayor parte de las inhomogeneidades detectadas son de carácter cosmológico lo que limita severamente la posible contaminación de otras fuentes. La amplitud de las fluctuaciones, con un nivel de una parte en cien mil, es consistente con las encontradas a escalas más grandes por COBE y son explicables en el escenario cosmológico de la Gran Explosión si existió una fase de expansión inflacionaria en los primeros instantes del Universo. Las variaciones espaciales en la radiación de microondas detectadas por el Experimento de Tenerife proporcionan información sobre las inhomogeneidades en la densidad de materia del Universo primitivo asociadas a procesos de carácter cuántico-gravitatorio que aún no están bien establecidos.

ASTROFISICA RELATIVISTA Y TEORICA (P6/88)

J. González de Buitrago, E. Mediavilla, M. Serra-Ricart, A. Osoz, D. Alcalde, V. Motta, C. Abajas, L. Crivellari, J. Betancort y A. Pérez.

L.J. Goicoechea (Univ. de Cantabria); R. Schild y E. Falco (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); E. Simonneau (Inst. de Astrofísica de París, Francia); A. Ferriz Mas (Univ. de Vigo); F. Atrio Barandela (Univ. de Salamanca); C. Giammanco (Univ. Roma II, Tor Vergata, Italia); L. Popovic (Obs. de Belgrado, Servia, Fed. Yugoslava); M. Ramella (Obs. Trieste, Italia).

Introducción

Lentes gravitatorias

El estudio de las lentes gravitatorias proporciona poderosas herramientas para medir diversos parámetros cosmológicos, tales como la constante de Hubble, la densidad de materia del Universo o la constante cosmológica. La constante de Hubble se puede obtener a partir del retraso entre las curvas de luz de dos imágenes de un sistema múltiple de QSOs y de una estimación de la masa del objeto que actúa como lente. Desde 1995, el grupo está llevando a cabo un seguimiento fotométrico de varios sistemas lente para obtener estimaciones

fiabiles de la constante de Hubble. Por otro lado, para determinar λ_0 y Ω_0 se está estudiando, en colaboración con el grupo de lentes gravitatorias del Harvard-Smithsonian CfA, la incidencia estadística de sistemas múltiples de QSOs en una muestra de radiofuentes adecuadamente seleccionada.

Otra de las aplicaciones de las lentes gravitatorias es el estudio de la materia oscura tanto en galaxias, a partir de la detección de eventos de *microlensing*, como en cúmulos de galaxias, analizando la formación de arcos y el efecto lente débil. Varios de los programas en los que se está trabajando están relacionados con la materia oscura directamente o a partir del estudio de los modelos de lente gravitatoria: detección de eventos de *microlensing* en las curvas de luz de los sistemas bajo seguimiento fotométrico, estudio de los arcos y otras distorsiones que se producen en las regiones cercanas a los cúmulos de galaxias, análisis teórico de la influencia del *microlensing* en las líneas de emisión de los QSOs y observaciones espectroscópicas en 2D de los sistemas lente conocidos.

Evolución de estructuras a gran escala

El objetivo de este Programa es tratar analíticamente la evolución gravitatoria de un campo de fluctuaciones de densidad, de forma que sea posible, entre otras cosas, obtener la estadística del campo actual dado el inicial. Con este fin hay que desarrollar, por un lado, aproximaciones lagrangianas, válidas hasta la formación de cústicas y, por otro lado, aproximaciones que nos permitan tratar la formación de cústicas.

Cosmología

El estudio del crecimiento de estructuras primordiales en el Universo que pueden dar lugar a las estructuras que hoy observamos, tales como supercúmulos, filamentos y vacíos, es uno de los temas de mayor interés en la Cosmología actual. El trabajo se centra en aspectos teóricos y fenomenológicos de la evolución no lineal de las fluctuaciones de densidad, intentando aplicar en lo posible, métodos analíticos que puedan favorecer la comprensión de los procesos que tienen lugar en la formación de estas estructuras.

Nuevos algoritmos para problemas de transporte radiativo. Inversión de observaciones espectrofotométricas de galaxias

El objetivo del Programa de transporte radiativo que llevan a cabo L. Crivellari y E. Simonneau, es la formulación cinética de la teoría de formación de las líneas espectrales, en particular el estudio de las funciones de redistribución. (Estas funciones expresan la probabilidad conjunta de que un fotón, que viaja en una dirección y con una frecuencia dada, sea absorbido y luego reemitido por un átomo, en una dirección diferente y con otra frecuencia). Las observaciones espectrofotométricas con alta resolución espectral y angular disponibles hoy en día, reclaman el cálculo de funciones de redistribución que guarden toda la información sobre los aspectos direccionales de la física del problema. La teoría actual, sin embargo, sólo permite expresar funciones promediadas direccionalmente. Con el fin de superar esta limitación, se ha realizado un estudio detallado de los procesos atómicos que están en el origen de la formación de las líneas espectrales. Este estudio ha dado lugar a una formulación operativa de las funciones de redistribución, que permite expresarlas tanto en función de la frecuencia como de la dirección.

Algunos resultados relevantes

Lentes gravitatorias

- 18 El estudio de la dispersión de velocidades de la galaxia lente del sistema Q0957+561 indica que esta galaxia podría albergar un agujero negro supermasivo de 10 a 100 millones de masas solares. Se ha llevado a cabo espectroscopía 2D del sistema Q0957+561 encontrando evidencias de emisión extensa. La comparación de las curvas de luz de las imágenes de Q0957+561 indica que la componente más lejana al centro de la galaxia está enrojecida. De acuerdo con este resultado, alguna estructura del QSO, posiblemente el disco de acreción, estaría interceptando parte del haz de luz original.

Evolución de estructuras a gran escala

Se ha encontrado una solución lagrangiana, extensión de la aproximación de Zeldovich y función de las mismas cantidades que ésta. La aproximación es exacta a segundo orden para un campo cualquiera, y exacta para fluctuaciones elípticas.

Cosmología

Se ha demostrado que, en el caso de simetría plana, el formalismo euleriano permite llegar a la misma solución exacta que el formalismo lagrangiano. Este resultado permite afirmar, en contra de lo que se ha venido considerando hasta ahora, que la importancia de ambos métodos es similar.

Nuevos algoritmos para problemas de transporte radiativo. Inversión de observaciones espectrofotométricas de galaxias

Determinación de la función de distribución de velocidades de los átomos excitados.

Determinación de la forma y valor del coeficiente de emisión en condiciones de no-equilibrio termodinámico local (no-ETL).

Evolución del Proyecto

Lentes gravitatorias

Este año el grupo de lentes gravitatorias ha concentrado sus esfuerzos en el programa internacional *Gravitational Lenses* (que ha tenido asignado el 5% de Tiempo de los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos en el segundo semestre) y en la redacción y, en su caso, presentación de proyectos de tesis y tesinas de tres de sus miembros (D. Alcalde, C. Abajas y V. Motta).

Se ha continuado con el programa fundamental de seguimiento fotométrico de Q0957+561 y otros sistemas lente desde el telescopio IAC-80. Las nuevas mejoras introducidas en el modelo fotométrico de Q0957+561 nos han permitido detectar un enrojecimiento relativo de la componente más alejada del núcleo de la galaxia. Este resultado es, en principio, inesperado ya que la imagen más cercana al núcleo debería experimentar mayor extinción en la galaxia lente. Se ha propuesto que la extinción diferencial tiene lugar en el QSO, posiblemente en el disco de acreción. El programa de seguimiento en el telescopio IAC-80 se ha visto complementado con las observaciones diarias de Q2237+0305 en el

telescopio NOT que aportarán información muy importante para el estudio del *microlensing*. Se ha desarrollado un nuevo procedimiento de deconvolución utilizando PSFs numéricas para separar las contribuciones de flujo de las diferentes componentes de un sistema múltiple compacto. Parte del modelo fotométrico ha sido aplicado también con éxito en el estudio de cometas.

Con un modelo teórico de esfera isoterma + agujero negro central, se han interpretado las diferentes medidas espectroscópicas existentes (de la Literatura y propias) de la dispersión de velocidades en la galaxia lente de Q0957+561. Los resultados indican la presencia de un agujero negro supermasivo de 10 a 100 millones de masas solares. En varios períodos de observación se ha intentado obtener espectroscopía 2D de los sistemas lente accesibles. A pesar del mal tiempo que ha acompañado a estas observaciones, se han conseguido algunos resultados interesantes del sistema Q0957+561 que indican la existencia de emisión no compacta. También se ha dedicado un gran esfuerzo observacional a la tarea de completar la identificación espectroscópica de las muestras de radiofuentes seleccionadas para determinar la densidad de materia del Universo y la constante cosmológica.

Se han obtenido y analizado varias imágenes de gran campo, identificando, gracias a un nuevo método basado en la teselación de Voronoi, varios cúmulos de galaxias candidatos a poseer arcos gravitatorios.

Utilizando como referencia las últimas estimaciones del tamaño de la BLR, se han elaborado modelos teóricos para estudiar la influencia del *microlensing* en los perfiles de las líneas de emisión anchas. Los resultados obtenidos muestran que la amplificación diferencial de la BLR produciría asimetrías y desplazamientos del pico del perfil que podrían ser detectables en muchos casos, especialmente en el de Q2237+0305.

Evolución de estructuras a gran escala

En este programa llevado a cabo por J. Betancort, se ha encontrado una solución lagrangiana, extensión de la aproximación de Zeldovich, exacta a segundo orden para un campo cualquiera, y exacta para fluctuaciones elípticas. Se ha demostrado que la evolución exacta para un campo cualquiera puede expresarse mediante esta aproximación introduciendo unas variables adicionales. Calculando el error que se comete cuando se omiten estas variables se ha estimado el error de la aproximación.

Cosmología

Una vez concluido el estudio, dentro del formalismo euleriano, del desarrollo de estructuras en el marco de un universo de Einstein-DeSitter, se ha generalizado el tratamiento a un Omega arbitrario. Un resultado significativo ha sido demostrar que, en el caso de simetría plana, el formalismo euleriano permite llegar a la misma solución exacta que el formalismo lagrangiano.

Nuevos algoritmos para problemas de transporte radiativo. Inversión de observaciones espectrofotométricas de galaxias

Se ha avanzado en la formulación general de la teoría cinética de formación de líneas espectrales. Una vez definida la forma de la función de distribución generalizada, ha sido posible expresar la forma y el valor del coeficiente de emisión, tanto en el sistema del átomo como en el de laboratorio, bajo condiciones de no-ETL.

Otros temas relacionados con la Astrofísica Relativista y Teórica

Un miembro del grupo, A. Oscoz, ha participado en varios programas de seguimiento de GRBs, objetos que, tras la confirmación de su naturaleza extragaláctica, parecen del mayor interés para la astrofísica relativista.

GALAXIAS Y “REDSHIFTS”: FORMACION Y EVOLUCION (P9/97)

C.M. Gutiérrez.

I. García de la Rosa, J. Cepa Nogué, A. Manchado, I. Trujillo Cabrera, C. Domínguez Tagle, A. Graham y M. López-Corredoira.

J.M. Vílchez (IAA, Granada); F. Prada (Centro Hispano-Alemano de Calar Alto, Almería); A. Vazdekis y R.F. Peletier (Univ. de Durham, Reino Unido); V. Vanshevicius (Inst. de Astronomía, Univ. de Tokyo, Japón); R. de Carvalho y R. Coziol (Obs. Nacional, Brasil); S. Zepf (Univ. de Yale, EEUU); R.R. Gal (Palomar Obs., Caltech, EEUU); M. Azzaro (ING, La Palma).

Introducción

El Proyecto engloba varias líneas de trabajo teniendo como objetivo general el estudio de la formación y evolución de las grandes estructuras del Universo en el rango de corrimientos al rojo entre 0 y 0.3. El problema se aborda a través del estudio de

estructuras tales como cúmulos de galaxias, grupos compactos, sistemas del tipo del Grupo Local y galaxias en entornos de baja densidad. Se pretende determinar sus propiedades morfológicas, cinemáticas y dinámicas por medio del análisis de observaciones fotométricas y espectroscópicas. En particular, a lo largo del presente año se han realizado importantes avances en el desarrollo de herramientas numéricas de análisis morfológico para objetos con corrimiento al rojo hasta 0.3, y en la obtención de nuevos datos fotométricos en el visible e infrarrojo cercano de una importante muestra de galaxias satélites en sistemas externos.

Algunos resultados relevantes

Desarrollo e implementación de un algoritmo de análisis morfológico de galaxias.

Determinación de la morfología de una muestra de unas 30 galaxias satélites en sistemas externos.

Comienzo de la elaboración de un catálogo de cúmulos de galaxias a partir del POS-II.

Evolución del Proyecto

Evolución de las galaxias en función de z

En la tesis doctoral de I. Trujillo se ha desarrollado un algoritmo de análisis morfológico de galaxias que tiene en cuenta el efecto de la atmósfera sobre observaciones fotométricas hechas desde telescopios terrestres, y que puede ser de mucha utilidad en los estudios de galaxias a corrimientos al rojo intermedios. Dicho algoritmo se ha aplicado a la muestra de objetos tomada con el telescopio NOT en 1998, para analizar diversos tipos de objetos, como galaxias en cúmulos, galaxias Seyfert y galaxias elípticas en entornos de baja densidad. En particular, en esas observaciones se han detectado varios de estos últimos objetos que van a servir de base para la comparación con las de elípticas en cúmulos.

I. García de la Rosa continuó su estancia en el Obs. Nacional de Brasil, colaborando con R.R. de Carvalho. El tema central del trabajo fue el estudio de la influencia del entorno en las propiedades de las galaxias elípticas, especialmente en ambientes muy densos, como son los Grupos Compactos (GC). Del trabajo realizado se concluye que el comportamiento de las elípticas de GC no difieren del de galaxias similares en otros medios, tanto más cuanto menos densos. En el aspecto de las propiedades de las poblaciones estelares, en la actualidad se están comparando los indicadores de edad y metalicidad en galaxias de diferentes

ambientes. Se está confeccionando un catálogo de cúmulos de galaxias, a partir del POSS-II. En este trabajo se trata de calibrar los resultados de los algoritmos de detección automática de cúmulos, que se están empleando para la construcción del catálogo. Nuestro trabajo se ha concentrado en el estudio detallado de varios candidatos, previamente seleccionados del POSS-II, para confirmar el acierto o no de los algoritmos de selección.

Asimismo, C. Domínguez Tagle y A. Manchado han estudiado las posibilidades que brindará el espectrógrafo IR LIRIS para el desarrollo de este tema. En el año 2000 se llevarán a cabo observaciones de alguno de dichos campos para obtener fotometría en J y K. Estos estudios servirán para la selección de los objetos de los que se obtendrá espectroscopía multiobjeto durante el periodo de pruebas de LIRIS.

Galaxias satélites

Se ha continuado con la fotometría en el visible de la muestra de galaxias satélite del catálogo de Zaritsky et al. (1997), y se ha comenzado la fotometría infrarroja de dichos objetos. Ya se han determinado los parámetros estructurales y la morfología de unas 30 galaxias satélites (50% de la muestra total). La combinación de ambos rangos espectrales permitirá acotar las edades, metalicidades, etc. de estos objetos, y de su comparación con los de las galaxias centrales. Se podrá comprobar la validez de los escenarios jerárquicos. Hasta ahora se han completado las observaciones del 50% de los objetos de la muestra, y se espera terminar la fotometría a lo largo del año próximo.

Otros

Se ha completado un estudio de la cinemática estelar de la galaxia barrada NGC 5728 usando un algoritmo desarrollado por el grupo que muestra, por primera vez, la existencia de contrarrotación estelar en galaxias barradas.

Se ha analizado un conjunto de galaxias tempranas para determinar los campos de velocidad de las estrellas y del gas, así como para analizar las poblaciones estelares en dos dimensiones, obteniendo mapas de metalicidad y determinando los lugares con posible formación estelar reciente.

Se han realizado diversas observaciones fotométricas en el visible y el infrarrojo en los telescopios IAC-80, OGS y TCS del (OT); JKT (ORM) y 1.2 m de Calar Alto (Almería).

COSMOSOMAS: UN EXPERIMENTO PARA LA MEDIDA DE LAS FLUCTUACIONES DE LA RCM EN ESCALAS $\sim 1^\circ$ (P12/98)

C.M. Gutiérrez.

R. Rebolo, R.J. Hoyland, J. Gallegos y S. Cerezo.

Colaboradores del IAC: R. Abreu.

R.D. Davies, R.A. Watson y J. Macías (Univ. de Manchester, Reino Unido).

Introducción

COSMOSOMAS es un Proyecto instrumental en marcha que implica la construcción de un conjunto de receptores con varias bandas centradas en frecuencias de 10, 15 y 30 GHz enfriados a 20 K para la medida de las fluctuaciones en la Radiación Cómica de Microondas (RCM) y de la emisión difusa de la galaxia en escalas angulares de 1° . A lo largo de 1999 han sido instalados en el OT los dos primeros instrumentos que trabajan a frecuencias de hasta 17 GHz; estos instrumentos permitirán la realización de un mapa de una región del cielo de unos 5.000 grados cuadrados con una sensibilidad de 30 microK capaz, por una parte, de mejorar significativamente el conocimiento de estas escalas angulares en las fluctuaciones de la RCM y, por otra parte, de determinar las contribuciones de nuestra galaxia debidas a emisión sincrotrón, libre-libre y al posible polvo rotante.

Algunos resultados relevantes

Diseño, construcción, e instalación en el OT del experimento COSMO10.

Diseño, construcción, e instalación en el OT del experimento COSMO15.

Primeras observaciones con COSMO15, mostrando una sensibilidad de unos 500 microK por frecuencia y día en una región de cielo de unos 5.000 grados cuadrados.

Evolución del Proyecto

A lo largo del año se ha continuado y finalizado el diseño, construcción e instalación de los experimentos COSMO10 y COSMO15 en el OT. COSMO15 entró en funcionamiento en agosto, mientras que COSMO10 lo hizo en las últimas semanas del año. Juntos conforman un conjunto de experimentos que trabajan a 11 (con dos bandas de

polarización), 13, 15 y 17 GHz, con una resolución de 1° . La sensibilidad que se está obteniendo es de unos 500 microK por elemento de resolución en cada frecuencia y día. En la actualidad se disponen de unos 10 mapas en las frecuencias de operación de COSMO15. Esta sensibilidad permite esperar una sensibilidad mejor que 30 microK en cada frecuencia tras unos 2 años de operación y cumplir por tanto las previsiones iniciales.

En los últimos meses del año se realizaron numerosas pruebas para la alineación de los distintos elementos ópticos, la calibración de los instrumentos y la determinación de los lóbulos laterales de los experimentos. Se ha avanzado también en el diseño y construcción de los diversos elementos mecánicos y ópticos del tercer experimento de la serie, COSMO30, quedando pendiente de decidir la mejor opción para la instalación de los amplificadores.

J. Gallegos se encuentra en la última fase de su tesis doctoral, mientras que S. Cerezo se incorporó al Proyecto en octubre para realizar su tesis doctoral sobre la determinación de la emisión difusa de la galaxia, las implicaciones cosmológicas de las observaciones, y su interés y relación respecto al futuro satélite Planck.

ESTRUCTURA DE LAS GALAXIAS Y SU EVOLUCION

GALAXIAS ACTIVAS Y CUASARES: MORFOLOGIA Y CINEMATICA DEL GAS EXTRANUCLEAR (P10/86) RED EUROPEA ELAIS (P4/97)

I. Pérez Fournon.

M. Balcells, F. Cabrera Guerra, C. Willott, E. González Solares y J.A. Acosta.

Colaboradores del IAC: L. Domínguez Palmero.

J.I. González Serrano, X. Barçons, R. Carballo y L. Colina, (IFCA, Univ. de Cantabria); B. Vila Vilaró (Steward Obs., Univ. de Arizona, EEUU); A.S. Wilson (STScI y Univ. de Maryland, EEUU); N. Nagar (Univ. Maryland, EEUU); G. Cecil (NOAO, EEUU); Z. Tsvetanov (Johns Hopkins Univ., EEUU); R. Sosa Brito, L. Tacconi y R. Genzel (MPIE, Alemania); I. Matute (Univ. de Roma III, Italia); P. Augusto y N. Gizani (Univ. de Madeira, Portugal); P.N. Wilkinson (Jodrell Bank, Reino Unido); H. de Ruiter (Inst. Radioastronomía de Bolonia, Italia); J. van Gorkom (Univ. de Columbia, EEUU); A.C. Edge (Univ. de Durham, Reino Unido); R.F. Peletier (Nottingham, Reino Unido); D. Carter (Univ. John Moores, Reino Unido); R. Sancisi, R. Swaters y A.C. González (Univ. de Groningen, Países Bajos); B. Madore (IPAC/CALTECH, EEUU); L. Tomas y N. Loiseau (VILSPA, Madrid); S. Rawlings, K.M. Blundell y M. Lacy (Univ. de Oxford, Reino Unido).

Colaboraciones RIXOS y WENSS.

Colaboración ELAIS (European Large Area ISO Survey) y Redes europeas "ISO Survey" y POE (Probing the Origin Extragalactic Background Radiation).

Consorcio EMIR/COSMOS.

Consorcios FIRST/SPIRE y FIRST/PACS.

Chandra y Newton/XMM de los campos ELAIS y colaboración con el XMM Science Survey Center en el proyecto AXIS).

Durante 1999 el grupo ha continuado su participación en las actividades de la red de investigación europea TMR "ISO Survey", que agrupa a los principales centros de investigación en astrofísica extragaláctica con telescopios infrarrojos. I. Pérez Fournon es el investigador principal del equipo español, que incluye a investigadores del IAC, IFCA e IAA, y coordinador de las observaciones de seguimiento de las fuentes IR detectadas en los campos ELAIS del Hemisferio Norte. En el año 2000 se pretende completar la fase de identificación de más de mil galaxias detectadas en el infrarrojo con el satélite ISO (Proyectos ELAIS e ISOCAM Lockman survey).

El grupo ha continuado trabajando en varios proyectos de desarrollo de instrumentación para el telescopio espacial FIRST (de la Agencia Espacial Europea ESA), así como para el Gran Telescopio Canarias (GTC).

Algunos resultados relevantes

El grupo ELAIS del IAC ha liderado la preparación de las observaciones de seguimiento en el visible e IR cercano de la muestra de galaxias ELAIS y ha conseguido tiempo de observación para completar estos estudios en el año 2000.

I. Pérez Fournon ha colaborado en el proyecto liderado por A. Franceschini (Univ. Padua, Italia) de observaciones espectroscópicas en el IR cercano, con el VLT (UT1) y el espectrógrafo IR Isaac, de galaxias intensamente emisoras en el infrarrojo medio, pero con contrapartidas muy débiles en el rango visible, descubiertas con el satélite ISO en observaciones del "Hubble Deep Field" del Hemisferio Sur. Las observaciones realizadas, las primeras de objetos de este tipo con telescopios de la clase de 8 m, han permitido demostrar que las galaxias ISO del HDF-S presentan formación estelar muy intensa o son galaxias activas. El rango de desplazamientos al rojo se extiende hasta $z = 1.3$.

C. Willott (IAC y Univ. de Oxford, Reino Unido), en colaboración con S. Rawlings y M. Jarvis, de la misma Universidad, han completado un estudio en varios rangos espectrales de la radio fuente 3C 318 y han encontrado que su luminosidad bolométrica es superior a $10^{13} L_{\odot}$, situando a este objeto en los llamados hiper-luminosos.

Introducción

- 22 El Proyecto continúa desarrollando varias líneas de investigación en astrofísica extragaláctica, desde el estudio detallado de galaxias cercanas (incluyendo galaxias normales, activas y en interacción gravitatoria) hasta los de galaxias lejanas detectadas en cartografiados profundos en radio (WENSS, 7C, JVAS/CLASS, etc.), infrarrojo (como los del Proyecto "European Large Area ISO Survey", "ISOCAM Lockman hole surveys", y las observaciones de los "Hubble Deep Fields" con el satélite ISO) y rayos X (observaciones previstas con los nuevos satélites

Evolución del Proyecto

Proyecto ELAIS

La Colaboración ELAIS ha completado este año el análisis preliminar de los datos obtenidos con el satélite ISO en varias bandas del infrarrojo medio y lejano. También se ha obtenido tiempo de observación para observar los campos ELAIS con los nuevos satélites de rayos X: Chandra (de NASA) y Newton/XMM (de ESA). Se han establecido colaboraciones para preparar el estudio en el rango visible de las galaxias y cuásares que se esperan detectar en rayos X. Durante 1999, E. González Solares, I. Pérez Fournon, F. Cabrera Guerra y C. Willott realizaron observaciones fotométricas CCD con los telescopios IAC-80 y TNG de muestras de galaxias ELAIS.

Proyecto de identificación de fuentes detectadas en los "ISOCAM Lockman hole surveys"

Se ha iniciado una colaboración con el equipo ISOCAM (D. Elbaz, Saclay, y colaboradores) y con P. Ciliegi, para estudiar en el rango visible las fuentes infrarrojas descubiertas con ISO en el "agujero de Lockman" por el Proyecto "ISOCAM Lockman hole survey", uno de los "surveys" más profundos realizados con el satélite ISO, así como las fuentes de radio en dicha zona del cielo detectadas con el radio interferómetro VLA.

Galaxias del "Hubble Deep Field" Sur emisoras en el IR medio

I. Pérez Fournon ha participado en el proyecto de observaciones de galaxias ISO del HDF-S con el primer telescopio del VLT, que entró en funcionamiento en 1999. Las observaciones realizadas en septiembre de 1999, han permitido estudiar las propiedades de estas galaxias y determinar sus desplazamientos al rojo y ritmos de formación estelar. Para continuar este estudio se han obtenido otras 4 noches de observación con el VLT (UT1) e Isaac en el año 2000.

Estudios de radiofuentes

C. Willott, en colaboración con S. Rawlings y M. Jarvis, han completado un estudio de la radiofuente 3C 318 realizado a partir de las siguientes observaciones: a) espectroscopía en el IR cercano con el telescopio UKIRT y el instrumento CGS4, b) imagen en el visible con el telescopio IAC-80, c) imagen en el IR cercano con UKIRT y el instrumento

UFTI, d) imagen con el HST y el instrumento WFPC2, d) observaciones con los satélites infrarrojos espaciales IRAS e ISO y con el instrumento SCUBA del telescopio submilimétrico JCMT. Han demostrado que esta radiofuente es un cuásar con un desplazamiento al rojo de 1.574, superior al valor incorrecto de 0.752 deducido anteriormente por otros investigadores, y que su luminosidad en el IR lejano es extremadamente alta, la máxima de todos los objetos del catálogo de radiofuentes 3C. Su luminosidad bolométrica es superior a $10^{13} L_{\odot}$, situando a este objeto en los llamados hiper-luminosos.

C. Willott y colaboradores de la Univ. de Oxford han continuado sus estudios de radiofuentes del catálogo 7C y han determinado su evolución cosmológica.

Galaxias activas

I. Pérez Fournon en colaboración con G. Cecil, N. Nagar y A. Wilson y otros investigadores, han completado el estudio de los choques asociados al jet de la galaxia NGC 4258. Este estudio está basado en observaciones con los telescopios HST y WHT y con los radio interferómetros VLA y VLBA. Se ha conseguido tiempo de observación en abril de 2000 para estudiar esta galaxia con el espectrógrafo WYFFOS del WHT en el modo de espectroscopía de área con Integral.

I. Pérez Fournon y F. Cabrera Guerra han continuado la colaboración con R. Sosa Brito, L. Tacconi y R. Genzel del grupo astronomía infrarroja del MPIE, Alemania, sobre el estudio de las regiones circunucleares de galaxias activas utilizando el espectrógrafo de área para el IR cercano 3D del MPIE. I. Pérez Fournon participó en el mes de abril en observaciones con este instrumento en el telescopio AAT (Australia).

F. Cabrera Guerra e I. Pérez Fournon, en colaboración con R. Sosa Brito y colaboradores en el MPIE, han completado el análisis de observaciones con 3D de la radiogalaxia Cygnus A. Se ha obtenido por primera vez espectroscopía tridimensional en el infrarrojo de esta radiogalaxia que es uno de los objetos clave para entender los procesos físicos que se producen en radiogalaxias. A partir de estos datos se han podido obtener imágenes de continuo y de diferentes líneas de emisión, así como medir el flujo de éstas. Se ha podido estudiar cómo está afectada la morfología por la extinción a partir de las líneas de recombinación del hidrógeno. También ha sido posible poner cotas a la extinción del núcleo a partir del estudio del continuo y de la no detección

de componentes anchas en las líneas de recombinación de hidrógeno. Se ha obtenido la morfología de la emisión de hidrógeno molecular en varias líneas y se ha llegado a la conclusión de que los mecanismos más probables de excitación del gas molecular son los choques y la radiación en el rango de rayos X, bien de origen nuclear o asociada al flujo de enfriamiento. Se ha podido obtener también la morfología de una línea de alta ionización, [SiVI], que interpretamos como producida en choques de alta velocidad que pueden a su vez explicar las asimetrías del perfil de las líneas de recombinación de hidrógeno.

Radiofuentes compactas

I. Pérez Fournon ha continuado la colaboración con P. Augusto y N. Gizani, A.C. Edge y J.I. González Serrano para estudiar una muestra de radiofuentes compactas simétricas (de tipo CSO y MSO) seleccionadas a partir de los "surveys" en radio JVAS y CLASS. Se han realizado observaciones con la cámara Hirc del telescopio NOT y con los radio interferómetros MERLIN, EVN y VLBA.

Cartografiado WENSS (Westerbork Northern Sky Survey)

I. Pérez Fournon ha continuado la colaboración con J.I. González Serrano, H. de Ruiter y P. Parma para estudiar las galaxias brillantes asociadas a radiofuentes del cartografiado WENSS. Para este Proyecto se han realizado observaciones espectroscópicas de una muestra de galaxias WENSS con el telescopio INT y se ha obtenido tiempo de observación para el año 2000.

Proyectos de desarrollo de instrumentación astrofísica

I. Pérez Fournon ha continuado su colaboración en los proyectos de desarrollo de instrumentación para el telescopio espacial FIRST de la Agencia Espacial Europea (instrumentos SPIRE y PACS).

I. Pérez Fournon ha participado en el estudio de un espectrógrafo multi-objeto infrarrojo (EMIR) para el Gran Telescopio Canarias (GTC) y en el Proyecto COSMOS asociado a este instrumento.

I. Pérez Fournon, E. González Solares y F. Cabrera Guerra participaron en el mes de mayo en la fase de puesta a punto del telescopio TNG y su cámara CCDOIG.

Bulbos de espirales con HST

M. Balcells ha continuado su colaboración con R.F. Peletier en el estudio de la estructura y las poblaciones de bulbos de galaxias espirales. El análisis de imágenes obtenidas con las cámaras

WFPC2 y NICMOS del telescopio Hubble ha permitido, tras su combinación con imágenes tomadas desde telescopios terrestres, la caracterización de los perfiles de brillo y color de los bulbos desde los 20 pc centrales a unos 10 kpc. Estos datos han llevado a identificar una región central, de unos pocos centenares de parsec, con una alta concentración de polvo y regiones nucleares de formación estelar no identificadas previamente desde tierra. La homogeneidad de los colores de los bulbos indica una edad parecida de sus poblaciones estelares. Los bulbos de galaxias espirales tempranas parecen ser más viejos que los discos. Estos resultados han sido publicados en la revista *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*

El crecimiento de los bulbos galácticos

En colaboración con A. López Aguerrí (Univ. de Basilea, Suiza) y R.F. Peletier, M. Balcells ha llevado a cabo un estudio del efecto de las acreciones de satélites en la forma del perfil de brillo de los bulbos galácticos. En base a simulaciones a N cuerpos llevadas a cabo en el SGI Power Challenge del IAC, han demostrado que la acreción de satélites causa la evolución gradual del perfil de brillo desde un perfil exponencial, característico de bulbos pequeños, a un perfil tipo $r^{1/4}$, característico de bulbos de gran tamaño.

GRUPO DE ESTUDIOS DE FORMACION ESTELAR "GEFE" (P1/92)

C. Muñoz-Tuñón.

O. Fuentes Masip, A.M. Varela. N. Caon, J. Iglesias, L.M. Cairós y J.M. Rodríguez Espinosa.

Colaboradores del IAC: A. Pérez, J.A. Acosta, J.C. Vega, H. Deeg, B. García Lorenzo y V.P. Melo.

J.A. López Aguerrí (Univ. de Basilea, Suiza); G. Tenorio Tagle (INAOE, México); E. Simmoneau (Inst. de Astrofísica de París, Francia); M. Mas Hesse (LAEFF, Madrid); M. Pastoriza (UFRGS, Brasil); J.M. Vilchez (IAA, Granada).

Introducción

El objetivo central del Proyecto es el estudio observacional y teórico de brotes masivos de formación estelar o "starbursts", y su impacto en galaxias. La intención es definir el alcance de estos eventos y encontrar los parámetros que llevan a la realimentación, o *feedback*, así como la formación de futuras generaciones de estrellas. Para ello ha sido seleccionada una muestra de starbursts que cubre todo su rango, desde starburst nucleares a

los encontrados en galaxias enanas, pasando por las regiones HII Gigantes en espirales y galaxias irregulares. La muestra está siendo sometida a estudios observacionales con una gran variedad de técnicas (imagen, espectroscopía, fotometría e interferometría bidimensional). El análisis de las observaciones nos llevará a plantear las propiedades físicas más realistas para usar en nuestros códigos hidrodinámicos. Un estudio profundo como el que se plantea llevará a una estimación firme de la importancia del feedback y también a desglosar los elementos de causalidad inherentes a los brotes violentos de formación estelar, que dan origen a algunas de las fuentes más luminosas del Universo.

Los objetivos generales del Proyecto se enmarcan en los siguientes bloques:

Observación y modelado de los núcleos de galaxias starburst, su evolución hidrodinámica y la física de "supervientos galácticos".

Estudio de los efectos de interacción y marea en la formación estelar; grupos compactos de galaxias, galaxias enanas en el Cúmulo de Virgo y la formación estelar en galaxias IRAS ultraluminosas a alto corrimiento al rojo.

Estudio de la formación, evolución y ruptura de regiones HII gigantes en galaxias espirales e irregulares.

Evaluación y modelado de los efectos de la formación estelar masiva en el medio interestelar (gas ionizado y neutro) asociada a núcleos de galaxias y galaxias irregulares y enanas.

Análisis de la componente estelar asociada a los brotes de formación estelar en los núcleos y bulbos de galaxias masivas.

Algunos resultados relevantes

Encontramos una doble estructura anular en la galaxia NGC 4736, en lo que previamente se había identificado como un único anillo de regiones HII. Además, el mínimo en la dispersión de velocidades de la componente estelar en el núcleo refleja probablemente una población estelar fósil de un proceso "starburst" anterior.

En una muestra de 14 elípticas con gas ionizado, encontramos objetos con gas y estrellas desacopladas cinemáticamente. Varios otros presentan además núcleos estelares desacoplados (el núcleo estelar rota inversamente al disco estelar). Estos resultados demuestran que el gas en elípticas no viene producido por la galaxia misma, sino que es resultado de procesos de "merging" y/o interacciones con otras galaxias que, además de enriquecer de gas la galaxia, son capaces de afectar la dinámica estelar.

Se ha encontrado una fuerte correlación entre el ritmo de formación estelar y la estructura de la barra en una muestra de 29 galaxias barradas aisladas. El ritmo de formación estelar aumenta en galaxias con barras más fuertes.

Del análisis multirango de 28 galaxias compactas azules (BCDs) se observa que un 70% muestran perfiles de luminosidad complejos (no ajustables con una ley única estándar). La profundidad de las imágenes, permitió detectar extensiones de bajo brillo en una fracción significativa de la muestra. En 21 de las 28 galaxias se ha detectado un disco subyacente.

Evolución del Proyecto

"Starbursts" en galaxias espirales e irregulares

Se ha calculado la evolución temporal de un cúmulo estelar recién formado. Se quiere entender qué lleva a la formación de múltiples cascarones en expansión alrededor de las estrellas ionizantes. En principio es la energía mecánica depositada por las estrellas masivas la que causa fuertes ondas de choque capaces de barrer el material interestelar. Los cálculos realizados han permitido visualizar que las regiones fotoionizadas son en realidad secciones de las cáscaras barridas por la energía mecánica y que se encuentren en contacto directo con el material coronal que causa la expansión. Así pues las regiones HII no están llenas de material fotoionizado y por lo mismo no pueden evolucionar ni expandirse como tradicionalmente se había pensado. Los cálculos han sido cotejados y confirmados con observaciones encontradas en los archivos del telescopio Hubble (imágenes en H α , OIII y SII) y con datos espectroscópicos (obtenidos en el telescopio WHT). Este trabajo se realiza en colaboración con G. Tenorio-Tagle y E. Pérez. También se han hecho importantes avances en el tema de la dispersión de velocidades de regiones HII gigantes y su correlación con el tamaño y luminosidad de la región. En particular los resultados de la investigación sobre las regiones de la galaxia irregular NGC 4449 son muy importantes pues constatan la existencia de las correlaciones, con datos que están libres, por primera vez en la literatura, de incertidumbres en la distancia a las fuentes. A partir del análisis con espectroscopía de rendija de la zona nuclear de la galaxia NGC 4736 se observa una doble estructura anular en lo que previamente se había identificado como un único anillo de regiones HII. La alta resolución espacial de los datos ha permitido además identificar un mínimo en la dispersión de velocidades de la componente estelar, medida con el triplete del calcio. Este núcleo interno, con un tamaño aproximado de unos 150 pc podría ser una población estelar fósil de un proceso "starburst" anterior que a su vez apoyaría la hipótesis de un "starburst" nuclear como origen de las estructuras anulares trazadas por regiones ionizadas.

Se ha estudiado la relación entre el ritmo de formación estelar y la estructura de la barra en una muestra de 29 galaxias barradas aisladas. El ritmo de formación estelar se cuantificó mediante la razón de los flujos IRAS a 25 y 10 micras, mientras que la estructura de la barra fue determinada por el parámetro: $\epsilon_b = 10(1-b/a)$, siendo a y b los semi-ejes mayor y menor de la barra, respectivamente. Este parámetro describe la fuerza de las barras presentes en las galaxias estudiadas. El resultado obtenido fue una fuerte correlación entre estos dos parámetros, de forma que el ritmo de formación estelar se acentúa en aquellas galaxias con barras más fuertes.

Influencia del entorno en la formación estelar

En colaboración con J.M. Vilchez, se ha trabajado en el estudio de la evolución química de las galaxias enanas compactas azules (BCDs) del Cúmulo de Virgo, a partir de espectroscopía de resolución intermedia obtenida con el espectrógrafo ISIS en el telescopio WHT. También, y en colaboración con J.M. Vilchez y A. Boselli, se abordó el estudio del ritmo de formación estelar de las galaxias del Cúmulo de Virgo a partir de imágenes de gran campo en la línea de H α . Parte de estas imágenes ya han sido obtenidas en el telescopio INT en el mes de febrero. Se ha concedido para este mismo programa tiempo de observación en el telescopio de 2.2 m del Obs. de Calar Alto (Almería).

Se está trabajando en una publicación sobre la influencia del entorno en la formación estelar de un grupo de galaxias enanas, en colaboración con K. Noeske (becario de verano en 1998). Hasta ahora los resultados obtenidos parecen confirmar que no es el entorno el factor dominante que controla el ritmo de formación estelar de las galaxias enanas.

También este año se ha participado en el programa de Becas de Verano para estudiantes, dirigiendo el trabajo S. de Erice, que ha versado sobre el tema de Clasificación de las Regiones HII de una muestra de galaxias espirales de grupos compactos de galaxias. Aunque el trabajo no está totalmente acabado, se espera obtener resultados concretos a medio plazo.

Se sigue trabajando en el estudio de la población de objetos enanos alrededor de una muestra de galaxias fuertemente interactuantes y con un ritmo de formación estelar elevado. Una vez acabado el trabajo, se espera poder concluir si la existencia de tales interacciones fuertes es susceptible de aumentar la población de galaxias enanas de forma significativa.

El grupo está involucrado en una colaboración internacional dentro de un programa de detección de contrapartidas ópticas a objetos detectados en radio en cúmulos de galaxias. Para ello se está

trabajando con imágenes de gran campo tomadas con el telescopio INT. Este trabajo se lleva a cabo en colaboración con los doctores P.A. Duc, C. Balkowski y J.M. Vilchez.

Dentro del campo teórico, también se trabaja en el tema de la estructura interna de las regiones HII, a partir del estudio de modelos de fotoionización desarrollados con el Código CLOUDY. Hasta el momento, se ha logrado definir un diagnóstico espectral para decidir cuándo una región HII está acotada por ionización (fotones) o por densidad (masa).

Formación estelar en galaxias enanas

Se continúa, como parte de la tesis de L.M. Cairós, con el estudio de las Poblaciones Estelares y de la Historia de Formación Estelar de una muestra de galaxias enanas compactas azules (BCDs). Se dispone de observaciones ópticas de una muestra de 28 BCDs, que comprenden imagen en filtros anchos, imagen en banda estrecha y espectroscopía de rendija. A partir de la fotometría en banda ancha, se ha realizado un estudio general de la estructura y morfología de este tipo de galaxias. Los resultados obtenidos han sido enviados a la revista *Astrophysical Journal Supp. Series*. El análisis del resto de los datos (imágenes H α y espectros) ha sido realizado durante este año. Combinando los parámetros derivados de las observaciones, con las predicciones de los modelos de síntesis evolutiva, se podrá separar la población de los brotes de formación estelar de la componente estelar subyacente, así como caracterizar ambas contribuciones, y por tanto, elaborar posibles historias de formación estelar de las galaxias.

Procesos de interacciones en galaxias elípticas

Finalizó el análisis comparado de la cinemática de gas y estrellas en galaxias elípticas, el más completo y detallado en este campo hasta ahora. Se han descubierto varios objetos donde la cinemática del gas es irregular o caótica, que indica que el gas todavía no se encuentra en equilibrio dinámico; en otros objetos, el gas es contrarrotante con respecto a las estrellas, clara evidencia de que es el resultado de un proceso de interacción/ "merging" con otro objeto.

Por último, un número significativo de galaxias presenta núcleos estelares contrarrotantes (4 de ellos encontrados por primera vez), o desacoplados cinemáticamente. Estos datos indican que el gas en elípticas no resulta de mecanismos internos originados en la galaxia misma, sino que es el resultado de procesos de "merging" y/o interacciones con otras galaxias. Estos procesos, además de enriquecer de gas la galaxia, son capaces de afectar la dinámica estelar. Como resultado colateral, estudiando las curvas de rotaciones de gas y

estrellas en NGC 3379, se ha podido evidenciar la presencia de un agujero negro en su núcleo. El cartografiado del polvo en una muestra de elípticas con gas ha demostrado que el polvo está presente en el 75% de los objetos, con varias morfologías, desde pequeños discos a estructuras filamentosas, parecidas a la distribución del gas ionizado. La masa del polvo muestra una buena correlación con el flujo infrarrojo, especialmente el medido a 100 micras, que indica una temperatura del polvo de 25° o menos. Las estrellas Post-AGB parecen el mecanismo más probable para producir la radiación UV necesaria para ionizar el gas y calentar el polvo.

EL ORIGEN DE LA ACTIVIDAD NUCLEAR EN GALAXIAS (P2/93)

J.M. Rodríguez Espinosa.

M.R. Kidger, J.A. Acosta, C.D. Bello, J.N. González Pérez y A.M. Pérez García.

Colaboradores del IAC: J.J. Fuensalida y C. Muñoz-Tuñón.

A. Prieto (MPI, Alemania); R.M. Stanga (Obs. de Arcetri, Italia); E. Pérez, R. González Delgado (IAA, Granada); R. Peletier (Kapteyn Inst., Países Bajos); J.H. Knapen (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); D. Osip (Univ. de Florida, EEUU).

Introducción

En el estudio de las galaxias activas hay dos aspectos de suma importancia. Uno es el fenómeno de la variabilidad, que proporciona información sobre los tipos de mecanismos capaces de originar la actividad nuclear así como sobre el tamaño del núcleo mismo. El otro es la relación entre las propiedades de la galaxia que alberga al núcleo activo y éste. El grupo está investigando estos dos aspectos clave de la actividad de las galaxias. Para el primero se está estudiando la variabilidad, incluyendo microvariabilidad, de cuásares y objetos activos violentamente variables. Para el segundo se cuenta con imágenes ópticas e IR, y fotometría ISO, de una muestra estadísticamente completa de galaxias Seyferts, con la idea de analizar su morfología así como otros parámetros físicos. El objetivo último del Proyecto es entender los mecanismos que originan la actividad en las galaxias activas.

Otra parte de los integrantes de este Proyecto están trabajando activamente para el Proyecto Gran Telescopio Canarias (GTC), bien en dirección científica (J.M. Rodríguez Espinosa) o en desarrollos de la óptica adaptativa (C.D. Bello), uno de los ingredientes clave para alcanzar la calidad de imagen que necesitan los proyectos científicos previstos con ese telescopio.

Algunos resultados relevantes

El resultado fundamental que se ha obtenido mediante los datos del ISO es que la distribución espectral de energía de la galaxias Seyfert puede explicarse mediante procesos de radiación térmica producida por granos de polvo a diferentes temperaturas.

De este resultado fundamental salen a su vez otros resultados derivados que se enumeran a continuación.

La emisión infrarroja de las galaxias Seyfert es extensa, y por primera vez se ha medido dicha extensión, que resulta ser igual o mayor que la extensión de estas galaxias en el óptico (banda R).

La emisión de la zona circumnuclear es anisotrópica, en perfecto acuerdo con los modelos unificados de galaxias activas. Se ha podido medir la anisotropía y descartar así uno de los modelos propuestos para explicarla (el disco de acrecimiento compacto y de gran espesor óptico), a favor del modelo alternativo, de disco extenso y menor espesor óptico.

La emisión circumnuclear, relacionada con el núcleo activo, se correlaciona con la emisión en rayos X y con la emisión en líneas de alta ionización, como era de esperar.

Se ha concluido un estudio de la emisión infrarroja en el rango medio y lejano de la galaxia Seyfert NGC 7582, separándose la emisión global en su componente nuclear y su componente extensa.

Evolución del Proyecto

A lo largo del año se han seguido analizando los datos infrarrojos obtenidos con el satélite ISO de la muestra de Seyferts del CfA. Los resultados obtenidos estudiando la anisotropía de la emisión en el IR medio apuntan a que el modelo unificado explica las diferencias observadas. El valor obtenido para la profundidad óptica está dentro del rango de los modelos de toro molecular con profundidad óptica intermedia y radios de cientos de parsecs, mientras que excluye los modelos con discos de acrecimiento compactos y espesor óptico elevado.

La comparación de los flujos en el IR lejano y los flujos en Ha extensos de las galaxias Seyfert de la muestra del CfA muestra que las relaciones obtenidas pueden explicarse tanto si los fotones ionizantes como el calentamiento del polvo son producidos por estrellas masivas situadas en las regiones de formación estelar de la galaxia huésped.

El análisis de los mapas obtenidos en el IR lejano ha permitido probar que la extensión de las galaxias en dicho rango es similar a la extensión en el óptico. Este análisis (realizado en colaboración con J. Jiménez Fuensalida) ha incluido un estudio mediante simulaciones de los procedimientos de construcción de los mapas, lo que ha permitido concluir que el primero de los métodos utilizados por la ESA en los programas de reducción de datos del ISO no es correcto.

En colaboración con A. Prieto, se ha llevado a cabo un estudio comparativo entre líneas de emisión de alta excitación en el IR lejano de las galaxias Seyfert obtenidas con el satélite ISO y la emisión de continuo IR. Los resultados indican la existencia de una correlación entre las temperaturas y los flujos del polvo emisor y la intensidad de las líneas IR de muy alta excitación observadas, lo que implica que ambos son indicadores del continuo nuclear.

Se ha concluido un estudio de la emisión infrarroja en el rango medio y lejano de la galaxia Seyfert NGC 7582, a partir de datos obtenidos por el satélite ISO. Se ha conseguido separar la emisión global en dos componentes: nuclear y extensa. Se observa que la distribución espectral de energía de la componente nuclear se puede descomponer a su vez en una componente templada ($T=122K$) asociada al núcleo activo y otra más fría ($T=32K$) con formación estelar intensa. Mientras que la componente extranuclear es debida por una parte a formación estelar ($T=30K$) y, por otra, a una componente muy fría ($T=17K$). Este trabajo se ha hecho en colaboración con M. Radovich, U. Klaas y D. Lemke (MPIA, Alemania) y se ha publicado en la revista *Astronomy & Astrophysics*. (A&A 348, 705).

Se ha iniciado un estudio de nebulosas de reflexión en el infrarrojo cercano, en colaboración con R. Laureijs (VILSPA, Madrid). El objetivo es estudiar la morfología de la emisión debida a una población de granos de polvo muy pequeños pero muy calientes, detectada como un exceso en la emisión IR. Este estudio permitirá interpretar el mismo proceso observado en galaxias de tipo "starburst". En el mes de agosto se obtuvieron imágenes en las bandas J, H y K, usando CAIN-II en el telescopio TCS y se ha conseguido más tiempo de observación para julio de 2000. Los datos obtenidos se encuentran en proceso de reducción. Resultados preliminares indican que se ha detectado emisión extensa en todas las bandas observadas.

Se ha continuado el estudio del par de galaxias en interacción NGC 6090 iniciado en el rango infrarrojo medio y lejano con datos obtenidos por el satélite ISO. En particular se han reanalizado las imágenes obtenidas con ISOCAM, pudiendo separar la emisión de las dos galaxias y encontrando que la mayor parte de la actividad de formación estelar se

concentra en torno a uno de los núcleos. Adicionalmente, se han obtenido imágenes en Ha, usando el telescopio IAC-80 y en las bandas J, H y K utilizando CAIN-II en el telescopio TCS. Actualmente se está completando el análisis detallado y la interpretación de los datos, con el fin de publicar los resultados obtenidos. Este trabajo se hace en colaboración con U. Klaas y R. Laureijs.

En cuanto al grupo de microvariabilidad, en gran medida ha estado dedicado al desarrollo de unos sistemas de reducción eficientes para grandes cantidades de datos fotométricos y el análisis posterior de los resultados. Se ha concentrado en las técnicas de reducción que permiten encontrar una microvariabilidad de pequeña amplitud en la curva de luz de un blázar con mayor confianza. El método tradicional de realizar fotometría con una cámara CCD consiste en usar una estrella más brillante que la fuente para sacar la fotometría y otra de un brillo similar a la fuente para estimar los errores. Sin embargo, en muchas ocasiones resulta imposible seguir este método, ya que a menudo es imposible encontrar estrellas de un brillo apropiado dentro del campo del blázar que puedan observarse simultáneamente con él. A la vez, existe el peligro siempre presente de que una y otra (a veces ambas) de las estrellas escogidas de comparación sean variables.

Para resolver este problema se está desarrollando una técnica que radica en la comparación del flujo de blázar con el flujo de la máxima cantidad de estrellas posibles del campo, independientemente de su brillo. Habitualmente un campo puede tener 10, 20 ó hasta 30 estrellas en total. Si comparamos el blázar con sólo una o dos de ellas se está desperdiciando una parte importante de la información dentro de la imagen. Además, al usar la mediana de muchas estrellas, aunque alguna de ellas resulten variables, el resultado no se vería afectado a menos que varias estrellas varíen en fase (lo cual es muy poco probable). Con esta técnica se espera poder detectar las variaciones de baja amplitud con mayor seguridad que usando las técnicas tradicionales.

Una de los beneficios marginales de este trabajo ha sido la calibración fotométrica precisa de 373 estrellas en 25 campos de cuásar cubriendo gran parte del cielo visible desde Canarias. Hay un total de 28.843 medidas de estrellas en (U)BVRIJHK, aunque hasta la fecha sólo 109 estrellas en 11 campos cuentan con unas observaciones en el visible e infrarrojo. Los límites de magnitud calibradas son hasta $V \approx 19$, $K \approx 16$. Este trabajo es la calibración más profunda y completa existente de campos de este tipo y supera en varias magnitudes al límite de los "Selected Areas" de Landolt, o las calibraciones de los campos de cuásares publicadas con anterioridad.

En cuanto al estudio del programa de óptica adaptativa, este año se ha centrado en el estudio de las técnicas de sensado de frente de onda, más concretamente en el estudio y simulación de un sensor de frente de onda de tipo Shack-Hartmann, para el que se han propuesto diversas geometrías y realizado estudios para conocer su rendimiento bajo diversas condiciones: con errores de figura, de pulido y con promedio de los efectos de la turbulencia atmosférica. Asimismo, se han empleado distintos criterios de rendimiento entre los que se encuentran el error en la determinación de los coeficientes de Zernike asociados a los errores de figura de los segmentos o el CIR. Este estudio ha estado motivado fundamentalmente por el sensor de figura de los segmentos de la cámara de adquisición y guiado del telescopio GTC, resultado del cual se está preparando la nota técnica "AG Lenslets Arrays" (NTE/OPTI/0066-R) cuyos autores son N. Devaney y C.D. Bello.

En julio, C.D. Bello participó en el Workshop "Wavefront Sensing and its Applications" en Canterbury (Reino Unido), donde presentó el trabajo titulado "Modal wavefront sensing adapted to segmented telescopes" y cuyos autores son C.D. Bello y N. Devaney.

Durante una estancia de dos meses y medio (de septiembre a noviembre) en la UNAM (México) se hizo hincapié en las técnicas de medida de pistón entre los segmentos. Esta estancia fue fruto de la colaboración con S. Cuevas y F. Garfias. Se trabajó especialmente en el laboratorio de óptica preparando un montaje consistente en un interferómetro de Michelson. En uno de sus brazos se colocó un espejo de referencia de buena calidad óptica y, en el otro, dos espejos con tres accionamientos posteriores que permitían básicamente su movimiento en tip-tilt y pistón, mediante unos motores micrométricos. A la salida del interferómetro se utilizó un telescopio enfocado al infinito para observar las franjas de interferencia. Con el interferómetro se utilizaron dos tipos de fuentes: un láser de He-Ne y una lámpara de luz blanca. El alineado del sistema con luz blanca es muy crítico, por lo cual hubo que emplear un goniómetro y la búsqueda del espectro acanalado para poder ajustar el sistema. Una vez ajustado, se utilizó una cámara de vídeo y una CCD para tomar simultáneamente imágenes del interferograma y la imagen correspondiente al brazo del interferómetro que contenía los dos espejos. En esta parte se utilizó luz láser para tomar las imágenes de la PSF correspondiente a los dos espejos. El objetivo de esta experiencia era la validación experimental de la técnica que se utiliza en el telescopio Keck para medir el pistón entre los segmentos. Durante esta estancia se desarrolló también el modelo teórico analítico aplicable a esta técnica. Está previsto enviar un artículo con el modelo teórico y las pruebas.

POBLACIONES ESTELARES (P3/94)

A. Aparicio.

N. Caon, A. Marín Franch, D. Martínez Delgado y O. Pols.

Colaboradores del IAC: J. Alonso García, R. Carrera Jiménez, S. Hidalgo Rodríguez y L. Ventura.

G. Bertelli, C. Chiosi, G. Piotto, I. Saviane, A. Recio, A. Vallenari y M. Zoccali (Univ. de Padua, Italia); C. Gallart (Univ. de Yale, EEUU); D. Geisler (Univ. Concepción, Chile); M.A. Gómez Flechoso (Univ. de Ginebra, Suiza); I. Karachentsev y N. Tikonov (Univ. de Stavropol, Rusia); D. Macchetto y E. Schreier (STScI, EEUU); A. Marconi (Univ. de Florencia, Italia); M. Mateo (Univ. de Michigan, EEUU); P. Stetson (Univ. Victoria, Canadá).

Introducción

El objetivo del Proyecto es la caracterización de las poblaciones estelares, estructura e historia evolutiva de galaxias próximas, incluyendo, en algunos aspectos, la propia Vía Láctea. Se supone que las galaxias próximas constituyen una buena representación de todas las galaxias y pueden considerarse como una buena referencia para entender cómo éstas se forman y evolucionan.

El presente Proyecto es continuación del iniciado en 1994. Sin embargo, durante 1999 se han dado por terminadas o reorientado algunas de las líneas en las que se trabajaban. Por esta razón, sin abandonar el hilo conductor de años anteriores, se ha presentado una estructura modificada y, para comenzar, se ha cambiado ligeramente el título del Proyecto que puede dividirse en cinco líneas principales.

Halos en galaxias enanas

Esta línea constituye una reorientación de la anterior de poblaciones estelares en el Grupo Local. Se sigue teniendo interés en el estudio de las poblaciones estelares en galaxias enanas, pero el objetivo final pasa a ser la caracterización de la estructura de estas galaxias, en particular buscando halos extensos que pueden estar poblados por una población estelar vieja. De ser así, se podría trazar la estructura primitiva de las galaxias enanas y caracterizar su evolución. Hay que resaltar que, en un universo dominado por materia oscura fría, las galaxias enanas serían los primeros objetos en formarse, dando lugar su posterior aglutinamiento a galaxias mayores. En este sentido, las galaxias enanas que observamos ahora en nuestro entorno podrían ser los objetos primitivos que no llegaron a

aglutinarse. Conocer la estructura y contenido estelar primitivos de estas galaxias daría una información muy valiosa sobre sus luminosidades y sobre el ritmo de formación estelar en el universo primitivo, que ahora observamos a valores de z altos e intermedios.

Galaxias esferoidales

El principal objetivo de esta línea es investigar los procesos de acreción y destrucción por marea de las galaxias esferoidales enanas (dSph) satélites en el halo de la Vía Láctea, cuestión estrechamente relacionada con la existencia en ellas de colas de marea.

Los resultados de la línea 3 indican que la mayor parte del halo interno de la Vía Láctea se formó mediante un colapso rápido (escenario de Eggen, Lynden-Bell & Sandage 1962). Sin embargo, una parte del halo podría proceder del aglutinamiento gradual de muchos fragmentos protogalácticos (escenario de Searle & Zinn 1978) o del posterior crecimiento de galaxias dSph. El descubrimiento de la galaxia dSph de Sagitario en un proceso de disolución por marea en el halo galáctico, indica claramente que el segundo mecanismo es factible. Sin embargo, aunque existen algunas evidencias observacionales, la pregunta acerca de si otros satélites de la Vía Láctea pueden ser destruidos por efectos de marea sigue todavía sin respuesta. En este contexto, es muy importante investigar si otras dSphs muestran “restos” más allá de sus radios de marea, tal como predicen algunos modelos teóricos. Esta información es fundamental para comprender si los procesos de acreción desempeñan un papel más o menos relevante en la formación del halo galáctico y para encontrar respuestas a algunas preguntas abiertas acerca del contenido en materia oscura y la dispersión de edad del halo galáctico.

Cúmulos globulares y estructura del halo galáctico

El hecho de que los cúmulos globulares sean los objetos más viejos del Universo y que su edad pueda ser medida con cierta precisión, hace de ellos verdaderos fósiles que contienen información sobre el proceso de formación de nuestra galaxia que podría ser reconstruido a partir del estudio de las edades, posiciones y composiciones químicas de cada cúmulo.

Mediante este tipo de estudios, se concluye que, lo que ahora constituye el halo interno de nuestra galaxia (los 20 kpc centrales) se formó mediante un colapso rápido, de menos de 1 Ga y se han encontrado varios cúmulos que son o pueden ser excepciones a este resultado. Se quiere extender este análisis al halo externo para estudiar si existe un gradiente de edades en los cúmulos globulares, indicando una posible formación más tardía del halo

externo, o incluso interacciones entre nuestra galaxia y otras del Grupo Local. Este estudio permitirá acotar más el modelo de la formación de la Vía Láctea.

Sistemas de cúmulos globulares en galaxias elípticas en medios de alta y baja densidad

Como se ha dicho, los cúmulos globulares (CG) guardan información sobre la formación y evolución inicial de galaxias. El “exceso” de CG que presentan algunas galaxias elípticas se interpreta como evidencia de fusiones (“mergers”). Sin embargo, estudios recientes apuntan a que los CG pudieron formarse cuando lo hizo la galaxia anfitriona con una eficiencia determinada por las propiedades de la galaxia que los forma y por el entorno de la misma.

Actualmente hay pocas observaciones debido a la dificultad de ver sistemas de cúmulos globulares extragalácticos más lejanos que Virgo. El grupo se ha centrado en el estudio de galaxias elípticas pertenecientes al cúmulo de galaxias de Coma. Observando a lo largo de una diagonal del cúmulo se conseguirá una muestra de galaxias elípticas en medios de alta (cerca del centro del cúmulo) y baja densidad, determinando así las influencias, si las hubiera, de la densidad del entorno de la galaxia en su eficiencia formando y manteniendo sus CG, junto con las correspondientes aportaciones a los actuales modelos de formación de galaxias elípticas.

Galaxias “starburst”

Las galaxias “starburst” producen estrellas a un ritmo que acabaría rápidamente con el gas disponible en la galaxia. En la comprensión de este fenómeno desempeña un papel importante el conocimiento de la población subyacente, que da información sobre la HFE pasada de la galaxia y sobre su estructura a gran escala. En este sentido, se está haciendo un estudio detallado de Centauro A.

Algunos resultados relevantes

Poblaciones estelares e Historia de la Formación Estelar en galaxias próximas

Se ha establecido la presencia de estructuras subyacentes de población estelar vieja mucho más extensa que la población estelar joven. Esto podría abrir un nuevo camino en el contexto de las teorías de formación y evolución de galaxias enanas.

Se ha descubierto una posible extensión de marea en la galaxia Ursa Minor, que indica que está siendo destruida por el efecto de marea de la Vía Láctea.

Se ha descubierto una bimodalidad en la rama horizontal de Draco que sugiere que, en contra de lo que se pensaba, esta galaxia podría haber

experimentado varios episodios de formación estelar y que su población estelar es predominantemente vieja. El estudio de las ramas horizontales de Draco y UMi sugiere que su alto contenido en materia oscura no puede explicarse como consecuencia de que estén en un avanzado estado de destrucción por marea como sugerían algunos modelos teóricos.

Se han encontrado evidencias de que las estrellas azules descubiertas por W. Baade en la galaxia elíptica NGC 185 podrían ser cúmulos estelares jóvenes.

Se ha detectado el núcleo activo de Centauro A en el infrarrojo cercano.

Cúmulos estelares y estructura de la Vía Láctea

Se ha obtenido el catálogo fotométrico (V,I) de diagramas color-magnitud de cúmulos globulares más completo y homogéneo que existe, habiéndose observado 52 cúmulos (75% de todos los existentes dentro de una distancia de 17 kpc desde el Sol, y 35% de todos los descubiertos en la Vía Láctea).

Se ha determinado, en base a las edades relativas de los cúmulos globulares, que la formación del halo de la Vía Láctea (desde su centro hasta alrededor de 20 kpc del mismo) se produjo en un lapso de tiempo relativamente corto, inferior a mil millones de años, lo que representa entre un 5 y un 10% de la vida del Universo.

Evolución del Proyecto

Este apartado se estructura según las líneas y sublíneas que se presentan en el Proyecto.

Poblaciones estelares e Historia de la Formación Estelar en galaxias próximas

A. Aparicio y D. Martínez en colaboración con varios de colegas (grupos de I. Karachentsev en Rusia, M.G. Lee en Corea del Sur. y C. Gallart en EEUU/Chile), han concluido una primera fase del estudio de la estructura de galaxias enanas. Han establecido la presencia de estructuras subyacentes de población estelar vieja mucho más extensas que la población estelar joven. Este trabajo podría abrir un nuevo camino en el contexto de las teorías de formación y evolución de galaxias enanas con las consecuencias que ello podría tener sobre los esquemas de formación de galaxias, si estamos en un universo dominado por materia oscura fría en el que opera la formación jerarquizada de galaxias (en tal escenario, las galaxias enanas son las primeras en formarse).

D. Martínez, A. Aparicio y J. Alonso han descubierto una posible extensión de marea en la galaxia Ursa Minor, que indica que está siendo destruida por el

efecto de marea de la Vía Láctea. Ursa Minor es una de las galaxias más próximas a la Vía Láctea y este es el primer signo de que está siendo destruida por este mecanismo. Estos resultados tienen el interés adicional de que los cúmulos del halo externo de la Vía Láctea pueden proceder de galaxias enanas que fueron tragadas por la Vía Láctea en el pasado.

R. Carrera, D. Martínez y A. Aparicio han descubierto que la población estelar de Draco es predominantemente vieja. Se ha descubierto también una bimodalidad en su rama horizontal que indica la presencia de una componente significativa de población estelar intermedia. Hasta ahora se pensaba que Draco estaba formada por estrellas de edad intermedia, por lo que estos resultados establecen un nuevo marco para esta galaxia.

Además, el estudio de las ramas horizontales de las galaxias esferoidales Draco y Ursa Minor contradicen el esquema sin materia oscura que había propuesto por uno de los colaboradores del Proyecto, P. Kroupa. Unas de las características que llaman la atención en las galaxias esferoidales es la elevada dispersión de velocidades que presentan. La forma habitual de explicarla es mediante la presencia de una gran cantidad (~90%) de materia oscura. P. Kroupa había propuesto una explicación alternativa, basada en una geometría particular que, sin embargo, tal como se ha encontrado, no es compatible con el diagrama color-magnitud.

Se han encontrado evidencias de que las estrellas azules descubiertas por W. Baade en la galaxia elíptica NGC 185 podrían ser cúmulos estelares jóvenes, de unos cuantos cientos de millones de años de edad. Por una parte, esto resuelve una vieja polémica sobre la naturaleza de estos objetos azules, anunciados por W. Baade en los años 50, contradiciendo la explicación que se manejaba de que pudiera tratarse de una población estelar muy joven (pocos millones de años). Por otra, se confirma, mediante observaciones y modelos consistentes, la existencia de una baja actividad de formación estelar en las galaxias elípticas enanas, como NGC 185. (D. Martínez y A. Aparicio).

Se han realizado observaciones con el telescopio VLT de la galaxia enana de Phoenix. Ha sido el primer grupo español en obtener tiempo con el telescopio VLT. (D. Martínez en colaboración con C. Gallart).

Se ha detectado, por primera vez, el núcleo activo de Centauro A en el infrarrojo cercano. Usando también datos en rayos X y en radio, se ha medido la absorción interestelar en el centro de Centauro A ($A_V = 14$) y se ha probado que esta galaxia contiene un núcleo desalineado BL Lac. Usando observaciones en V, H y K, se ha reconstruido el perfil de luminosidad corregido por absorción interna. El perfil evidencia un núcleo de 4 arcsec, que sugiere la presencia de un agujero negro de $10^9 M_\odot$. (N. Caon).

Cúmulos estelares y estructura de la Vía Láctea

1.- Distribución de edades de los cúmulos y estructura del halo galáctico

Se ha completado el catálogo fotométrico (V,I) de diagramas color-magnitud de cúmulos globulares más extenso y homogéneo que existe, habiéndose observado 52 cúmulos (75% de todos los existentes dentro de una distancia de 17 kpc desde el Sol, y 35% de todos los descubiertos en la Vía Láctea). La importancia de un catálogo de estas características radica en el avance que supone respecto a la anterior carencia de datos homogéneos que abarcarán una cantidad significativa de cúmulos globulares. Esta carencia impedía delimitar el mecanismo de formación de la Vía Láctea y es el origen de la larga controversia entre modelos de colapso rápido y lento. (A. Rosenberg y A. Aparicio en colaboración con G. Piotto e I. Saviane).

Utilizando los datos del catálogo anterior, se han determinado que la formación del halo de la Vía Láctea (desde su centro hasta alrededor de 20 kpc del mismo) se produjo en un lapso de tiempo relativamente corto, inferior a mil millones de años, lo que indica que la mayor parte de nuestra galaxia se formó mediante un colapso rápido. No obstante, se ha determinado que aproximadamente un 20% de los cúmulos globulares tiene edades significativamente inferiores (de un 10 a un 40%) a la de los más viejos, pudiendo estar éstos relacionados con procesos de interacción entre galaxias del Grupo Local y la nuestra, como los mencionados más arriba para Ursa Minor. (A. Rosenberg y A. Aparicio en colaboración con G. Piotto e I. Saviane).

2.- Evolución estelar y evolución dinámica de los cúmulos estelares

Se ha continuado trabajando en el formalismo analítico para simular rápidamente la evolución estelar, incluyendo binarias. El formalismo fue aplicado en simulaciones de la evolución dinámica de cúmulos estelares, y se ha podido reproducir la población de "blue stragglers" en M67. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de J. Hurley. También se ha trabajado con el código de evolución estelar para mejorar la ecuación de estado, que ya es mucho más exacta. Con el nuevo código se han calculado modelos de estrellas frías, para investigar el efecto de una variación de la longitud de mezcla, de acuerdo con simulaciones hidrodinámicas de convección. (O. Pols en colaboración con J. Hurley, C. Tout y S. Aarsenth).

Se ha adaptado el mismo código para calcular la evolución y las pulsaciones térmicas de estrellas AGB. El método de computación implícita permite calcular el proceso de "tercer dragado" con más

exactitud que otros métodos, aunque los resultados sean aún preliminares. Los efectos del tercer dragado determinan la evolución sub siguiente y la nucleosíntesis de las estrellas AGB. (O. Pols en colaboración con C. Tout).

Evolución de galaxias tempranas en medios de alta y baja densidad

Se han desarrollado los algoritmos necesarios para poder evaluar las fluctuaciones de brillo superficial (FBS), que es la herramienta que vamos a utilizar. Los primeros resultados aplicados a galaxias de Coma llevaron a centrarnos en las poblaciones de cúmulos globulares, como medio para estudiar el proceso de formación y evolución de las galaxias elípticas. Por el momento, se están obteniendo resultados que demuestran que el método funciona y que se han mostrado en la última Escuela de Invierno del IAC. (A. Marín y A. Aparicio).

ESPECTROSCOPIA BIDIMENSIONAL CON FIBRAS OPTICAS DE GALAXIAS ACTIVAS (P4/94)

E. Mediavilla.

S. Arribas, B. García López y C. del Burgo.

Colaboradores del IAC: L.M. Cairós y M. Rodríguez.

L. Colina (IFCA, Santander), P. Felenbok (Obs. París-Meudon, Francia).

Introducción

El objetivo último de este Proyecto es el estudio de la cinemática y de las condiciones físicas que afectan al gas y a las estrellas en las regiones centrales de galaxias. La muestra de galaxias se ha ido extendiendo progresivamente. En la actualidad incluye objetos muy activos (QSOs, Seyferts), de actividad intermedia y baja (LINERS, starburst), y objetos no conceptuados habitualmente como activos (galaxias de tipo temprano y bulbos de espirales). También se han comenzado a estudiar las propiedades de las galaxias infrarrojas ultraluminosas y de las galaxias compactas azules (BCD).

Estos estudios se fundamentan en el uso de una nueva técnica experimental basada en la utilización de fibras ópticas, que permite obtener espectros distribuidos en 2D. Para el desarrollo de esta técnica se han construido varios instrumentos que operan en los telescopios del ORM. En el marco de este Proyecto, se pretende también extender estos desarrollos al infrarrojo cercano y/o al uso de microlentes, lo que permitiría aumentar la eficiencia.

Algunos resultados relevantes

Entre los resultados más interesantes obtenidos en 1999 se pueden destacar aquellos relativos a las galaxias infrarrojas ultraluminosas. Estos objetos muestran una rica fenomenología, con la posible presencia de varias galaxias en proceso de colisión y/o fusión, varias fuentes de ionización y fuertes movimientos radiales. Por ejemplo, en la galaxia Markarian 273, se ha encontrado cómo la estructura de la componente estelar es muy diferente de la correspondiente a la componente gaseosa, la cual está formada por al menos dos sistemas cinemáticos bien diferenciados, uno de los cuales muestra velocidades radiales superiores a los 2.500 kms⁻¹.

Evolución del Proyecto

Se han publicado los primeros resultados referentes al estudio de poblaciones estelares en galaxias basado en espectroscopía bidimensional. Este estudio se ha extendido a M 32 en el marco de la tesis doctoral de C. del Burgo. Para realizar todos estos trabajos se ha utilizado el sistema 2D-FIS.

Con este instrumento también se ha obtenido el atlas espectroscópico de la región central de NGC 1068, en el que se incluye información en 2D (20"x24") de un gran número de líneas de emisión (H α , H β , H γ , [OIII], [NII], [SII], [SIII], [OI], He, etc.) y de absorción (Ca II y MgIb), así como de los continuos. Estos datos se publicaron en el mes de junio de 1999.

Este año se han publicado también los resultados sobre el estudio realizado en NGC 4303. Esta galaxia ha sido estudiada con bastante detalle mediante imágenes recogidas con el telescopio Hubble. Estas imágenes muestran una peculiar morfología espiral que conecta las zonas circunucleares externas con el núcleo. Gracias a la utilización de la técnica de espectroscopía bidimensional (sistema 2D-FIS) se han podido definir las diferentes fuentes de ionización que operan en esa región, así como estudiar la cinemática asociada al gas ionizado.

El análisis de la espectroscopía 2D de las galaxias NGC 2992 y NGC 4861 se encuentra en un estado bastante avanzado. En la primera de las galaxias, NGC 2992, se ha podido determinar con precisión los parámetros del campo de velocidad del gas en la región interior que, sorprendentemente, parece moverse de una manera regular a pesar de la distorsión morfológica a gran escala de la galaxia producida por la interacción con una compañera. En NGC 4861, se ha detectado emisión de estrellas W-R en una región extranuclear extensa, aunque

compacta. Además, se está analizando la viabilidad de estudiar las condiciones físicas en galaxias de baja actividad a través de líneas de emisión débiles (como las líneas del [Fe]) comparando con los datos que se disponen de NGC 4861.

Se ha finalizado la tesis de C. del Burgo en la que se estudian las galaxias M 31 y NGC 1068 en base a datos obtenidos con INTEGRAL y se presentan varias pruebas de caracterización de este sistema. En particular en M 31 se han detectado pequeñas nubes de gas ionizado en la región circunuclear con propiedades que indican velocidades radiales elevadas y un origen misterioso para su fuente ionizante. En NGC 1068, con mejor resolución espacial y espectral y en longitudes de onda más largas (~9000 Å) que las empleadas por trabajos previos, se han obtenido unos resultados que apoyan recientes teorías acerca del origen de esta galaxia. En esta tesis se presenta también un estudio sobre las poblaciones estelares en M 32 (basado en datos obtenidos con 2D-FIS).

El grupo ha comenzado el estudio sistemático de galaxias infrarrojas ultraluminosas. En particular se han analizado los resultados de Mrk 273 e IRAS 12112+0305. Los resultados relativos a Markarian 273 ya han sido comentados. En IRAS 12112 + 0305 se ha encontrado también una estructura de gas ionizado bastante diferente a la que muestra el contenido estelar, el cual, sugiere a su vez un proceso de fusión o colisión de, al menos, dos galaxias. En este objeto se ha encontrado también una región HII gigante con un cúmulo estelar de aproximadamente 2×10^7 masas solares.

Se ha iniciado el estudio espectroscópico bidimensional de una muestra reducida de galaxias enanas compactas (BCDs) de las que ya existen datos fotométricos multirrango. Se están reduciendo los datos de cuatro galaxias BCDs obtenidos con INTEGRAL y pronto comenzará el análisis. Estos datos van a permitir: (1) caracterizar la población del "starburst", corrigiendo la emisión gaseosa y extinción para cada región, (2) conocer la masa dinámica de la galaxia, (3) poner restricciones a la masa en estrellas viejas y a la cantidad de materia oscura y (4) estudiar los procesos físicos que han originado esta formación estelar.

Se está llevando a cabo el desarrollo conceptual de un nuevo sistema que permitirá extender al infrarrojo cercano el rango de sensibilidad de INTEGRAL y/o aumentar su eficiencia con el uso de microlentes.

DISTRIBUCION Y DINAMICA DE POBLACIONES ESTELARES, GAS Y POLVO, Y FORMACION ESTELAR EN GALAXIAS (P5/94)

J. Cepa Nogué.

B. Cedrés, T. Mahoney, M. López Corredoira, M. Prieto, F. Garzón, P.L. Hammersley, J.E. Beckman y M. Rozas.

Colaboradores del IAC: E. Casuso, S. Lourenso, C. Muñoz-Tuñón y A.M. Varela.

J.A.L. Aguerri (Obs. de Ginebra, Suiza); S. Gottesman, y J. Hunter (Univ. de Florida, EEUU); M. Cohen (Univ. de Berkeley, EEUU); S. del Rio (INAOE, México); B. Vila Vilaró (Steward Obs., EEUU); N. Nakai (National Radio Astronomical Obs., Japón); E. Simmonneau (Inst. de Astrofísica de París, Francia); R. Peletier (Univ. de Groningen, Países Bajos); E. Battaner y C. Porcel (Univ. de Granada).

Introducción

Este Proyecto pretende estudiar diversos aspectos de la Astrofísica galáctica y extragaláctica. Entre ellos se encuentra el de cartografiar en el NIR el plano y el bulbo galácticos para proveer una base de datos de la distribución estelar en las regiones más alejadas y extintas de nuestra galaxia, a fin de deducir la estructura morfológica y peculiaridades a gran escala de su componente estelar. También se pretenden desarrollar modelos semiempíricos de la distribución y el contenido material de la galaxia, para establecer de una manera firme sus propiedades globales. Asimismo, se aspira a realizar un estudio detallado de las componentes estructurales de una muestra de galaxias espirales de actividad nuclear moderada, determinar la distribución espacial de sus masas y el potencial gravitatorio creado por la distribución estelar para elaborar modelos hidrodinámicos a fin de estudiar, entre otros aspectos, la cinemática del gas, especialmente en las regiones centrales donde la presencia de bulbos triaxiales u otras componentes no axisimétricas propicia los flujos de gas hacia el centro en estas galaxias. Otro aspecto objeto de las investigaciones del grupo es el estudio de la formación estelar a gran escala en galaxias no peculiares de distintos tipos morfológicos: desde elípticas y lenticulares hasta espirales. Se pretende delimitar los posibles

mecanismos que desencadenan la formación estelar en los distintos tipos, y las características (función inicial de masas, densidades umbrales de formación estelar, etc.) de la misma. Esta investigación abarca también la síntesis químico-evolutiva de poblaciones estelares aplicada a distintas partes de galaxias con modelos desarrollados por el grupo, que permiten discriminar la edad de la metalicidad. Finalmente, el Proyecto también se centra en el origen de las abundancias de elementos ligeros en la vecindad solar.

Algunos resultados relevantes

Se ha investigado el fundamento de las recientes ideas sobre que la secuencia de Hubble de las galaxias espirales es de escala libre, relacionadas con los modelos de evolución secular de galaxias donde puede ocurrir que los bulbos de las galaxias espirales se formen después de los discos. Esto significa que no existe una correspondencia entre esta secuencia y la relación entre las luminosidades del bulbo y del disco, sino que éste es un parámetro independiente del tipo. Se ha encontrado que la aplicación universal de la función de ajuste exponencial para los bulbos, en la que se basa esta afirmación, introduce un sesgo sistemático en la parametrización estructural de las galaxias, subestimando los radios efectivos de las galaxias tempranas y produciendo la falsa impresión de escala libre en la secuencia de Hubble.

También se ha elaborado, de forma preliminar, un conjunto de tests observacionales para determinar posibles diferencias de temperatura, metalicidad y función inicial de masas en los brazos de galaxias espirales con respecto al resto del disco.

Con ocasión del programa de observaciones en tierra preparatorio de la Misión WIRE, finalmente fallida, se han medido campos estelares en las regiones más internas de la galaxia con la cámara CAIN, utilizando la nueva óptica de gran campo. Los resultados constituyen un estudio multicolor de poblaciones estelares sin precedentes hasta la fecha.

Evolución del Proyecto

Durante 1999 se ha continuado con el estudio de las componentes estructurales y la dinámica de las galaxias con disco. Se ha extendido el estudio realizado anteriormente desde las bandas ópticas al infrarrojo. Las observaciones en los filtros J, H y K de la muestra de galaxias se realizaron en el Obs. de Calar Alto (Almería). Se han reducido y analizado

ESTRUCTURA DE LAS ESTRELLAS Y SU EVOLUCION

los datos y ya está terminado el análisis de las componentes estructurales de las galaxias en el IR. Actualmente se está realizando el estudio comparativo óptico-IR.

Se han mejorado las técnicas de análisis estructural de las galaxias espirales haciéndolo automático, introduciendo el cálculo de parámetros estimadores de la bondad del ajuste en el programa y el efecto del seeing en los modelos.

Se han obtenido imágenes, en las principales líneas de emisión, de galaxias espirales de brazos bien trazados y de brazos difusos en el Obs. de Calar Alto (Almería) y en el ORM. Los datos ya han sido reducidos y calibrados. Se están clasificando las regiones de formación estelar que pertenecen a los brazos y al resto del disco para cada galaxia. Posteriormente se aplicarán los métodos que se han diseñado para el estudio comparativo, brazo/interbrazo, de temperaturas, metalicidades y funciones iniciales de masas.

En el apartado de cartografiado IR de la galaxia, se ha comenzado la utilización a gran escala de la cámara CAIN con la óptica de gran campo. Para ello se han desarrollado técnicas de observación y reducción automática de datos que han proporcionado mapas multibanda de poblaciones estelares con resolución y sensibilidad sin precedentes hasta la fecha. Por otra parte, se ha continuado el análisis del catálogo TMGS a partir del modelo SKY, y se han publicado ya los primeros resultados.

CUMULOS ESTELARES (P11/86)

C. Martínez Roger.
S. Arribas y A. Alonso.

O. Straniero (Obs. de Collurania, Italia); M. Salaris (Obs. de Capodimonte, Italia).

Introducción

Actualmente en el Proyecto se siguen las siguientes líneas de investigación:

Cúmulos estelares

Los cúmulos estelares más viejos de nuestra galaxia proporcionan importantes registros fósiles de su época de formación. En consecuencia, determinar la edad y la composición química de los cúmulos estelares ha sido el objetivo de numerosos estudios dedicados al análisis de la evolución temporal de la Vía Láctea. Los estudios fotométricos que realiza el grupo resultan importantes para contribuir a la comprensión de los problemas abiertos en este campo.

Escala de temperaturas efectivas estelares

Las calibraciones empíricas de la escala de las temperaturas efectivas son relevantes en las siguientes áreas de la física estelar:

- 1.- El análisis del comportamiento global de los modelos de atmósferas.
- 2.- La interpretación del diagrama HR observado (i.e. V frente a (B-V) en términos de las isocronas teóricas luminosidad (L) en función de la temperatura efectiva (T_{eff})).
- 3.- La determinación de abundancias químicas a partir de análisis espectroscópicos.
- 4.- La síntesis de colores de poblaciones estelares. Se ha concluido la calibración para las estrellas de la secuencia principal y gigantes rojas, y publicado una aplicación sobre los radios de las gigantes rojas.

Determinación de distancias y propiedades estructurales de estrellas Cefeidas y RR de Lirae

La importancia de este tipo de estrellas como calibradores de distancias interestelares e intergalácticas es de sobra conocida. El Método del Flujo Infrarrojo en combinación con el Método de Baade-Wesselink permite determinar distancias con precisión. Al mismo tiempo la obtención de la variación de la temperatura y el radio a lo largo de toda la fase de pulsación, permite caracterizar algunas propiedades de la estructura de este tipo de estrellas. En una primera fase de la investigación, se revisarán las distancias a un grupo de Cefeidas clásicas, para extender posteriormente el estudio a las variables de población II.

Algunos resultados relevantes

Culminada la publicación de la escala de Teff.

Evolución del Proyecto

Se han concluido las publicaciones referentes a la calibración de la temperatura efectiva (T_{eff}) de las gigantes rojas, incluido un artículo sobre la determinación de distancias a los Cúmulos Globulares, basada en la determinación de los Radios de las estrellas de la Rama de Gigantes.

En noviembre, A. Rosenberg se ha incorporado a este Proyecto como post-doc de soporte a los TTNN.

SISMOLOGIA ESTELAR (P20/86)

**F. Pérez Hernández,
J.A. Belmonte, T. Roca Cortés y L. Fox Machado.**

Colaboradores del IAC: I. Vidal y M.M. Hernández Corujo.

S. Frandsen y su grupo (Univ. de Aarhus, Dinamarca); E. Michely y su grupo (Obs. de Meudon, Francia); J.Sh. Yang y su grupo (Obs. de Beijing, China); M. Alvarez (UNAM, México); J. Christensen-Dalsgaard (TAC y Univ. de Aarhus, Dinamarca); A. Claret (IAA, Granada); A. Ulla (Univ. de Vigo).

Introducción

La Astrosismología estudia el espectro de modos propios de oscilación de las estrellas con el objetivo principal de proporcionar información sobre la estructura interna, evolución y dinámica de las mismas. El Proyecto considera tanto el enfoque teórico (modelización estelar) como observacional (redes de observación, futuros telescopios espaciales, etc.) así como la interacción entre ambos.

Evolución del Proyecto

Durante 1999 se han llevado a cabo los siguientes trabajos:

Realización de una campaña de observación dentro de la red internacional STEPPI. Se observaron varias estrellas del cúmulo de las Pléyades con el fin de obtener sus modos de oscilación.

Reducción y análisis de las observaciones de la campaña anterior, también de estrellas en el cúmulo de las Pléyades. Los resultados de esta campaña, con condiciones atmosféricas muy buenas en los tres observatorios, ha permitido encontrar una estrella con una decena de modos de oscilación, lo que la convierte en una buena candidata para su comparación con los modelos teóricos.

Para una buena interpretación teórica de estos datos es necesario considerar el desdoblamiento rotacional de los modos hasta tercer orden, habiéndose comenzado su desarrollo durante el año. También es necesario calcular modelos de estructura y evolución que incluyan la rotación y sean apropiados para las estrellas δ Scuti observadas en este cúmulo. Este trabajo está también en marcha.

Profundización en el estudio del efecto de la rotación en el diagrama color-magnitud considerando el efecto sobre los parámetros fotométricos, tanto de la deformación geométrica y oscurecimiento gravitatorio de la estrella, como los deducidos de su evolución. Estos resultados son de aplicación no sólo en estrellas tipo δ Scuti sino también para estrellas tipo A y F en general.

Estudio teórico de las oscilaciones de una estrella sub-enana caliente dB. Contrariamente a lo encontrado para otras estrellas de este tipo, cuyos modos de oscilación son modos p de orden radial bajo, en este caso el análisis teórico indica que la estrella presenta al menos un modo g de oscilación. De confirmarse este resultado, habría que revisar la teoría del mecanismo de excitación de los modos en este tipo de estrellas.

ESTRELLAS BINARIAS (P7/88)

**C. Lázaro Hernando,
M.J. Arévalo, P. Rodríguez Gil, I. González
Martínez-Pais y J. Casares.**

P. Hakala (Univ. de Turku, Finlandia); E.L. Robinson y C. Allende Prieto (Univ. de Texas at Austin, EEUU); R. Díaz, M. Villada (Obs. Astronómico de Córdoba, Argentina); D. Steeghs (Univ. de Southampton, Reino Unido); L. van Zyl (Univ. de Oxford, Reino Unido); R.M. Domínguez Quintero (TNG, La Palma).

Introducción

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la Astrofísica Estelar. Es sabido que la mayoría de las estrellas parecen formarse en sistemas dobles o múltiples, y las binarias desempeña un papel fundamental en la determinación de parámetros estelares absolutos, y en la comprensión de una variedad de procesos físicos como son la actividad estelar o los procesos de acrecimiento de materia, que determinan las características observacionales y la evolución de muchos de los sistemas binarios.

El Proyecto se centra en tres líneas de trabajo:

1.- El estudio espectroscópico, y en menor medida también fotométrico, de sistemas de Variables Cataclísmicas, para identificar el origen de sus emisiones y las estructuras de acrecimiento que se forman en estas binarias interactivas.

2.- El estudio de la actividad estelar en binarias particularmente activas, como son los sistemas RSCVn de periodo corto, mediante observaciones fotométricas y espectroscópicas con resolución orbital.

3.- La determinación de parámetros absolutos estelares en sistemas tipo Algol, mediante curvas de luz en el infrarrojo (IR), que también pueden aportar información sobre fenómenos de actividad y transferencia de masa en estas binarias.

Algunos resultados relevantes

Descubrimiento de eclipses y mínimos de brillo pre-eclipse en la variable cataclísmica WX Arietis

La variable cataclísmica (VC) WX Arietis es un sistema "nova-like" de tipo SW Sextantis en el cual no se habían observado eclipses del disco de acrecimiento por la componente secundaria. El acontecimiento o no de eclipses en estos sistemas (i.e. la inclinación) es muy importante a la hora de aplicar los modelos que actualmente se proponen para explicar el extraño comportamiento espectroscópico de estas VCs. Por ello, se ha llevado a cabo un seguimiento fotométrico intensivo de WX Arietis en los telescopios IAC-80 y OGS del OT durante el periodo agosto 98-febrero 99. El objetivo principal era la obtención de una curva de luz promedio en la banda R, con el fin de suavizar la contribución del *flickering* (variaciones erráticas de brillo asociadas a la mancha caliente y/o a regiones turbulentas del disco de acrecimiento) y poder así dar más luz a la cuestión de si WX Ari es o no un sistema de alta inclinación (i.e. eclipsante). Contrariamente a todos los resultados publicados con anterioridad, se ha descubierto que WX Ari es un sistema eclipsante con una inclinación orbital de aproximadamente 72° . Las curvas de luz en la

banda R presentan eclipses con una profundidad de ~ 0.15 magnitudes, siendo esta profundidad levemente variable. La duración de un eclipse es de unos 40 minutos. Las curvas de luz obtenidas sugieren un eclipse parcial del disco de acrecimiento.

En las curvas de luz también se pudo apreciar la presencia de una amplia disminución de brillo anterior al eclipse, centrada en la fase orbital 0.75 (la fase 0 se toma en el instante de conjunción inferior de la secundaria), así como un súbito aumento de brillo en la fase 0.2. Ambos fenómenos están presentes en la curva de luz promedio, lo que indica que no son esporádicos.

El mínimo pre-eclipse podría ser causado por un ensanchamiento vertical del anillo externo del disco de acrecimiento localizado en la zona de impacto del chorro de gas con el disco (i.e. mancha caliente). Este comportamiento se ha observado también en otras VCs de tipo "nova-like", como UX UMa y RW Tri, en el óptico, así como en las curvas de luz en rayos X de binarias de rayos X de baja masa, como X 1822-371.

Se ha hecho un estudio de la distribución de inclinaciones de los sistemas SW Sextantis, añadiendo nuestra estimación para WX Ari. Se ha llegado a la conclusión de que el brillo del disco en los sistemas SW Sextantis es prácticamente el mismo en todos, lo que implica que la inclinación orbital de estas VCs es sólo función de la profundidad del eclipse.

Estudio del sistema VY Scl

Un estudio espectroscópico de la Variable Cataclísmica VY Scl realizado ha permitido determinar el valor de su periodo orbital, del que, hasta la fecha, no se conocía un valor fiable. Pero el resultado más importante de este trabajo ha sido el descubrimiento de su probable naturaleza triple. Se han acotado los parámetros del sistema, llegando a la conclusión de que la tercera componente es un objeto de masa media o alta. Se han tomado nuevos datos de este objeto desde el Obs. del Leoncito (Argentina) en colaboración con M. Villada con el objeto de confirmar la naturaleza triple de este sistema y refinar los valores de sus parámetros.

MEMORIA
IAC 1999

37

Evolución del Proyecto

Fotopolarimetría y espectropolarimetría de sistemas SW Sextantis

Otro de los debates más importantes y actuales sobre la naturaleza de las VCs de tipo SW Sextantis versa sobre la presencia o no de una enana blanca magnética en estos sistemas. Otras VCs con enanas blancas magnéticas componen la clase "Polares Intermedias". En ellas, el disco de

acrecimiento no puede ir más allá del radio de Alfvén de la magnetosfera de la enana blanca en su camino hacia ella. En este escenario, el material del disco llega hasta la enana blanca siguiendo las líneas de campo, formando lo que denominamos "conjunto cortina-columna de acrecimiento".

La detección de un campo magnético, basada en medidas de la polarización circular de la luz que nos llega de estos sistemas, sería de una importancia crucial para el desarrollo de los modelos que intentan reproducir su comportamiento actualmente. Por ello, se ha desarrollado un programa de observación fotopolarimétrica en las bandas UBVR_I en el telescopio NOT y otro de espectropolarimetría en el telescopio WHT, ambos en el ORM, con el objetivo de detectar niveles significativos del grado de polarización circular.

Aparte de los datos que se tomaron en el telescopio NOT durante 1998, se han obtenido medidas de los sistemas WX Ari y SW Sex en este telescopio durante enero y diciembre de 1999. Los resultados preliminares sugieren la presencia de niveles significativos de polarización circular, que podría estar modulada al menos con el periodo orbital en ambos sistemas. El grado de polarización circular (en tanto por ciento) es muy bajo (del orden de 0.01%), pero es significativo en cuanto a que la precisión que se alcanza con el fotopolarímetro TURPOL en el telescopio NOT está muy por debajo de esos niveles.

Este estudio prosigue y el grupo pretende obtener nuevas observaciones.

En cuanto a la espectropolarimetría en el telescopio WHT, se ha observado el sistema LS Peg (S 193) durante un periodo orbital completo en el mes de agosto, obteniendo datos únicos para este sistema. Aunque el análisis es muy reciente y todavía no ha concluido, el resultado más importante es la detección de una modulación de corto periodo (~30 minutos) en la anchura equivalente de las alas de las líneas de Balmer (que se forman en regiones muy cercanas a la enana blanca), que creemos causada por el movimiento de rotación de una enana blanca magnética que modularía la emisión en una posible estructura de cortina-columna de acrecimiento.

Al mismo tiempo, se han detectado indicios de modulación del grado de polarización circular en las alas de las líneas de emisión Balmer y en otras líneas de emisión de alta excitación como HeII 4686, CIII-NIII y CII 4267. Aunque aún no se pueden emitir conclusiones, esta modulación en la polarización circular es consistente con la observada en las curvas de anchura equivalente.

Todavía se necesitan más observaciones que confirmen estos indicios, que se llevarán a cabo durante el año 2000. En el caso de confirmarse la presencia (y modulación) del grado de polarización circular, el estudio de los sistemas SW Sextantis daría un vuelco radical, con un avance muy relevante.

Estudio de la estrella secundaria en la variable cataclísmica SS Cyg

Se están terminando de analizar los datos espectroscópicos de SS Cyg tomados con el espectrógrafo Echelle (UES) del telescopio WHT. Este estudio está permitiendo obtener, por primera vez en una Variable Cataclísmica, los perfiles reales de rotación de la estrella secundaria, observándose variaciones en dichos perfiles con la fase, lo que cabe esperar de una estrella que llena su lóbulo de Roche y, por tanto, no posee simetría esférica.

Por otra parte, los mapas Doppler de alta resolución contruidos a partir de la línea en emisión H α , parecen indicar la presencia de ondas espirales de densidad en el disco, aunque este resultado aún no está confirmado.

Curvas de luz de binarias algo

Se ha elaborado un programa de análisis de curvas de luz en geometría de Roche, capaz de analizar simultáneamente cualquier número de filtros del espectro visible al infrarrojo, y con emisividades superficiales de modelos de atmósfera. Con este programa se han analizado las curvas de luz infrarrojas obtenidas de los sistemas δ Librae y Z Vul. También se han obtenido curvas de luz completas en el visible e infrarrojo del sistema VV UMa, que están siendo analizadas por R.M. Domínguez como trabajo de tesina.

FISICA DE ESTRELLAS DE BAJA MASA, BUSQUEDA Y CARACTERIZACION DE ENANAS MARRONES Y PLANETAS EXTRASOLARES (P6/95)

R. Rebolo.

M.R. Zapatero-Osorio, X. Delfosse, V. Sánchez-Bejar y J. Montalbán.

Colaboradores del IAC: R.J. García López, J. Licandro y H. Deeg.

Y. Pavlenko (Obs. Principal de Kiev, Ucrania); E.L. Martín (Caltech, EEUU); G. Basri (Univ. de Berkeley, EEUU); R. Mundt, D. Barrado y C. Bayler-Jones (MPIA, Alemania); A. Magazzù (TNG, La Palma).

Introducción

Las estrellas frías de muy baja masa representan la población estelar más numerosa en la vecindad solar, y se estima que representan un 80% de la masa de la nuestra galaxia. Sin embargo, la física de estas pequeñas estrellas es todavía bastante desconocida, probablemente porque son intrínsecamente débiles y sólo con la generación actual de telescopios e instrumentos han podido comenzar a ser estudiadas sistemáticamente. El límite inferior en masa de las estrellas viene dado por la masa mínima necesaria para que un objeto posea suficiente temperatura en su interior para desarrollar la fusión termonuclear del hidrógeno en forma estable. Se ha propuesto una prueba espectroscópica capaz en cierta manera de medir la temperatura interna y, por consiguiente, de distinguir entre una estrella de muy baja masa y una enana marrón. Esta prueba ha sido reconocida internacionalmente con el nombre de "Test del Litio" y ha permitido confirmar sin lugar a dudas la naturaleza subestelar de las primeras enanas marrones, siendo en la actualidad varias decenas las confirmadas por este test tanto en la vecindad del Sol como en cúmulos estelares. El objetivo es caracterizar las enanas marrones en un amplio rango de masas y de edades, y también estimar su número y distribución global en nuestra galaxia. Las estimaciones actuales indican que podrían existir varios miles de millones. También se ha desarrollado un programa de búsqueda de planetas gigantes en torno a estrellas y flotando libremente en el espacio interestelar mediante técnicas de imagen directa. En este caso, se ha concentrado la atención en los entornos de estrellas muy jóvenes y regiones de reciente formación estelar.

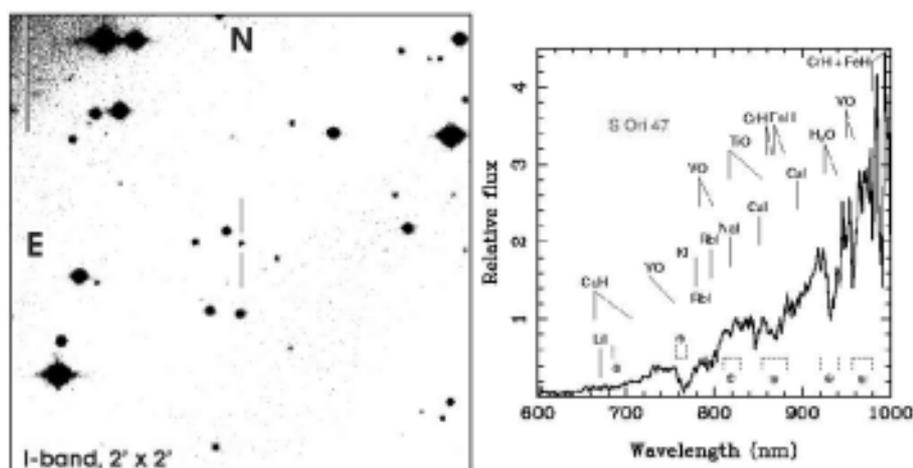
Algunos resultados relevantes

M.R. Zapatero-Osorio, V. Sánchez-Bejar y R. Rebolo, en colaboración con E.L. Martín y G. Basri han obtenido espectroscopía con el telescopio Keck de uno de los objetos descubiertos por el grupo del IAC en el cúmulo estelar en torno a la estrella sigma de Orion, confirmando que se trata de un objeto muy frío, con tipo espectral L temprano, cuya masa se estima en la frontera entre las enanas marrones y los planetas gigantes. Este resultado muestra por primera vez que las enanas marrones pueden formarse en todo el rango de masas convencionalmente adscrito a estos objetos, es decir entre 75 y 13 veces la masa de Júpiter.

Evolución del Proyecto

X. Delfosse y colaboradores han encontrado nuevas enanas marrones en la vecindad solar empleando los datos obtenidos por el Proyecto DENIS de exploración infrarroja del Hemisferio Sur. Tras el trabajo pionero del grupo DENIS para detectar enanas marrones en la vecindad solar en 1997, se han sucedido los nuevos casos de enanas marrones cercanas al Sol con una rapidez vertiginosa. Una nueva clasificación espectral ha sido propuesta por E. Martín (Univ. de California, EEUU), M.R. Zapatero-Osorio y X. Delfosse, entre otros, para distinguir la morfología de muchos de estos nuevos objetos que tienen rasgos atmosféricos acusadamente diferentes a las enanas de tipo M.

X. Delfosse y colaboradores han encontrado además trece nuevos compañeros de estrellas M de la vecindad solar, y una nueva estrella binaria M de tipo eclipsante, GJ2069A, fundamental para contrastar



S Ori 47 define la frontera entre enanas marrones y planetas gigantes en el Cúmulo Estelar de Sigma Orionis, en Orión. En el panel izquierdo de la figura se presenta la imagen del descubrimiento (banda I) tomada con el telescopio INT del ORM. Con una masa alrededor de 15 veces la masa de Júpiter y una edad entre 1 y 10 millones de años, S Ori 47 posee una atmósfera con temperaturas entre las más frías conocidas, 1800-2000 K, presentando una distribución energética que corresponde a un tipo espectral dentro del dominio de la nueva clase L. El panel derecho de la figura muestra el espectro óptico de S Ori 47; los rasgos atómicos y moleculares más significativos están indicados (las bandas telúricas se denotan con líneas discontinuas)

las predicciones de los modelos evolutivos de estrellas muy frías. A esto hay que añadir las medidas de gran precisión de la masa de las componentes estelares en los sistemas GI 570 B y GI 866.

J. Montalbán ha estado trabajando en la incorporación de los modelos no-grises de atmósferas de Allard y Hauschild (1997) en el código de estructura interna ATON2.0. El análisis de los modelos correspondientes a bajas metalicidades han dado lugar a un artículo, enviado a la revista *Astronomy & Astrophysics*. J. Montalbán y E. Schatzman también han concluido un estudio sobre los efectos de las ondas internas de gravedad en el flujo de neutrinos producidos en el Sol.

El grupo del IAC ha organizado el XI Cambridge Workshop "Cool Stars, Stellar Systems and the Sun", congreso de gran prestigio en su ámbito, que congregó a más de 250 especialistas en estos campos en el Puerto de la Cruz (Tenerife).

MODELIZACION DE ATMOSFERAS ESTELARES (P4/96)

R.J. García López, M.R. Villamariz Cid, L. Crivellari, G. Israelian, A. Herrero, A. Monreal y M.A. Urbaneja.

Colaboradores del IAC: M. García García.

C. Allende Prieto y D.L. Lambert (Univ. de Texas, EEUU), E. Simmoneau (Inst. de Astrofísica de París, Francia); B. Gustafsson, M. Asplund y A.E. García Pérez (Obs. de Uppsala, Suecia); I. Hubeny (Goddard Space Flight Center, Cambridge, EEUU); B. Caccin y C. Giammanco (Univ. Roma II, Tor Vergata, Italia); O. Cardona y R. Gulati (INAOE, México); G. Severino, L. Terranegra, E. Covino, M.T. Gómez y A. Tripicchio (Obs. de Capodimonte, Italia); G. Cauzzi y S. Randich (Obs. de Arcetri, Italia); D. Barrado y Navascues (MPI, Alemania); B. Montesinos (LAEFF, Madrid); Ya. V. Pavlenko (Obs. de Kiev, Rusia); K. Butler, S. Becker y J. Puls (Obs. de Munich, Alemania); A. Ulla (Univ. de Vigo).

La obtención, caracterización y estudio de modelos semi-empíricos de atmósferas de estrellas pobres en metales supone una parte importante del trabajo que se lleva a cabo. Para ello adaptamos y desarrollamos códigos de síntesis espectral y de inversión de líneas espectrales, y comparamos sus resultados con espectros de gran calidad. La generación de modelos hidrodinámicos tridimensionales y su comparación con espectros obtenidos con la máxima resolución disponible actualmente merecen una atención especial. El uso de líneas alcalinas como diagnóstico de los modelos de atmósfera en estrellas de tipo tardío y el estudio y generación de modelos de atmósfera teóricos clásicos partiendo de las bases de la teoría de atmósferas estelares constituyen otro pilar fundamental del Proyecto.

Por otra parte, las estrellas masivas azules proporcionan importantes pistas cerca de la evolución en la parte superior del diagrama HR, y son susceptibles de ser utilizadas como patrones de distancia. Ello implica, sin embargo, el uso de sofisticados programas de análisis, que dentro del Proyecto aplicamos y continuamente tratamos de mejorar.

Algunos resultados relevantes

Haciendo uso de paralajes muy precisos medidos por el satélite "Hipparcos", y en colaboración con C. Allende Prieto, D. Lambert y B. Gustafsson, R. García López ha participado en un estudio que muestra que las gravedades superficiales estimadas hasta ahora por métodos espectroscópicos para las estrellas pobres en metales son sistemáticamente inferiores a las que se derivan de medidas trigonométricas de gran precisión. Este efecto aparece asociado a la falta de equilibrio termodinámico local en la formación de diversas líneas espectrales en las atmósferas de estas estrellas. La gravedad superficial es un parámetro clave a la hora de derivar las abundancias químicas presentes en las atmósferas estelares, y esta nueva escala de gravedades permite resolver de forma sencilla y elegante importantes controversias sobre abundancias estelares que tienen una fuerte implicación en el estudio de la evolución química de nuestra galaxia.

Evolución del Proyecto

Dentro de la colaboración con C. Allende Prieto, D. Lambert y B. Gustafsson, R. García López ha participado en el estudio detallado de las asimetrías de origen convectivo presentes en líneas espectrales fotosféricas de estrellas pobres en metales. El estudio ha sido realizado mediante el uso de observaciones de muy alta resolución espectral (R~200000) llevadas a cabo en el Obs. McDonald (Texas, EEUU). En particular, se observa que estas

Introducción

El estudio y la generación de modelos de atmósfera para estrellas con distintos tipos espectrales y estados evolutivos tiene una importancia fundamental, no sólo por el desarrollo que en sí mismo supone, sino también por su relevancia en distintas parcelas dentro de la Astrofísica. En este marco, y teniendo como hilo conductor común los fenómenos de transporte radiativo, se encuentran en marcha diferentes líneas de trabajo dentro del Proyecto.

asimetrías son más acusadas en estrellas pobres en metales de tipo solar que en el Sol, lo que se asocia a una menor opacidad y, por tanto, a una mayor penetración de los efectos de la convección en la formación de las líneas en la fotosfera estelar.

En el marco del estudio de las estrellas masivas azules, M.A. Urbaneja ha añadido el balance térmico en el programa de atmósferas esféricas y con pérdida de masa. Este es el primer paso para disponer de un algoritmo de corrección de temperaturas. También ha implementado el modelo atómico del oxígeno. Por su parte, M.R. Villamariz ha instalado una nueva versión de DETAIL y SURFACE, los programas utilizados para el cálculo de atmósferas planoparalelas (versión desarrollada por K. Butler), y ha actualizado los modelos atómicos de oxígeno y nitrógeno necesarios para los cálculos de abundancias en estrellas OB. Además, M.R. Villamariz y A. Herrero han sistematizado los efectos del "line blocking" en la parte superior del diagrama HR, y determinado que su influencia sobre la abundancia de He derivada en los análisis espectroscópicos es muy pequeña.

En el campo de la generación de modelos de atmósfera clásicos, y a través del desarrollo de su aproximación iterativa secuencial al estudio de las atmósferas estelares, L. Crivellari y E. Simonneau han llegado a la conclusión de que un gran número de problema físicos, que pueden ser lineales o no-lineales desde el punto de vista de su estructura matemática, necesitan para su solución precisa y fiable de métodos iterativos ad hoc, realizados de acuerdo con su estructura física, como alternativa a los métodos corrientes, basados en mejoras de la "iteración lambda" a través de refinamientos de carácter puramente matemático. Los investigadores han propuesto métodos iterativos secuenciales, que corrigen la solución corriente por medio de algoritmos basados en criterios físicos: "Método de los Factores de Iteración". Presentaron una síntesis de sus ideas y resultados en un congreso internacional celebrado en Toulouse (Francia), que encontró una importante acogida por parte de los participantes.

G. Israelian, en colaboración con A. Lobel y M. Schmidt, han continuado con el estudio de las estrellas hipergigantes amarillas. Además de S Cas han estudiado también HR 8752, centrándose en los procesos evolutivos que sufren estas estrellas en escalas de tiempo comparables a la vida humana. Este estudio se ha llevado a cabo utilizando una base de datos espectroscópicos que cubre un período de 30 años. Los datos muestran que durante las últimas tres décadas estas dos hipergigantes amarillas han alcanzado una fase evolutiva que no había sido observada antes.

NATURALEZA Y EVOLUCION DE BINARIAS DE RAYOS X (P10/97)

J. Casares.

C. Zurita, I. González Martínez-Pais, G. Israelian y A. Herrero.

P.A. Charles, R.I. Hynes, D. Steeghs y T. Marsh (Univ. de Southampton, Reino Unido); E. Kuulkers (Univ. de Utrech, Países Bajos); G. Dubus (Inst. Astronómico "Anton Pannekoek", Países Bajos); M. Wagner (Flagstaff Obs., EEUU); P. Hakala (Univ. de Turku, Finlandia); C. Haswell (The Open Univ., Reino Unido); L. Pavlenko (Obs. de Crimea).

Introducción

Las binarias de Rayos X son binarias compactas dominadas por procesos de acreción sobre estrellas de neutrones (NS) o agujeros negros (BH). Un subgrupo de estos sistemas (binarias transitorias de rayos X) se caracteriza por la exhibición de erupciones recurrentes (varias décadas) durante las cuales la luminosidad aumenta típicamente en un factor 10^3 - 10^6 en los rangos óptico y rayos X, respectivamente. Estos sistemas ofrecen un interés especial ya que contienen los candidatos a BH más firmes conocidos a partir de la determinación de la función de masa de la estrella compañera. El análisis de estos residuos estelares compactos es esencial para el conocimiento de las últimas etapas en la evolución de estrellas masivas.

Desgraciadamente, el número de BH detectado es todavía demasiado pequeño para abordar análisis estadísticos comparativos con la población de binarias con NS.

Los objetivos científicos que se persiguen son:

1.- Expandir la muestra de BH midiendo funciones de masa en nuevas binarias transitorias. Asimismo, determinar los cocientes de masas y ángulos de inclinación para estimar las masas de las dos componentes y, por tanto, la naturaleza de los objetos compactos.

2.- Abordar estudios estadísticos de la muestra de BH respecto a binarias con NS (ej. distribución de masas, cocientes de masa, distribución galáctica) para caracterizar las dos poblaciones de objetos compactos. Se espera extraer información que permita imponer restricciones a la ecuación de estado de la materia nuclear, por un lado, y a la edad y evolución de estos sistemas, por otro (ej. $M_{\text{máx}}$ para NS, $M_{\text{mín}}$ para BH, pérdida de masa de las estrellas progenitoras).

3.- Analizar la estructura de los discos de acreción alrededor de los objetos compactos en diferentes bandas espectrales (óptico-rayos X). La distribución espectral durante la erupción (especialmente a altas energías) y su variación temporal es esencial para restringir los modelos de erupción y la estructura física del disco (ej. radio del régimen Advection Dominated Flow, ADF). También puede proporcionar información para desvelar la naturaleza del objeto compacto mediante el estudio del perfil de líneas de emisión (e.g. 6.4 keV). En el óptico se estudiará la variación orbital de los perfiles de emisión utilizando técnicas de tomografía Doppler que permitirá analizar la distribución radial de emisividad de los discos y obtener restricciones al tamaño del disco, ritmo de transferencia de masa y estado evolutivo.

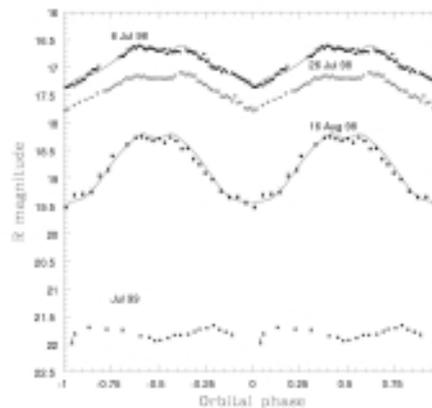
Asimismo, se persigue estudiar la composición química de las estrellas compañeras y, concretamente, establecer el origen de las altas abundancias de litio descubiertas por el grupo. Para ello se pretende:

1.- Analizar la metalicidad para encontrar evidencias de la explosión de Supernova que dio origen al BH/NS y las anomalías en las abundancias que permitirán reconstruir la historia evolutiva de las estrellas progenitoras.

2.- Investigar la formación de líneas de litio en los discos de acreción y en las atmósferas de las estrellas secundarias. La razón isotópica $Li7/Li6$ es un indicador del mecanismo de aceleración de partículas que produce estos elementos en el entorno del BH o NS.

Algunos resultados relevantes

Determinación del ángulo de inclinación de la binaria transitoria XTE J2123-058 y variaciones en la geometría del disco de acreción con la luminosidad en rayos X. (Ver Gráfico).



Evolución del Proyecto

C. Zurita ha finalizado la reducción de la fotometría RIJHK de V404 Cyg obtenida durante 15 noches en agosto de 1998. Las curvas de luz muestran la presencia de la oscilación rápida de 6 horas en todos los filtros, superpuesta a la modulación elipsoidal. El análisis de las propiedades de esta variabilidad permitirá decidir sobre su posible origen en "flares" de la secundaria o en el disco de acreción. Continuando con este programa, en junio de este año se obtuvieron 2 noches de fotometría (en el telescopio JKT) y espectroscopía (en el telescopio WHT) simultánea para analizar la variabilidad rápida en las líneas de emisión y su correlación con el continuo. Los datos se están reduciendo.

Continuó el estudio de la binaria transitoria XTE J2123-058, sistema con una NS en la cual se descubrió la presencia de eclipses. Las variaciones en las curvas de luz durante la erupción de 1998 han sido ajustadas con un modelo de irradiación que incluye efectos de ocultación. El resultado de los ajustes permite determinar el ángulo de inclinación ($73 \pm 4^\circ$) y demostrar que el radio del disco de acreción disminuye un 30% cuando la luminosidad X cae un orden de magnitud. Desde agosto de 1998, el sistema se encuentra en estado de quietud, con $R=21.7$. Este verano se ha obtenido fotometría R y colores BVRIJHK para estudiar la distribución de energía de la estrella compañera y la modulación elipsoidal. Por otro lado, se han obtenido imágenes Doppler de la línea de emisión H α 6563 que muestran una distribución de brillo peculiar, distinta a la esperada para un disco de acreción y similar a la observada en variables cataclísmicas tipo SW Sex. El mapa de emisividad obtenido es consistente con modelos de "propeller" magnético en los que el material acretado es expelido por la magnetosfera del objeto compacto debido a su rápida rotación.

M. Pérez-Torres defendió su tesina, en la que presentaba mapas Doppler de la binaria V404 Cyg

42 Tomografía Doppler del disco de acreción en XTE J2123-058 en erupción.
Estructura de emisividad similar a la observada en variables cataclísmicas del tipo SW Sex, consistente con un modelo de "propeller" magnético.

Tomografía Doppler de V404 Cyg en erupción mostrando emisión de la estrella secundaria debida al procesamiento de los rayos X.

Determinación del cociente de masas en Cen X-4 y clasificación espectral de la estrella compañera.

Existencia de corrientes circulares en la estrella compañera de J1655-40 durante la fase de erupción.

durante la erupción de 1989, en los que detecta emisión de HeII 4686 asociada al reprocesamiento de los rayos X en el hemisferio interno de la estrella compañera. Este estudio demuestra la posibilidad de extraer información dinámica importante de estos sistemas binarios (periodo, función de masa) durante el pico de las erupciones recién descubiertas. En este trabajo también se presenta la primera determinación del ensanchamiento rotacional en la estrella compañera de Cen X-4. Esta medida permite determinar el cociente de masas que, combinado con información adicional, es importante para medir las masas de las 2 componentes. Este trabajo también supone una actualización de otros parámetros del sistema, como la función de masa o el tipo espectral de la secundaria.

Asimismo, se ha obtenido fotometría BVRI de la nueva fuente transitoria XTE J1859+226 con el telescopio IAC-80. El objetivo de este programa es el seguimiento de la curva de luz durante la erupción y declive para detectar eclipses o modulaciones que permitan descubrir el período orbital de la binaria, como ya se hizo anteriormente con J2123-058.

Prosiguió el estudio de la binaria transitoria GRO J1655-40 con el estudio de la curva de velocidad radial de la estrella compañera en erupción. El valor que se ha obtenido para la amplitud de velocidad radial ($K_2=279 \pm 10$ km/s) es un 30% mayor que el medido en quietud e implica que el fotocentro de la estrella compañera está desplazado más de lo que predicen los modelos de irradiación más extremos. Este efecto es consistente con un calentamiento del 60% de la estrella compañera, implicando la existencia de circulación de material en su atmósfera.

Respecto al estudio de anomalías en la abundancia química en las estrellas compañeras de binarias de rayos X, se ha obtenido espectroscopía de alta resolución de Cyg X-2 con ISIS y UES. Los datos están en proceso de reducción.

Resultados preliminares de algunos de estos trabajos han sido presentados en el Simposium "*Cataclysmic Variables*" celebrado en Oxford, Reino Unido.

También se han recibido las visitas de trabajo de R.I. Hynes y C.A. Haswell, P.A. Charles, P. Hakala y T. Shahbaz para trabajar en el análisis e interpretación de los datos.

ESTRELLAS MASIVAS AZULES (P8/98)

A. Herrero.

L.J. Corral, G. Gómez, G. Israelian, M.I. Monteverde, M.R. Villamariz, M.A. Urbaneja, y A. Monreal.

Colaboradores del IAC: A.E. Santolaya, N. Pinilla y M. García García.

R.P. Kudritzki, S. Becker y J. Puls (Obs. de Munich, Alemania); D.J. Lennon (ING, La Palma); S.J. Smartt (IoA, Cambridge, Reino Unido); F. Najarro (IES, CSIC, Madrid); J. Fabregat (Univ. de Valencia); E.L. Martín (Univ. de Berkeley, EEUU).

Introducción

Las estrellas masivas azules se caracterizan por su alta luminosidad y rápida evolución, lo que las une estrechamente al medio del que nacen. Por ello, constituyen excelentes laboratorios para comprobar los conocimientos de estructura y evolución estelar y galáctica. La determinación de sus parámetros estelares y abundancias en la atmósfera permite una comparación detallada con lo predicho por la teoría de evolución estelar pero, como contrapartida, exige un detallado cálculo del espectro emergente. Este cálculo detallado se complica debido a las fuertes condiciones de NLTE, esfericidad y pérdida de masa, cuyo efecto es acoplar las ecuaciones del transporte de radiación, del equilibrio estadístico y de continuidad en una geometría esférica. Además, el problema debe resolverse utilizando una descripción realista del modelo atómico.

Sin embargo, si disponemos de dichos parámetros estelares y abundancias, se puede además comparar con las determinaciones de abundancias en el medio interestelar de nuestra galaxia y galaxias vecinas, y con las predicciones de las teorías de evolución estelar y evolución química de las galaxias.

Utilizando la relación entre la luminosidad estelar y el momento del viento se puede, además, determinar distancias extragalácticas mediante el análisis de los espectros estelares. Y, finalmente, es posible utilizar los espectros calculados teóricamente para realizar síntesis de poblaciones aplicables a galaxias cuyos espectros estén dominados por estrellas de este tipo, ej. galaxias "starburst", especialmente a alto corrimiento al rojo, cuando el espectro UV es observable a longitudes de onda del visible.

Los objetivos que persigue el Proyecto relacionados con el análisis de estrellas masivas azules y sus implicaciones son:

Determinar si las atmósferas de las estrellas masivas exponen material contaminado por el ciclo CNO durante la fase de Secuencia Principal.

Derivar abundancias de estrellas OBA a diferentes distancias galactocéntricas en galaxias espirales del Grupo Local.

Derivar abundancias de estrellas OBA en galaxias irregulares enanas del Grupo Local.

Estudiar la influencia de la fase Luminous Blue Variables (LBV) en la evolución de las galaxias.

Calibrar la relación del momento del viento y la luminosidad.

Las mejoras que es preciso introducir en los modelos de atmósfera utilizados para los análisis precedentes están incluidas en el Proyecto "Modelización de Atmósferas Estelares", pero tienen una fuerte influencia sobre este Proyecto.

Durante 1999 se incluyó en el Proyecto un subproyecto sobre el estudio de Supernovas, dirigido por G. Gómez.

Algunos resultados relevantes

Se ha determinado por primera vez el gradiente radial de Si en una galaxia distinta de la Vía Láctea. (Figura 1).

Las abundancias de O y Si obtenidas para estrellas B de M 33 a diferentes distancias galactocéntricas están correlacionadas, como es de esperar para elementos α . Esto supone la confirmación del alto valor del gradiente radial de O que se obtenía para M 33, que es mucho mayor que para cualquier galaxia espiral cercana. Este es un hecho que deberá ser explicado por las teorías de evolución química de galaxias. (Figura 2).

Se han concluido los análisis de estrellas muy tempranas. Los resultados muestran que las estrellas masivas, del orden de 100 masas solares en el instante de nacer, no son raras en las cercanías del Sol.

Mediante análisis con modelos esféricos y con pérdida de masa, se han podido fijar los límites de aplicación de diferentes modelos en la parte superior del diagrama HR, y se han puesto de manifiesto problemas que no eran conocidos. Se espera que la solución de estos problemas suponga una mejora muy significativa de los modelos, de ahí su importancia.

Se ha presentado un catálogo de espectros de baja resolución de Supernovas de tipo II.

Evolución del Proyecto

Los objetivos que se había marcado el Proyecto para 1999 han sido sólo parcialmente cubiertos; en ello ha influido sobre todo la necesidad de consolidar los resultados parciales que se iban consiguiendo. Los objetivos presentados y su grado de cumplimiento son los que siguen:

- Determinar si otros cúmulos jóvenes, aparte de Cyg OB2, presentan o no sobreabundancias de He. Avance moderado. Los datos están reducidos a la espera de ser analizados.
- Determinar abundancias en estrellas O que puedan considerarse estándar. Avance importante. Las bases técnicas (adecuación de modelos de atmósfera y atómicos de C, N, O, así como papel de la microturbulencia) están finalizadas y los análisis están en curso.
- Derivar abundancias de Mg en estrellas de M 33. Revisar las de O y Si sobre la base de cálculos más realistas. Avance importante. Se han redeterminado

Figura 1

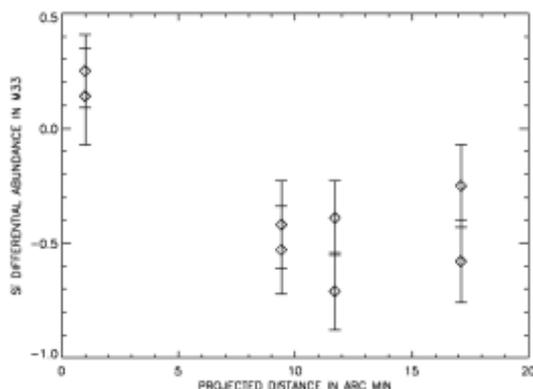
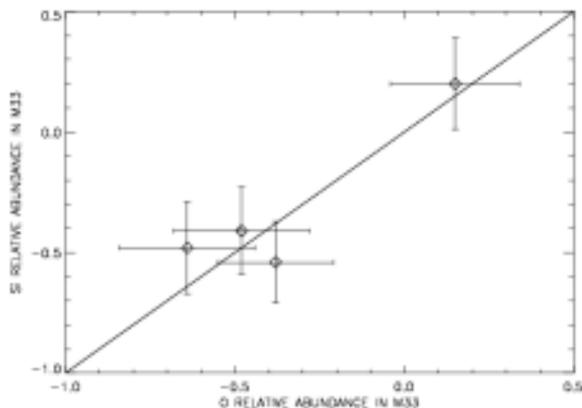


Figura 2



las de O y Si desde el principio, con una técnica mucho más sofisticada. Sin embargo no se ha determinado el Mg.

- Determinar abundancias en dos estrellas O cercanas al centro galáctico. Este objetivo hubo de ser abandonado aunque ha sido retomado recientemente.

- Observar espectroscópicamente nuevas estrellas en M 33 e identificar nuevos candidatos en M 31 y M 33 para ese tipo de observaciones. Avance moderado. Debido a la falta de tiempo de observación, la mayor parte de este objetivo ha sido asumido por colaboradores externos.

- Identificar nuevas LBVs en M 33 e IC 10. Avance moderado. Se tienen las primeras listas de objetos en M 33. Las imágenes de IC 10 (obtenidas con el telescopio de 3.5 m de Calar Alto, Almería) no tienen suficiente calidad óptica para realizar un análisis adecuado.

- Incluir completamente el Si y el O en el programa de cálculo de modelos esféricos. Casi completamente cumplido a falta de incorporar los datos atómicos relativos a unas pocas transiciones con el continuo.

- Utilizar las estrellas de Cyg OB2 para mejorar la calibración momento del viento-luminosidad. Avance importante. Se han obtenido las observaciones necesarias del HST.

Respecto al subproyecto de Supernovas, cabe señalar que durante este año se ha presentado el archivo espectroscópico de supernovas de tipo II elaborado por el grupo, compuesto por 35 espectros de baja resolución, correspondientes a 19 objetos

diferentes. Estos espectros cubren, temporalmente, desde las fases fotosféricas hasta las fases nebulares (desde 2 semanas hasta casi un año después de la explosión).

De esta base de datos podemos sacar las siguientes conclusiones:

La subclase predominante en este archivo de datos son las supernovas de tipo II "plateau" (SNIIp), con más de un 60% de los objetos.

Algunas de los objetos clasificados como Supernovas de tipo II "lineales" (SNII-l), pueden llegar a mostrar un pequeño "plateau" en su curva de luz, muy similar al mostrado por la Supernova 1990K, clasificada como de tipo IIp-l por algunos autores. Esta sobreabundancia de SNIIp respecto a las SNII-l puede estar fuertemente influenciada por un efecto de selección, ya que las SNIIp son objetos más luminosos.

Un 20% de la muestra, pertenece al subgrupo recientemente establecido de supernovas de tipo II "narrow" (SNII-n). Debido a que estas supernovas generalmente se encuentran muy cerca del núcleo de la galaxia madre y sus espectros presentan similitudes con los de núcleos activos de galaxias Seyfert 1, se cree que este subtipo de supernovas es difícil de detectar, por lo que este subgrupo podría ser más amplio de lo que se refleja en los actuales "surveys" de supernovas.

MATERIA INTERESTELAR

ESTUDIOS CINEMATICOS, ESTRUCTURALES Y DE COMPOSICION DE LOS MEDIOS INTERESTELARES E INTERGALACTICOS (P3/86)

J.E. Beckman.

A. Zurita, M. Rozas, S. Lourenso, R. Corradi y S. Kemp.

Colaboradores del IAC: R. Génova y E. Casuso.

B. Bates y C. Mee (Queen's Univ. Belfast, Reino Unido); I. Shlosman, C. Heller y S. Laine. (Univ. de Kentucky, EEUU); J. Knapen (Univ. de Hertfordshire e ING, Reino Unido); W. Zeilinger (Univ. de Viena, Austria); S. Gottesman y V. Boonyasait (Univ. de Florida, EEUU).

Introducción

El alcance real de este Proyecto es la estructura y la evolución de las galaxias, con cierto énfasis en los medios interestelar e intergaláctico. Todavía se está trabajando en estudios bien detallados del medio interestelar alrededor del Sol, que permiten entender mejor la estructura y la física de las fases del medio en nuestra galaxia y en las galaxias externas (una analogía sería la Física Solar comparada con la Física Estelar en general). Como en años anteriores, el peso de la investigación lo llevan los estudios de las poblaciones de regiones HII en las galaxias con formación de estrellas masivas.

En la actualidad se ha comenzado con una nueva fase: un modelo para explicar la ionización del medio intergaláctico, empezando a bajo corrimiento al rojo, que será aplicable a altos corrimientos al rojo. Otro nuevo aspecto es el estudio de las "nubes de alta velocidad" que aportan continuamente hidrógeno al plano de nuestra galaxia, y que son síntomas de la evolución continua de todas las galaxias. En este contexto se están estudiando las fusiones de galaxias pequeñas con otras más grandes y sus efectos cinemáticos y dinámicos como elementos importantes para entender la estructura actual de las galaxias.

Algunos resultados relevantes

Medio Interestelar Local (LISM)

Casi se ha completado el mapa tridimensional de los flujos del gas interestelar cerca del Sol, que incluye la distribución espacial de sus diferentes

fases. Gran parte del volumen está ocupado por gas "tibio" con una temperatura alrededor de los 10.000 K. La parte caliente, con una temperatura de ~1 millón de grados no ocupa más del 20% de este volumen; una proporción mucho menor que la predicción del modelo clásico de McKee y Ostriker.

Medio Interestelar ionizado en otras galaxias

Se ha confirmado la "transición de Stromgren" -el cambio de fase entre las regiones HII limitadas por ionización y las limitadas por densidad- que ocurre a una luminosidad constante para todas las galaxias. Durante 1999 se ha calibrado esa luminosidad usando galaxias con distancias medidas por el método de Cefeidas con el telescopio Hubble, y así se pudo comprobar su validez como una "candela estándar" para medir distancias en el Universo. El mejor valor de la constante de Hubble obtenido hasta la fecha por el nuevo método es de $71 (\pm 6) \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$. Se ha encontrado una posible distancia errónea en las galaxias "Cefeidas Hubble" que requiere un estudio más detallado. En el caso de confirmarse el error, se fortalecerá la validez del nuevo método.

Evolución química y dinámica de las galaxias

Se ha usado un modelo basado puramente en datos de la evolución química de nuestra galaxia para predecir que debe existir una "lluvia" constante de gas neutro formado mayoritariamente por hidrógeno con un bajo contenido metálico, sobre el plano galáctico. Esta predicción ha sido confirmada en gran medida con las observaciones de Blitz et al. (Berkeley) y de Burton et al. (Leiden) de las "nubes de alta velocidad" que caen sobre el plano galáctico. Se ha usado el mencionado modelo para inferir que esas nubes pueden formar una parte importante de la masa oculta del Grupo Local de galaxias.

Evolución del Proyecto

En la actualidad el Proyecto sigue tres líneas de investigación: estudios del medio interestelar local (LISM), que componen la base del Proyecto original; estudios del medio interestelar y del medio intergaláctico en otras galaxias; y, finalmente, estudios de la evolución química y dinámica de las galaxias, basados en sus poblaciones estelares.

Con referencia al LISM, en 1999 se ha completado el mapeo de los flujos de gas, que representan las nubes localizadas a menos de 200 pc del Sol en la dirección del anticentro galáctico. Esta zona cubre el "hueco local", donde se suponía que existía una región de bajísima densidad; las medidas obtenidas

han detectado la presencia de sodio en este "hueco local", lo que implica una densidad algo más alta y que es típica de las nubes tibias y no del medio caliente. En un artículo enviado a la *Astrophysical Journal* (Génova et al.) se presenta el mapa tridimensional más completo del Hemisferio en la dirección del anticentro galáctico, relacionando su estructura con la historia de la formación estelar durante los últimos 10 millones de años.

En cuanto al Medio Interestelar en otras galaxias, el grupo ha elaborado un modelo para predecir y cuantificar el brillo superficial de la luz difusa en una galaxia espiral debido a su ionización por los fotones que se escapan de las zonas de formación de estrellas masivas. Los resultados preliminares del modelo concuerdan razonablemente con las observaciones, lo suficiente como para profundizar con determinación en esta línea de investigación. Para completar el trabajo harán falta datos en 21 cm de la distribución de la densidad columnal del HI en las galaxias, no disponibles de momento, por lo que se solicitará tiempo de observación en el radiotelescopio VLA durante el año 2000. Una predicción del modelo es el campo de densidad energética de los fotones ionizantes Ly α en el espacio intergaláctico del grupo local. Esta predicción implica que la mayor parte de este volumen intergaláctico debe estar ionizado. No se puede detectar directamente y contribuye a la masa oculta bariónica del grupo local. Sin embargo, las nubes de HI intergalácticas deben poder detectarse debido a la ionización de sus capas exteriores mediante observaciones de alta sensibilidad en H α .

Como subproducto de la investigación de las regiones HII en otras galaxias, durante 1999 se ha calibrado un nuevo método para medir distancias extragalácticas abarcando un amplio intervalo en corrimiento al rojo. La nueva candela estándar se basa en la "transición de Stromgren" entre las regiones HII limitadas por ionización y aquellas, las más luminosas, limitadas por densidad. Esa transición se detecta en la función de luminosidad en H α (LF) de las regiones HII en una galaxia espiral o irregular. A la luminosidad de la transición se detecta un pico local, el único pico en la LF. Se ha calibrado este pico en dos galaxias cuyas distancias ya se habían medido a partir de los períodos de sus Cefeidas con el telescopio Hubble: NGC 925, y NGC 4321 (M 100).

Se ha usado el valor de la luminosidad así calibrada, algo más de 100.000 veces la del Sol, para calcular la constante de Hubble, basado en una muestra de 10 galaxias en el cúmulo de Virgo. El resultado,

71(\pm 6) km s⁻¹ Mpc⁻¹ concuerda con los valores actualmente obtenidos mediante los métodos más precisos, y esto anima a seguir trabajando fuertemente en esta línea, probablemente con un nuevo proyecto. El método es prometedor, no por lo que pueda aportar sobre el valor de la constante de Hubble, sino porque su precisión ofrecerá una herramienta única para explorar la estructura interna de los grandes cúmulos de galaxias, proyecto que sería adecuado para realizar utilizando grandes telescopios.

Durante 1999 se han llevado a cabo dos trabajos de interés sobre el medio intergaláctico dentro del Grupo Local de galaxias, aplicando el modelo de escape de fotones ionizantes de las regiones HII en la Vía Láctea para predecir el campo de ionización en la parte externa del halo de nuestra galaxia - confirmado por Reynolds (Wisconsin) a partir de medidas de la emisión en H α de algunas nubes de alta velocidad dentro del halo- y el ritmo de caída de este tipo de nubes sobre el plano galáctico, basada en evidencia indirecta de la evolución química de la Vía Láctea -confirmado por observaciones de Blitz (Berkeley)-. A partir de estas medidas y de los modelos obtenidos, se ha podido calcular que hasta dos tercios de la masa bariónica del Grupo Local de galaxias puede estar en forma de nubes de hidrógeno en el Medio Intergaláctico.

En cuanto a la estructura y evolución de las galaxias, se han refinado los modelos de evolución química de los elementos ligeros: deuterio, litio y berilio, explicando las diferencias en las abundancias de deuterio observadas en el "bosque de Lyman α " en términos de modelos que explican la evolución de nuestra galaxia en el contexto de las fases tempranas de la evolución de las galaxias en el "campo profundo del Hubble". También se han encontrado evidencias observacionales de desacoplamiento entre la cinemática de las componentes gaseosa y estelar en las regiones nucleares de galaxias tempranas. La interpretación de estos resultados a la luz de las predicciones de las simulaciones numéricas de fusiones de galaxias ("mergers"), sugiere la elevada frecuencia de estas fusiones entre las galaxias cercanas. Una consecuencia clara es que en épocas anteriores, cuando la densidad promedio del Universo era mayor, los procesos de fusión de galaxias eran más comunes. Solamente con el uso de instrumentos en la nueva generación de grandes telescopios se podría explorar esta predicción espectroscópicamente. El tema de la fusión de las galaxias de menor masa, y de las nubes de alta velocidad forma parte de una misma rama de la Astrofísica de la distribución de la masa entre las galaxias y el Medio Intergaláctico.

NEBULOSAS BIPOLARES (P13/86)

A. Mampaso.

R. Corradi, L. Cuesta, S. Navarro y D.R. Gonçalves.

Colaboradores del IAC: V. Ortega.

D. Pollacco (ING, La Palma); G. Münch (La Jolla, EEUU); L. Colombón (INAOE, México); M. Manteiga (Univ. de Vigo); P. Phillips (Univ. de Guadalajara, México); M. Perinotto y L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia); H. Schwarz (NOT, La Palma); E. Brandi y O. Ferrer (Obs. de La Plata, Argentina); J. Mikolajewska (Copernicus Centre, Polonia); D. Schonberner (Potsdam, Alemania); H. Martin Schmidt (Heidelberg, Alemania).

Introducción

En este Proyecto se estudian las condiciones físico-químicas de las Nebulosas Planetarias (NPs) con geometría bipolar, con el fin de entender el origen de la bipolaridad y proponer modelos teóricos que expliquen la morfología y cinemática observadas. También se estudian las nebulosas, generalmente con geometría bipolar, alrededor de estrellas simbióticas.

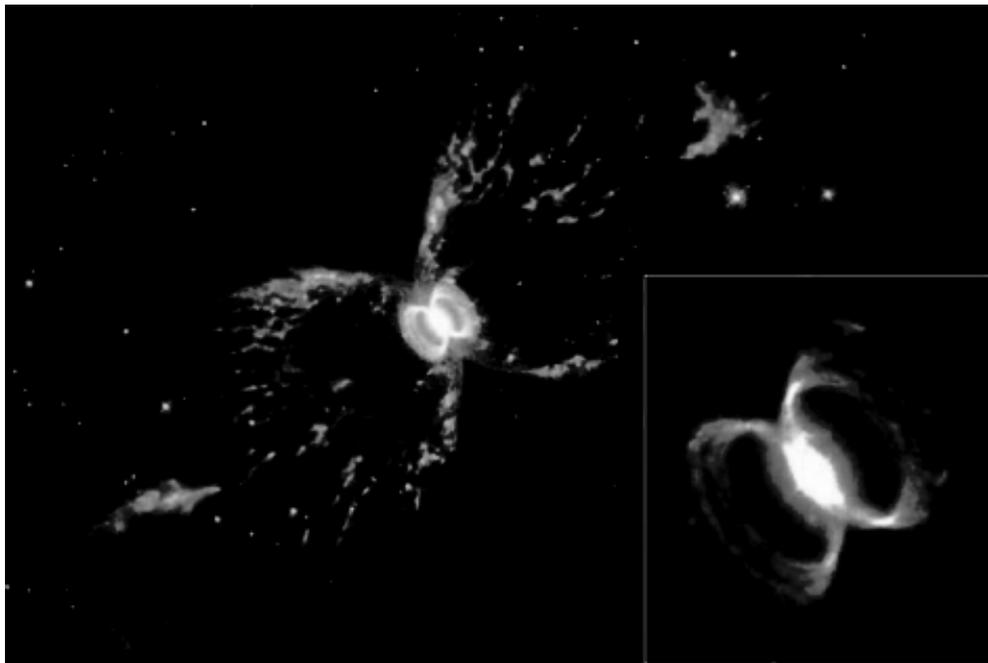
Por otro lado, se investigan las microestructuras de baja excitación en NPs, su origen (y su relación con el proceso de formación de la propia NP) y las propiedades físico-químicas y de interacción con el gas de la nebulosa.

Algunos resultados relevantes

El grupo ha observado con el telescopio Hubble las nebulosas que se encuentran alrededor de las estrellas simbióticas He 2-104 (conocida como el "Cangrejo del Sur") y CH Cyg, obteniendo imágenes en filtros estrechos en las líneas nebulares del nitrógeno y oxígeno una vez ionizados. La espectacular imagen HST del Cangrejo del Sur (ver Figura) resuelve la nebulosa que rodea a las dos estrellas centrales en varias componentes y, en particular, en dos nebulosas bipolares, siendo la más pequeña una versión en miniatura de la más grande. Estas nebulosas serían el producto de explosiones termonucleares ocurridas hace 200 y 900 años, respectivamente, en la superficie de la estrella compacta y caliente del sistema (una enana blanca). Las explosiones se producen, a su vez, por la acreción continua de materia originada en el intenso viento estelar procedente de la compañera, una gigante roja muy próxima a acabar su evolución. Las estrellas simbióticas nos proporcionan una información muy valiosa sobre los efectos que producen compañeros estelares muy cercanos (unas pocas unidades astronómicas) en la evolución y muerte de las estrellas.

Evolución del Proyecto

Durante 1999, R. Corradi, A. Mampaso, D.R. Gonçalves y E. Villaver han continuado con el estudio de las microestructuras de baja ionización en nebulosas planetarias, obteniendo campos de velocidad e imágenes de diez objetos, lo que en varios casos ha permitido obtener una representación



tridimensional de la estructura de las nebulosas principales y de sus microestructuras. Esto es fundamental para discutir las propiedades dinámicas de las microestructuras y, en particular, para averiguar si efectivamente se mueven con velocidad supersónica a través del gas de la nebulosa principal, como han sugerido otros autores en trabajos recientes. El estudio demuestra que, en varios casos, no hay evidencia de velocidades supersónicas, lo que indica que muchas microestructuras se deben producir naturalmente durante la evolución dinámica de la NP (como consecuencia de efectos dinámicos debidos a la interacción de los vientos, o bien a la fotoionización), y no son el resultado de episodios recientes de pérdida de masa, como se pensaba anteriormente.

En cuanto a las estrellas simbióticas, el grupo liderado por R. Corradi realizó un análisis de las nebulosas que las rodean para obtener información sobre la historia de la pérdida de masa en estos sistemas durante los últimos miles de años. Esta información no se puede obtener de otra forma, y nos ha permitido estudiar la aparición y los efectos de las explosiones de tipo nova que se originan en la superficie de las enanas blancas de estos sistemas. Así, se ha podido deducir que estas explosiones "tipo nova" reaparecen con escalas de tiempo de varios centenares de años. En particular, se han estudiado las nebulosas de tres estrellas simbióticas, confirmando que las interacciones binarias son las responsables de la colimación del material expulsado durante las explosiones "tipo nova". En este objetivo se enmarcan las observaciones con el telescopio Hubble del Cangrejo del Sur (He 2-104) y de CH Cyg, mencionadas más arriba.

A. Mampaso, R. Corradi y sus colaboradores L. Magrini y M. Perinotto, (Univ. de Florencia, Italia) concluyeron en 1999 la búsqueda de nebulosas planetarias en la galaxia espiral cercana M 33 (la única gran espiral del Grupo Local de galaxias, junto a la Vía Láctea y a M 31, donde no se conocía aún su población de nebulosas planetarias). Usando la cámara de gran campo del telescopio INT equipada con filtros nebulares y del continuo, se descubrieron 134 objetos que son firmes candidatos a NP. La función de luminosidad de las NP encontradas indica que la distancia a M 33 es 840 ± 90 kpc, idéntica a la que se determina usando el método clásico de las estrellas Cefeidas.

S. Navarro, junto a R. Corradi y A. Mampaso, prosiguieron el análisis de los tipos espectrales de cerca de 2.200 estrellas de campo en la dirección de 36 nebulosas planetarias, con el fin de determinar las distancias a éstas últimas usando el método de la "extinción-distancia". La precisión esperada con este método, entre el 20 y 30%, permitirá un avance sustancial en el conocimiento de parámetros como

la masa estelar y del gas ionizado, la luminosidad total, etc., lo que servirá para acotar mejor los modelos de evolución estelar para estrellas de masa baja e intermedia.

R. Corradi ha comenzado, en colaboración con D. Schonberner y M. Perinotto, un Proyecto que persigue la comparación detallada entre las observaciones y las predicciones de algunos de los modelos más avanzados radiativos/hidrodinámicos de evolución de NPs. Durante 1999 se estudió la formación de capas múltiples en NPs. Los primeros resultados indican que no todas las capas son el producto de episodios discretos de pérdida de masa durante la fase AGB, sino que algunas de ellas son "falsas", es decir, originadas por la evolución del frente de ionización/recombinación debido a la radiación de la estrella central.

L. Cuesta y J.P. Phillips obtuvieron durante 1999 resultados acerca de las nebulosas planetarias NGC 3587, Nebulosa del Búho, NGC 2440 y M 2-9. Las dos últimas nebulosas son objetos bien conocidos entre las nebulosas bipolares. El estudio de estos objetos ha revelado la presencia de regiones de choque y la existencia en ellas de condiciones de excitación muy particulares.

V. Ortega, L. Cuesta y A. Mampaso continuaron durante el año 1999 con el análisis de los datos observacionales obtenidos en el telescopio WHT. Este estudio, que es el trabajo de tesis doctoral de V. Ortega, está encaminado a determinar el origen del gradiente de velocidad que aparece en las nebulosas planetarias cuando se observan diferentes iones. Un resultado relevante encontrado es la relación existente entre el gradiente de velocidad y la edad de la nebulosa, relación que parece deducirse de modelos teóricos recientes sobre la evolución dinámica de las nebulosas (colaboración con M. Perinotto).

REGIONES HII EXTRAGALACTICAS (P14/86)

**C. Esteban.
A. Herrero.**

M. Peimbert, S. Torres-Peimbert y M. Rosado (UNAM, México); R.J. Dufour (Univ. de Rice, EEUU); J. Cernicharo (IES, CSIC, Madrid).

Introducción

El presente Proyecto se encuadra dentro del marco general del estudio de la interacción de las estrellas masivas con el medio interestelar, tanto desde el punto de vista de la radiación ionizante como del enriquecimiento químico asociado a la expulsión de

masa estelar, y la acción mecánica de los vientos estelares y explosiones de supernova. Los ámbitos de estudio se extienden desde el contexto galáctico hasta el extragaláctico. Los objetivos específicos que se persiguen son determinar la existencia fluctuaciones de temperatura en nebulosas y cuantificarlas:

- Estudiar las propiedades físicas de las nebulosas alrededor de estrellas masivas evolucionadas, especialmente de tipo Wolf-Rayet.

- Caracterizar las galaxias Wolf-Rayet enanas. Conocer las causas del disparo de la formación estelar en estos objetos y el efecto de los supervientos galácticos.

Algunos resultados relevantes

C. Esteban junto con M. Peimbert, S. Torres-Peimbert, J. García Rojas y M. Rodríguez han determinado abundancias de iones de elementos pesados a partir de líneas de recombinación en las regiones HII galácticas M 8 y M 17. Las abundancias observadas utilizando estas líneas son, en todos los casos, más altas (alrededor de un factor 2) que las obtenidas usando líneas de excitación colisional, mucho más brillantes, y en las que se basan los métodos tradicionales de determinación de abundancias químicas en nebulosas ionizadas. Este resultado viene a confirmar el encontrado anteriormente para la Nebulosa de Orión por el grupo y constituye un fuerte apoyo a la existencia de fluctuaciones en la temperatura electrónica en regiones HII. La presencia de estas fluctuaciones "pone en cuarentena" las determinaciones que sobre la composición química de nebulosas se dispone hasta la fecha, observables básicos para los modelos de evolución química de las galaxias, para la nucleosíntesis estelar y para la determinación del helio primordial.

D.I. Méndez y C. Esteban, junto con M. Filipovic, M. Ehle, F. Haberl, W. Pietsch y R.F. Haynes, han descubierto la presencia de un flujo bipolar complejo en la galaxia Wolf-Rayet enana He 2-10. Esta estructura se encuentra en expansión y alcanza un tamaño de 1 kiloparsec. Observaciones en el radio continuo de alta resolución muestran un índice espectral muy negativo en nuestra galaxia, lo que indica la presencia de gas caliente generado por un gran número de explosiones de supernova en el interior de la burbuja. Por otra parte, análisis de imágenes de rayos X del objeto confirman también la presencia de este gas caliente, que se encuentra confinado dentro de la burbuja óptica. Los resultados obtenidos para este objeto demuestran inequívocamente la presencia de un superviento galáctico y su origen: la acción mecánica de las estrellas masivas del núcleo de una galaxia enana.

Evolución del Proyecto

C. Esteban junto con M. Peimbert y S. Torres-Peimbert han determinado las condiciones físicas de la zona parcialmente ionizada de la Nebulosa de Orión y han encontrado que la densidad electrónica de esta zona es relativamente baja (entre 2.000 a 40.000 cm^{-3}) en contra de lo obtenido por otros autores. Este resultado implica que los modelos basados en la presencia de zonas de alta densidad en los bordes de ionización no son válidos para explicar el espectro de emisión del [FeII] en la Nebulosa de Orión.

C. Esteban y M. Peimbert han obtenido velocidades radiales para un gran número de líneas de emisión ópticas en las regiones HII galácticas M 8, M 17 y M 42, cubriendo líneas de iones en un amplio rango de potenciales de ionización. La relación velocidad radial-potencial de ionización encontrada es muy similar en los tres objetos, en el sentido de que las velocidades tienden a ser más negativas para potenciales de ionización más altos, mientras que los iones neutros presentan velocidades similares a las del gas molecular asociado. Este comportamiento sugiere la presencia de flujos de gas ionizado desde los frentes de ionización y, por otra parte, la aplicabilidad del modelo general de "blister" para explicar la morfología de las regiones HII.

D.I. Méndez, en su tesis doctoral dirigida por C. Esteban, y con la colaboración puntual de investigadores tanto del IAC como de otros centros, ha realizado el primer estudio observacional sistemático (imagen CCD y espectroscopía) de una muestra de galaxias Wolf-Rayet enanas. Los resultados más importantes y novedosos de este estudio son los siguientes:

- La formación estelar en estos objetos se distribuye en varios brotes separados espacialmente y en algunos casos no necesariamente coetáneos.

- Muchos de los objetos (que en su mayoría habían sido clasificados como aislados) muestran signos inequívocos de interacción con otros objetos enanos de sus cercanías, resultado que apunta a que posiblemente los procesos de formación estelar violenta en galaxias enanas estén producidos por fenómenos de interacción.

- La morfología del gas ionizado muestra la presencia de filamentos y burbujas en gran parte de los objetos. Por otra parte, la espectroscopía muestra la presencia de gas ionizado a alta velocidad a grandes distancias del núcleo de las galaxias. Estos resultados indican la acción de supervientos galácticos producidos por la acción mecánica de las estrellas masivas. Estos flujos a gran escala pueden ser determinantes en la evolución posterior de la galaxia.

C. Esteban junto con M. Rosado, B. Lefloch, J. Cernicharo y R.J. García López han realizado un estudio cinemático del jet HH399 descubierto por este grupo en 1998 en la Nebulosa Trífida. Este jet es de especial interés y complejidad al tratarse del primero que se conoce que se propaga en un medio totalmente ionizado.

NEBULOSAS PLANETARIAS (P15/86)

A. Manchado.
E. Villaver.

Colaboradores del IAC: A. Herrero, A. Mampaso, R Corradi y M. Serra-Ricart.

P. García Lario (VILSPA-ESA, Madrid); Y-H Chu y M. Guerrero (Univ. de Illinois, EEUU); L. Bianchi y L. Stanghellini (STScI, EEUU); S. Pottasch (Kapteyn Lab., Países Bajos); G. García (UNAM, México); M. Manteiga y O. Suárez (Univ. de La Coruña); A. Ulla (Univ. de Vigo); A. Moffat (Univ. de Montreal, Canadá).

Introducción

En este Proyecto se estudian las últimas fases de la evolución de las estrellas de masa intermedia $M < 10M_{\odot}$. En particular, las fases entre las estrellas post-AGB (Asymptotic Giant Branch) y Nebulosas Planetarias (NPs). Se persigue el estudio de los mecanismos de pérdida de masa y cómo éstos afectan a la morfología y cinemática de las NPs. En concreto cómo afectan los campos magnéticos, la rotación estelar y los sistemas binarios a la pérdida de masa y, por tanto, en la morfología de las NPs. También se pretende estudiar la evolución química de las envolturas tanto del material molecular como del gas ionizado y su relación con los procesos de pérdida de masa. En particular, el estudio de las NPs con capas múltiples permite investigar en más profundidad la pérdida de masa en las últimas fases de la etapa AGB. Mediante simulaciones numéricas se puede estudiar la evolución dinámica de la pérdida de masa.

Algunos resultados relevantes

Gracias al análisis de los datos del satélite ISO, se ha detectado la emisión de moléculas de hielo (H_2O) en la estrella post-AGB IRAS 17423-1755. Se ha encontrado que la emisión de hidrógeno molecular en nebulosas planetarias (NPs) está asociada al tipo morfológico bipolar y además aumenta al incrementar el cociente $H_2/Br\gamma$.

Como resultado del análisis de más de 200 fuentes IRAS con envolturas de polvo frío, se consiguió identificar más de 100 nuevas estrellas post-AGB.

Como resultado del análisis estadístico de una muestra completa de NPs se ha encontrado que las NPs de tipo bipolar tienen como progenitoras estrellas más masivas, que las de tipos morfológicos circular o elíptico.

Como resultado del estudio de la interacción de las nebulosas planetarias con capas múltiples con el medio interestelar se ha encontrado que:

1.- Los modelos de evolución estelar utilizados son correctos en primera aproximación, pero que, si se quiere reproducir el rango observado en los cocientes de brillo entre la capa interna y externa, se hace necesario modificar tanto la pérdida de masa como su duración durante el último pulso térmico.

2.- Las capas externas, llamadas halos, se distorsionan incluso con velocidades relativas muy bajas de la estrella central respecto al Medio Interestelar. Por tanto, se predice que debería ser posible de observar la interacción a menos que el movimiento tenga lugar, respecto al Medio Interestelar, en direcciones que formen un pequeño ángulo respecto a la línea de visión.

3.- El hecho de que la tasa de aparición de las asimetrías predichas en nebulosas planetarias con capas múltiples sea mayor que la observada no puede atribuirse ni a que son necesarias altas velocidades relativas ni a efectos de proyección. El grupo propone que son debidas a limitaciones observacionales ya que son necesarias imágenes muy profundas. Se adjunta una de las simulaciones realizadas (ver Figura). Se muestra el logaritmo de la densidad en diferentes fases de la evolución de una estrella de $1M_{\odot}$ moviéndose a una velocidad de 20 km/s a través de un Medio Interestelar con densidad 0.1 en número de partículas.

Evolución del Proyecto

A. Manchado, E. Villaver y M. Guerrero completaron la base de datos de parámetros estelares y nebulares de una muestra completa de NPs del Hemisferio Norte. Dicha base de datos servirá para analizar la relación de dichos parámetros con los diversos tipos morfológicos.

A. Manchado, en colaboración con P. García-Lario, continuó con el análisis de la fotometría de una muestra de 16 estrellas OH/IR, para poder calcular sus periodos. Hasta la fecha se han calculado unívocamente 14 de dichos periodos, encontrando valores que van desde 346 a 2.526 días. El estudio de dicha variabilidad permitirá entender los mecanismos de pérdida de masa en esta fase de la evolución estelar.

A. Manchado, en colaboración con P. García-Lario, A. Ulla y M. Manteiga, continuó el análisis de los

espectros del satélite ISO de una muestra de estrellas post-AGB y NPs. Como resultado se detectó hielo, en la estrella post-AGB IRAS 17423-1755.

A. Manchado, M. Guerrero y E. Villaver completaron el análisis de la distribución de hidrógeno molecular en una muestra de nebulosas planetarias bipolares extraídas del Catálogo de Nebulosas Planetarias del IAC. Se encontró que la emisión de hidrógeno molecular en NPs está asociada al tipo morfológico bipolar y además aumenta al aumentar el cociente $H_2/Br\gamma$.

E. Villaver y A. Manchado en colaboración con G. García-Segura han encontrado que un ~30% de las nebulosas planetarias con capas múltiples presentan asimetrías que pudieran estar relacionadas con la interacción con el Medio Interestelar circundante.

El objetivo fue investigar, en primer lugar, si los actuales modelos teóricos de evolución estelar son capaces de reproducir las diferentes capas observadas y en segundo lugar, cuáles han de ser las condiciones del ISM necesarias para que el efecto del movimiento de la estrella central sea visible en los halos. Para ello se han realizado simulaciones hidrodinámicas de la evolución de los vientos estelares predichos por los modelos teóricos. El estudio se ha llevado a cabo en dos partes:

1.- Se abordó el caso de la formación de capas múltiples cuando la estrella central está en reposo.

2.- Se investigó la interacción de las diferentes capas con el Medio Interestelar producida por el movimiento de la estrella central. Se encontró que, utilizando condiciones bastante conservadoras, se puede reproducir la distorsión geométrica observada en los halos con velocidades relativas bajas o moderadas.



EL SOL

SISMOLOGIA SOLAR (P2/87)

A. Jiménez.

P.L. Pallé, T. Roca Cortés, C. Régulo y F. Pérez Hernández.

Colaboradores del IAC: J. Patrón Recio, I. Martín Matéos, A. Pimienta, R. Alonso Sobrino, S. Hernández y J. Falcón.

E. Fossat y B Gelly (Univ. de Niza, Francia); G. Grec, T. Toutain y J. Provost (Obs. Cote d'Azur, Francia); J. Christensen-Dalsgaard (Inst. de Astronomía de Aarhus, Dinamarca); D.O. Gough (Univ. de Cambridge, Reino Unido); T. Appourchaux (ESA, Países Bajos); Y. Chou (Univ. Tsing Hua, Taiwán); F. Hill, J. Leibacher y J. Harvey (National Solar Obs., EEUU); R. Ulrich (Univ. de California, EEUU); S. Korzennick (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); R. García Bustinduy (DSM/DAPNIA, CEA, Saclay, Francia); J. Kuhn (Sac. Peak Obs., NSO, EEUU); G.R. Isaak e Y. Elsworth (Univ. de Birmingham, Reino Unido); C. Frolich, C. Wehrli y W. Finsterle (PMOD/WRC, Davos, Suiza); S. Tomczyk y S. Jiménez Reyes (HAO, Boulder, EEUU); I. González (Queen Mary & Westfield College, Reino Unido); C. Rabello Soares (Univ. de Stanford, EEUU).

Introducción

El presente Proyecto tiene como objetivo genérico, el estudio de la Estructura y Dinámica del Interior Solar. Para alcanzar tal objetivo, se utiliza la única técnica posible, a la vez que probada: la Heliosismología. Mediante la detección observacional de las pulsaciones globales del Sol es posible inferir de modo preciso, información acerca de las condiciones reinantes en las partes más internas del interior de nuestra estrella.

Las distintas facetas necesarias para alcanzar el objetivo antes mencionado son: la observacional (se realizan observaciones ininterrumpidas a lo largo del año desde varias estaciones heliosismológicas y las provenientes del laboratorio solar espacial SOHO), el instrumental (consecuencia del anterior), las diversas técnicas de reducción y análisis de los datos, la interpretación y finalmente el desarrollo teórico de técnicas de inversión de datos y elaboración de modelos de estructura y evolución del Sol.

Algunos resultados relevantes

Utilizando datos del instrumento GOLF en SOHO tomados en ambos lados de la línea de absorción que utiliza se ha concluido que la siempre llamada "Doppler shift velocity" no es una velocidad Doppler pura. Esto se ha conseguido estudiando las fases temporales de los modos propios de oscilación medidos en distintos lugares de la línea espectral en cuestión. Comparando con otros instrumentos espaciales que utilizan técnicas distintas (MDI), como con instrumentos desde tierra (MARK-I) utilizando cada uno de ellos líneas de absorción distintas, se ha comprobado que el efecto es el mismo para todos ellos. Este efecto no está ligado a un instrumento ni línea particular sino posiblemente a algo relativo a la propia física y termodinámica de la oscilación (variaciones de temperatura y opacidad). El total entendimiento de este efecto está bajo estudio.

Utilizando datos conjuntos de VIRGO, GOLF y MDI de SOHO se han determinado las diferencias de fase entre modos acústicos medidos en velocidad y en intensidad con la mayor precisión conseguida hasta ahora (ver Figura). De este estudio se desprende el carácter no adiabático de la atmósfera solar. También se ha descubierto, por primera vez, una clara dependencia de estas diferencias de fase con el grado del modo. Se ha determinado también la influencia del "background" el cual cambia las diferencias de fase medidas de los modos. A través de un modelo simple se ha descontaminado este efecto llegando al resultado de que el comportamiento de los modos acústicos solares, sí no exactamente adiabático, está muy próximo a él. Comparando estos resultados con distintos modelos teóricos, se encuentra el mejor acuerdo con modelos que incluyen presión turbulenta asociada a la convección y fluctuaciones del gradiente de temperatura superadiabático.

Se han encontrado claras evidencias de flujos meridionales estables en el tiempo desde el Ecuador hacia los Polos entre 0.97 y $0.99 r/R_{\text{sun}}$. Hasta la aplicación de la heliosismología local, los resultados observacionales eran bastante contradictorios. Los flujos meridionales obtenidos a partir de análisis de anillos son similares a aquellos determinados mediante la técnica de tiempo-distancia.

Medida de las variaciones de frecuencia de los modos acústicos desde el OT a lo largo de los últimos 20 años

Desde que al final de la década de los 70 se instaló en el OT el primer espectrofotómetro de dispersión resonante (MARK-I), las observaciones de los modos acústicos solares han continuado hasta ahora constituyendo la base de datos más importante que existe sobre las variaciones de velocidad fotosférica solar inducidas por las oscilaciones. En aquellas primeras campañas de observación no sólo se detectó por vez primera el espectro completo de los modos acústicos (que constituyó un auténtico hito y dio lugar al comienzo de la Sismología Solar) sino que ya se empezó a medir con gran precisión uno de los parámetros más importantes y sensibles a cambios en la dinámica solar, sus frecuencias. A partir de ellas los modelos teóricos empezaron a corregir sus errores y a determinar con precisión parámetros solares de vital importancia como la velocidad del sonido, perfiles de rotación, abundancia de helio, grosor de la capa convectiva, etc. A medida que transcurrían los años y gracias a los datos de alta calidad recogidos por el espectrofotómetro MARK-I empezó a ser posible la determinación de los corrimientos en frecuencia y su comparación con los cambios de actividad magnética solar, es decir, con el ciclo solar. Existe una clara modulación de las frecuencias de los modos acústicos, claramente correlacionada con el Ciclo de Actividad Solar, de modo que en épocas de máximo las frecuencias aumentan del orden de una parte de diez mil respecto a su valor en época de baja actividad. Un estudio detallado de este efecto y de sus repercusiones en cuanto a la estructura interna del Sol requieren observaciones cuya duración sea, al menos, del orden de la periodicidad del ciclo de actividad (11 años). La base de datos obtenida con este instrumento es hoy en día única dentro del mundo de la Heliosismología.

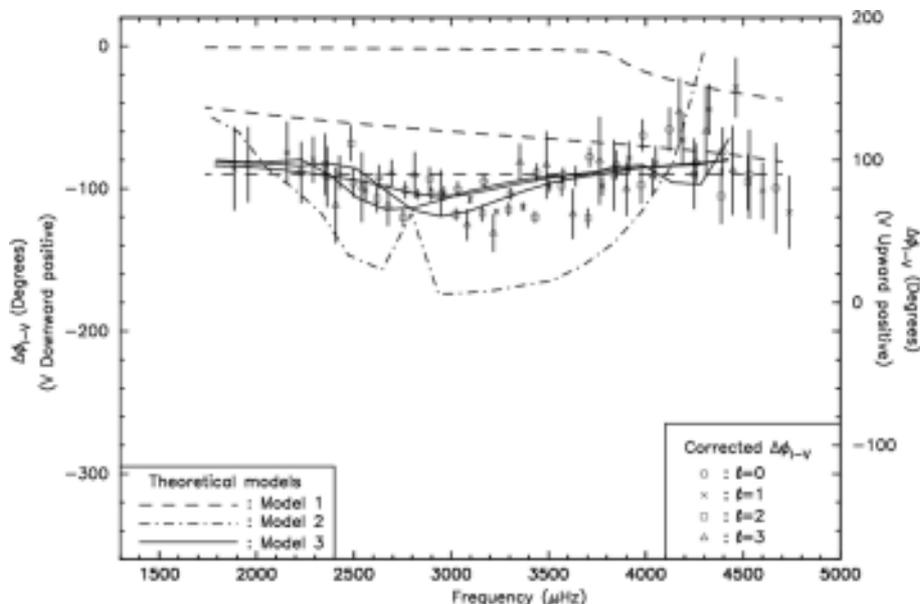
Evolución del Proyecto

El paquete de instrumentación VIRGO/SOHO después de casi cuatro años de funcionamiento ha demostrado su total operatividad arrojando como resultados la determinación más precisa jamás alcanzada de los parámetros de los modos acústicos de grado bajo hasta $l=7$ con los instrumentos SPM y LOI, así como de la irradiancia solar o constante solar con los radiómetros absolutos DIARAD y PMOD.

Por su lado el Instrumento GOLF/SOHO está obteniendo medidas altamente estables y precisas de la velocidad global fotosférica. De la comparación de ambos espectros, intensidad y velocidad se puede hacer una determinación más precisa de las frecuencias de oscilación, deducir información sobre los mecanismos de excitación de los modos y su localización física. Toda la información aportada por SOHO hace que los modelos de inversión para conocer el interior solar dispongan de los datos más fiables obtenidos hasta el presente.

Durante 1999 el VIRGO Data Center (VDC) ha continuado su operatividad y productividad con software actualizado y las mejoras introducidas han sido importantes. El excelente funcionamiento del VDC hace que actualmente el VIRGO esté en plena producción científica y el grupo VIRGO requiera la participación del VDC para una posible próxima misión.

El proyecto ha cumplido con casi todas las expectativas durante 1999. Gran parte de ellas se han logrado con el Satélite SOHO (GOLF y VIRGO) procediéndose al procesado, análisis e interpretación de los datos. También se han desarrollado técnicas de inversión que nos acercan a un conocimiento más certero del interior solar.



Asimismo, durante todo el año 1999 (1 enero-31 diciembre) se han llevado a cabo las observaciones solares en el OT desde el Laboratorio de Sismología con los siguientes instrumentos: MARK-I (Espectrofotómetro de dispersión resonante), LOIT (Fotómetro), GONG (Interferómetro Michelson) y TON (Fotómetro CCD).

Por otro lado, todas las redes mundiales de observación heliosismológica con un nodo en Tenerife, han sido mantenidas y constituyen otra gran base de datos que junto al Satélite SOHO hacen que las expectativas para el próximo año sean realmente alentadoras.

En el mes de diciembre se instaló de forma definitiva el instrumento LOW-L de la red ECHO del NCAR (Boulder, Colorado, EEUU) constituyendo una mini-red junto con el instrumento instalado en Hawaii (EEUU). Las perspectivas con esta nueva red son muy altas, por un lado la calidad de los datos obtenidos y por otro por el hecho de poder acceder a un procesado rápido de los mismos ya que un doctorando del grupo se encuentra directamente implicado en ello.

ESTRUCTURA Y DINAMICA DE LA ATMOSFERA SOLAR (P3/87)

M. Vázquez.

J.A. Bonet Navarro, V. Martínez Pillet, I. Rodríguez Hidalgo, J. Sánchez Almeida, M. Sánchez Cuberes, M. Sobotka, C. Westendorp Plaza y B. Ruiz Cobo.

Colaboradores del IAC: R. Casas, H. González Jorge e I. Márquez Rodríguez.

T. Berger (Lockheed, EEUU); A. Hanslmeier y K. Puschmann (Univ. de Graz, Austria); J. Hirzberger (Univ. de Gottingen, Alemania); B. Lites (HAO, EEUU); M. Steinegger (Big Bear Obs., EEUU).

Introducción

Las actividades están enmarcadas dentro del Proyecto de la DGES (PB95-0028) durante el período 1997-2001, englobando también a los proyectos internos P2/87, P5/96 y P2/99.

Los objetivos de este Proyecto, resumidos brevemente, son los siguientes:

Dinámica de estructuras fotosféricas

Obtención de series temporales de imágenes y espectros. Aplicación del código de inversión "Stokes Inversion based on Response Functions" (SIR) para estudiar la evolución de los parámetros físicos de las estructuras.

Observaciones en el infrarrojo (1.6 micras)

Obtención de serie temporales de imágenes de estructuras magnéticas en el mínimo de opacidad (1.6 micras). Se complementan con observaciones en el continuo en otros rangos espectrales y con medidas polarimétricas. El objetivo final es modelar como la estructura térmica de dichas estructuras magnéticas (fáculas, poros, manchas) cambia con su tamaño.

Polarimetría en el visible

En el ORM, haciendo uso del polarímetro en el visible (LPSP, "La Palma Stokes Polarimeter") obtención de en observaciones polarimétricas con muy alta resolución espacial.

Variabilidad solar

Concluir el programa de mejora instrumental previsto para el VNT.

Algunos resultados relevantes

Desarrollo de las técnicas de "phase diversity" para la reconstrucción de imágenes.

Primeras observaciones con el polarímetro LPSP.

Inicio del programa de observaciones IR de manchas solares en el telescopio VNT.

Evolución del Proyecto

Estructuras convectivas de la superficie solar

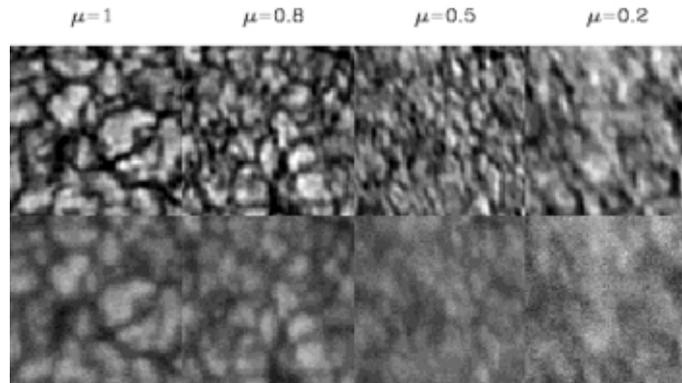
Siguiendo la línea establecida en anteriores trabajos, J.A. Bonet y M. Vázquez, en colaboración con J. Hirzberger y A. Hanslmeier y M. Sobotka, han comparado las propiedades de la granulación en regiones con diferente actividad magnética (granulación anormal, puentes de luz y puntos umbrales). Ha elaborado un diagrama en que se ve la evolución de dichas estructuras basándose en un único parámetro fotométrico: la relación de intensidad en la estructura con respecto a la medio circundante.

I. Rodríguez Hidalgo y M. Collados han continuado su análisis de datos de espectroscopía 2-D correspondientes a la granulación en las cercanías de una región facular. Se ha puesto especial cuidado en diversos pasos de la técnica de análisis: corrección de *seeing* diferencial, determinación absoluta de las velocidades, cálculo de parámetros espectroscópicos relevantes, definición de un parámetro de ensanchamiento magnético y un factor de llenado y evaluación de la influencia de la luz difusa. El estudio proporciona información acerca de los cambios térmicos y dinámicos que afectan a las estructuras granulares en regiones de campo débil.

M. Sánchez Cuberes, J.A. Bonet y M. Vázquez, en colaboración con A. Wittmann han concluido el estudio de la variación de centro a borde de la granulación solar, a partir de observaciones obtenidas durante un eclipse total de Sol. Se señala un aumento en las áreas de gránulos e intergránulos al aproximarse hacia el borde y en paralelo la fracción de área cubierta por gránulos desciende de un 44.2% en el centro a 42.8% cerca del borde. Las observaciones próximas al borde detectan estructuras granulares hasta un distancia de 0.5" que viene a corresponder a un nivel geométrico de 200 km sobre la base de la fotosfera.

excelente para dicho propósito. En paralelo y basándose en dos códigos preexistentes de *Phase-Diversity*, han desarrollado un código propio en IDL para su aplicación a esta serie temporal de imágenes, estudio que se llevará a cabo en colaboración con R. Muller (Obs. Pic du Midi, Francia).

M. Sobotka, M. Vázquez, M. Sánchez Cuberes y J. A. Bonet han iniciado el análisis de series temporales de imágenes de la fotosfera, tomadas simultáneamente en el mínimo (1.6 micras) y máximo (0.8 micras) del coeficiente de opacidad de la atmósfera solar. Mediante la superposición y



Imágenes de la granulación solar en diferentes posiciones en el disco. En el panel superior se muestran las imágenes reconstruidas, y en el inferior las originales escaladas conjuntamente para cada m. El campo visual cubierto por cada caja es de 9.92 x 9.92 arcosegundos.

La oscilación de 5 minutos

B. Ruiz Cobo, I. Rodríguez Hidalgo y M. Collados han comenzado un estudio sobre los mecanismos de excitación y amortiguamiento de la oscilación de 5 minutos en la fotosfera, a partir de la estratificación de la amplitud y fase de la oscilación tanto para velocidad como para temperatura, obtenida aplicando técnicas de inversión.

substracción de imágenes de ambos rangos espectrales se logra visualizar las estructuras magnéticas y estudiar su dinámica. Por otro lado, la relación de la temperatura de brillo en las dos longitudes de onda nos da información sobre la diferente estructura térmica de las concentraciones magnéticas dependiendo de su tamaño.

Estructuras magnéticas de la superficie solar

Dado su tamaño, la detección de los "puntos brillantes" para su estudio dinámico, fotométrico y temporal requiere observaciones de alta resolución hasta el límite de difracción de los telescopios solares más competitivos de hoy en día. Por ello se hace imprescindible la aplicación de las técnicas más avanzadas de restauración, que hacen posible la descontaminación de los efectos de distorsión inducidos tanto por la atmósfera terrestre como por las aberraciones instrumentales. La técnica de *Phase-Diversity* se ha revelado en los últimos años como una herramienta muy poderosa para tal propósito aunque su aplicación es altamente compleja y requiere mucha experiencia y profundo conocimiento del problema. Durante el año, J.A. Bonet e I. Márquez han realizado observaciones de los puntos brillantes obteniendo una serie temporal de dos horas (telescopio SVST, en el ORM)

V. Martínez Pillet ha estudiado el modelo de campo magnético penumbral "despeinado" propuesto por el grupo de Zurich en el marco de la polarización circular neta observada en estas regiones. Esta distribución de líneas de campo consta de dos componentes magnéticas, una formada por tubos de flujo discretos prácticamente horizontales (se usan tubos de 100 km de diámetro) y la otra formada por un campo de fondo vertical que envuelve estos tubos. Usando este modelo, se ha podido comprobar que el aumento del campo con la altura, obtenido por inversiones de los perfiles de Stokes, se puede explicar si los tubos horizontales tienen un campo menor que el campo de fondo. Además, el cambio en la inclinación que se deduce de estas inversiones (30° en 300 km) es resultado de las diferentes inclinaciones de ambas componentes. En el marco de este modelo los gradientes obtenidos de la condición de divergencia del campo nula (gradiente lineal) y aquellos obtenidos de la polarización circular neta (gradiente cuadrático) surgen de forma natural como consecuencia de la contribución de las paredes de los tubos horizontales.

Se han realizado las primeras observaciones asignadas por CAT con el LPSP en el telescopio SVST del ORM. Un total de tres programas observacionales diferentes usaron el polarímetro. El primer programa (J. Trujillo Bueno, V. Martínez Pillet, L. Bellot, M. Collados y R. Manso) consistió en la observación de las líneas Na D del sodio y del Mg b para estudiar la polarización atómica y la depolarización Hanle observando los cuatro parámetros de Stokes simultáneamente. Durante el segundo programa (T. Berger de Lockheed y V. Martínez Pillet) se usó el polarímetro para estudiar (con las líneas de Fe de la región de 6300 Å) los campos faculares en aquellas regiones donde se observaba la emisión difusa UV (171 Å) con el Satélite TRACE. Finalmente, un tercer grupo (M. Sobotka, V. Martínez Pillet y M. Vázquez) ha utilizado el LPSP para estudiar la dinámica en los alrededores de los poros. La calibración de las propiedades de polarización del telescopio en todas las regiones espectrales involucradas se realizó con éxito.

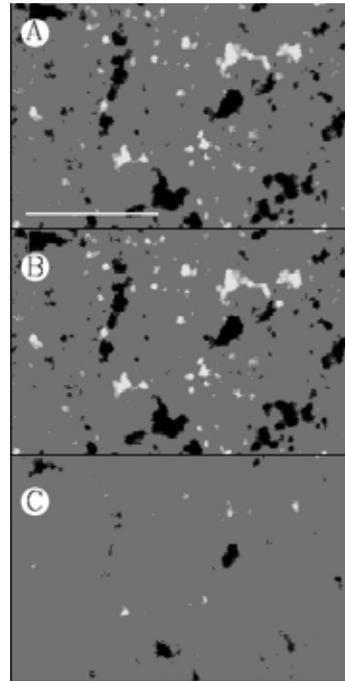
J. Sánchez Almeida continúa su estudio de cómo la micro-estructura del campo magnético solar induce errores de bulto en las medidas tradicionales (que no la tienen en cuenta). Algunos de estos errores resultan obvios a partir de un trabajo, en colaboración con B. Lites, en el que se interpreta la polarización del Sol en calma incluyendo la micro-estructura. Por ejemplo, las líneas infrarrojas y visibles no proporcionan información sobre los mismos objetos, la mayor parte de las concentraciones magnéticas no produce polarización detectable (ver Figura). J. Sánchez Almeida y J. Trujillo Bueno han escrito la ecuación de transporte radiativo para luz "débilmente" polarizada. El transporte radiativo se simplifica extraordinariamente con la ventaja de que ésta es la aproximación relevante en términos astrofísicos. Permite un acercamiento intuitivo al siempre complejo transporte radiativo para luz polarizada y, además, es de utilidad en problemas numéricos que requieren muchas soluciones de la ecuación de transporte (códigos de inversión; transporte radiativo multidimensional, etc.).

Variabilidad solar

Se han iniciado observaciones con el telescopio VNT del brillo IR a 1.6 micras de manchas solares. El objetivo final de este programa es verificar la dependencia de dicho brillo con el tamaño de las manchas y con el ciclo solar. El equipo implicado en este programa está formado por J. A. Bonet, V. Martínez Pillet y M. Vázquez.

Se ha concluido la fabricación de la nueva versión del telescopio simbiótico para el telescopio VNT. En su esquema actual permitirá obtener imágenes del Sol entero con una cámara CCD de 1024 x 1024 pixels a través de seis filtros diferentes.

M. Vázquez y M. Steinegger han iniciado la simulación de las variaciones de irradiancia desde el siglo XVII utilizando fundamentalmente la variación del brillo de manchas y fáculas con su tamaño.



Las regiones magnéticas con campos muy intensos no aparecen en las medidas al uso. (a) Magnetograma de una típica región del Sol en el centro del disco (la barra corresponde a 25.000 km). La no existencia de señal en un magnetograma se interpreta habitualmente como inexistencia de una región magnética en ese punto del Sol. (b) Modelo de magnetograma de esta región suponiendo campos magnéticos como los que se detectan. (c) Modelo de magnetograma suponiendo que la intensidad del campo magnético es sólo un 5% superior a las que se detectan. El 60% de las señales han desaparecido. Si el Sol tiene campos un poco más intensos de los observados, éstos no aparecen en las medidas al uso. (d) Modelo de magnetograma con campos aún más intensos, que dejan rastros detectables.

Eclipse total de Sol 1999

I. Rodríguez Hidalgo se desplazó a Kastamonu (Turquía) en el mes de agosto con la expedición SHELIOS '99, para llevar a cabo observaciones polarimétricas de la corona solar en luz blanca. Estas fueron realizadas por I. Rodríguez Hidalgo y C. Abajas, con la colaboración de algunos miembros del equipo de SHELIOS '99. El trabajo se enmarcó dentro de TECONet '99 (Trans European Coronal Observing Network, coordinada por F. Clette, Bélgica), una iniciativa del "Working Group nº 7" (Preparation of the Total Solar Eclipse of August 11, 1999) de JOSO, siendo este equipo uno de los 28 que realizaron observaciones similares que permitirán, conjuntamente, estudiar la dinámica de la corona durante más de 1 h y media. V. Martínez Pillet y M. Vázquez colaboraron activamente en la consecución del instrumental y la preparación de las observaciones.

MAGNETISMO, RADIACION Y FLUIDOS EN ASTROFISICA (P5/96)

J. Trujillo Bueno.

F. Moreno Insertis, O. Dittmann, A.J. Gómez Peláez, R. Manso Sainz, P. Fabiani Bendicho y H. Socas Navarro.

Colaboradores del IAC: M. Collados, V. Martínez Pillet, B. Ruiz Cobo y J. Sánchez Almeida.

J. Cernicharo (IES; Madrid); T. Emonet (Univ. de Chicago, EEUU); E. Landi Degl'Innocenti (Univ. de Florencia, Italia); K. Petrovay (Univ. de Eotvos, Hungría); M. Rast (HAO, EEUU); M. Rempel, M. Schüssler y S. Solanki (MPI, Alemania); N. Shchukina (Main Astronomical Obs. Kiev, Rusia); M. Semel (Obs. Meudon-Paris, Francia); H. Uitenbroek (CfA, Harvard, EEUU); D. Wickramasinghe (Univ. de Canberra, Australia).

Introducción

El presente Proyecto tiene como objetivo general el estudio teórico de procesos magneto-hidrodinámicos y radiativos en sistemas astrofísicos, con especial énfasis en aquellos aspectos en que el campo magnético desempeña un papel relevante. Como proyecto fundamentalmente teórico, se plantea resolver las ecuaciones de la hidrodinámica y física del plasma por un lado, y del transporte radiativo y física atómica por otro, para entender (a) la generación del campo magnético en interiores estelares, con especial énfasis en el Sol, su transporte hacia la superficie y los procesos de difusión asociados al mismo; (b) la generación y transporte de radiación en plasmas astrofísicos magnetizados, con especial interés en la polarización de la radiación y en el diagnóstico de campos magnéticos en Astrofísica, (c) varios fenómenos de dinámica de gases en el Medio Interestelar dominados o fuertemente influenciados por el campo magnético, (d) el transporte de radiación en líneas moleculares con vistas al desarrollo de técnicas de diagnóstico en Astrofísica Molecular. Lo expuesto anteriormente se lleva a cabo mediante el desarrollo y uso de técnicas analíticas y numéricas y de códigos de ordenador magneto-hidrodinámicos y de transporte radiativo que aprovechen de forma óptima las posibilidades computacionales del momento. Asimismo, en este Proyecto se da mucha importancia a la referencia observacional, manteniendo estrechas colaboraciones con personas y grupos observacionales relacionados directa o indirectamente con la investigación teórica del grupo.

Algunos resultados relevantes

Se ha desarrollado un método para la inversión de líneas espectrales y de perfiles de Stokes (con la polarización inducida por el efecto Zeeman) para las que la aproximación de Equilibrio Termodinámico Local (ETL) no es adecuada. Esta nueva herramienta de diagnóstico de las cromosferas estelares ha sido aplicada con éxito a observaciones espectropolarimétricas de series temporales en el triplete IR del Ca II con vistas al estudio de la dinámica, variabilidad temporal y el magnetismo de la cromosfera sobre las manchas solares. Este código de inversión, bautizado como "The IAC Non-LTE Inversion Code" (*Astrophysical Journal*, Socas Navarro, Trujillo Bueno y Ruiz Cobo), ha sido considerado como un nuevo avance significativo para la exploración de los fenómenos dinámicos en regiones magnetizadas del plasma atmosférico solar, al tiempo que es potencialmente interesante para la investigación de las cromosferas de otras estrellas.

Evolución del Proyecto

Hidrodinámica y magnetismo en interiores estelares

F. Moreno-Insertis, T. Emonet y M. Rast han finalizado los cálculos numéricos tridimensionales correspondientes al estudio del desarrollo de la inestabilidad de Parker en interiores estelares. Para realizar este estudio ha sido necesario utilizar los ordenadores más potentes del momento (Cray T3E con cientos de CPUs en paralelo). Gracias a la alta resolución espacial que se ha podido conseguir, se ha logrado obtener una evolución temporal inestable para tubos de flujo magnético perturbados con longitud de onda larga, formación de estelas, flujos diferenciales en diferentes capas interiores del tubo, etc.

F. Moreno-Insertis, T. Emonet y M. Rast han mostrado la formación de calles de vórtices de Von Karman detrás de regiones magnéticas ascendentes en zonas estratificadas y proporcionado, mediante un estudio analítico y numérico, una explicación de los fundamentos físicos de este fenómeno. A la vez, se ha estudiado la aparición de este fenómeno en el campo magnético del interior solar y discutido su relevancia para el ciclo de actividad magnética. La clave física se encuentra en la generación de vorticidad por "las fuerzas de Lorentz" en capas límite. Aunque el caso viscoso desmagnetizado usual de laboratorio ha sido muy estudiado, no existían, sin embargo, estudios para el caso magnetohidrodinámico y menos para el caso de interés en interiores estelares, en que la presencia de un campo magnético de alto β del plasma imparte a la región un déficit de densidad extremadamente pequeño pero dinámicamente muy relevante. Se ha propuesto una ecuación que describe

bien la trayectoria de la región magnética como consecuencia de la acción de fuerzas de flotación, arrastre y empuje aerodinámico. Este estudio, imposible de realizar dentro de la aproximación de tubo delgado por su carácter esencialmente bi- o tridimensional, permite poner límites a las posibilidades de transporte de campo magnético desde los interiores estelares a la superficie.

Se ha empezado el desarrollo de un modelo para la tacoclina solar (K. Petrovay y colaboradores). La tacoclina es la capa debajo de la zona convectiva donde la ley de rotación diferencial cambia desde la rotación observada en la fotosfera, que caracteriza también la totalidad de la zona convectiva, a una rotación casi rígida en el interior radiativo. El modelo propuesto consiste en la solución de las ecuaciones hidrodinámicas con ciertas suposiciones (aproximación anelástica, equilibrio geostrófico, etc.) para un estado estacionario en que la penetración de la rotación diferencial hacia las capas más bajas por difusión turbulenta radial del momento angular está contrarrestado por la difusión horizontal, tomando en cuenta la circulación Sweet-Eddington. En contraste con otros modelos, las condiciones de contorno de este modelo no prescriben una ley de rotación fija, y tratamos la difusividad turbulenta como funcional de la rotación diferencial, en lugar de considerarla un parámetro libre.

Turbulencia y procesos estocásticos en el plasma solar

Se ha continuado el estudio sistemático de la desintegración de manchas solares en base al análisis estadístico de observaciones fotoheliográficas (K. Petrovay y colaboradores). Como paso siguiente, después de la determinación de la ley de desintegración promedio y del análisis de desviaciones estocásticas de esa ley, se seguirá con el estudio de desviaciones sistemáticas (correladas con otros parámetros de la mancha). En este sentido se está estudiando actualmente la relación entre la polaridad magnética de las manchas y sus tasas de desintegración.

Magnetismo del Medio Interestelar e Intergaláctico

Se ha realizado un estudio de la influencia del campo magnético del Medio Interestelar en la evolución temporal de un resto de supernova en la fase de Sedov (A. Gómez Peláez y F. Moreno-Insertis). Partiendo de los artículos clásicos de expansión de restos de supernova en medios magnetizados, se han encontrado soluciones autosemejantes que incluyen campo magnético no nulo en el medio interestelar no chocado. La dificultad analítica de este problema junto con el desconocimiento de regiones de bajo b del plasma en la galaxia habían quitado motivación para llegar a una solución del mismo en el pasado. Sin embargo,

la acumulación de observaciones de medios astrofísicos fuertemente magnetizados en años recientes (por ejemplo en el centro galáctico) dotan de actualidad a este problema.

Se ha dado comienzo a una investigación de la evolución temporal de inestabilidades térmicas en el Medio Interestelar e Intergaláctico magnetizado (A. Gómez Peláez y F. Moreno-Insertis). Este problema, de aplicación en un rango grande de campos de la astrofísica, había sido estudiado de forma incompleta en la literatura, dejando de lado aspectos fundamentales para las aplicaciones astrofísicas. En 1999 se han obtenido soluciones numéricas para la formación de concentraciones filamentosas oblicuas respecto de la dirección inicial del campo magnético, produciéndose regiones de bajo β del plasma a partir de medios no perturbados de baja magnetización.

Atmósferas estelares y transporte radiativo

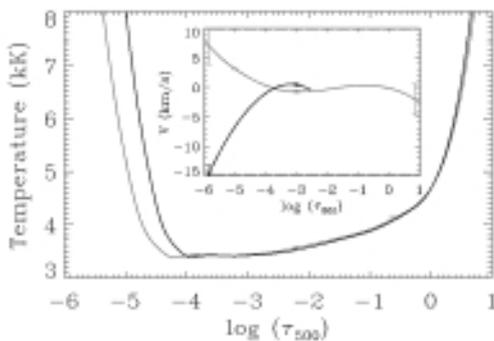
Se ha finalizado un proyecto de largo período sobre el desarrollo de métodos numéricos para hacer factible simulaciones numéricas de transporte radiativo en medios 2D y 3D con modelos atómicos realistas. La culminación de este proyecto constituye el código MUGA-3D, el cual está basado en el método "MULTILEVEL GAUSS-SEIDEL" de J. Trujillo Bueno y P. Fabiani Bendicho (*Atrophysical Journal* 1995). Tal código ha sido puesto recientemente a disposición del grupo de Gustafsson (Univ. de Uppsala, Suecia) por su deseo expreso de utilizarlo para realizar nuevas investigaciones en el campo de las atmósferas estelares (P. Fabiani Bendicho y J. Trujillo Bueno).

J. Trujillo Bueno y N. Shchukina han iniciado una nueva investigación teórica, de utilidad en el campo de la espectroscopía cuantitativa estelar, sobre la física de la formación del espectro del Fe en estrellas frías. La investigación está basada en la simulación numérica de la formación de cientos de líneas espectrales del Fe I y Fe II (desde el UV hasta el IR) en los modelos 3D hidrodinámicos de las fotosferas de estrellas de tipo solar obtenidos recientemente por Nordlund y colaboradores.

Espectropolarimetría y diagnóstico de campos magnéticos

Utilizando el telescopio GCT se han realizado observaciones espectro-polarimétricas en líneas cromosféricas con el fin de investigar fenómenos dinámicos en las regiones más intensamente magnetizadas del plasma atmosférico solar (las umbras de las manchas solares). El análisis de estos datos espectro-polarimétricos ha llevado al descubrimiento de que los perfiles de polarización circular (Stokes V) en las líneas cromosféricas adoptan periódicamente (aproximadamente cada 3 minutos)

una forma "anómala", fuertemente asimétrica, volviendo a continuación a su estado "normal" antisimétrico. Estos perfiles de Stokes-V anómalos han sido interpretados como la firma observacional polarimétrica del mismo mecanismo físico responsable de la aparición de los enigmáticos "destellos umbrales", los cuales son detectables (pero sólo en algunas manchas) como emisiones en el centro del perfil de intensidad de líneas cromosféricas. Como se muestra en la Figura la aplicación del código de inversión mencionado en el apartado "Algunos resultados relevantes" a dicha serie temporal ha permitido inferir, por primera vez, un modelo semi-empírico de las oscilaciones de la cromosfera sobre las manchas solares (H. Socas Navarro, J. Trujillo Bueno y B. Ruiz Cobo).



Modelo semi-empírico de la oscilación del plasma cromosférico sobre la mancha solar correspondiendo al instante de aparición de los perfiles anómalos de polarización circular descubiertos en las líneas del triplete IR de Ca II. El modelo indica que existen al menos dos componentes no resueltas del plasma cromosférico magnetizado. La primera componente (línea verde) está caracterizada por movimientos hacia el interior estelar y es responsable de la aparición de los perfiles "normales" de polarización circular que se observan durante la fase "tranquila" de la oscilación. La segunda componente (línea roja) está caracterizada por movimientos del plasma hacia la superficie estelar y es decisiva para poder explicar la repentina aparición de los perfiles "anómalos". Las velocidades relativas son del orden de 10 km/s.

Se ha comenzado el desarrollo de un código de inversión No-ETL de perfiles de Stokes inducidos por procesos de "scattering". Estas señales de polarización en líneas espectrales son sensibles, mediante el efecto Hanle, a la presencia de debilísimos campos magnéticos (entre 0.1 y 100 gauss). La modelización numérica del efecto Hanle requiere tener en cuenta la generación de interferencias mecano-cuánticas entre los subniveles Zeeman de cada nivel atómico. El objetivo final de este trabajo es disponer de una mejor herramienta de diagnóstico de campos magnéticos débiles en atmósferas estelares (R. Manso Sáinz y J. Trujillo Bueno). Una vez a punto, esta técnica de diagnóstico será aplicada a observaciones espectro-polarimétricas en varias líneas espectrales para realizar estudios de magnetoturbulencia en el plasma fotosférico solar. Las primeras observaciones de prueba fueron realizadas en el mes de agosto, en colaboración con A. López Ariste (HAO, EEUU) y M. Semel, usando el polarímetro estelar de Semel adaptado al telescopio GCT (O. Dittman y J. Trujillo Bueno).

Generación y transporte de radiación polarizada

Se ha considerado el problema de la polarización de la radiación en medios sometidos a campos magnéticos muy intensos, lo cual es de interés en el campo de las enanas blancas. La inclusión del "scattering" Thomson en presencia de tales campos magnéticos ha permitido explicar algunos rasgos en el espectro observado de polarización que no habían sido entendidos hasta ahora (O. Dittmann y D. Wickramasinghe).

R. Manso Sáinz y J. Trujillo Bueno han formulado el problema de la polarización por "scattering" en medios esféricamente simétricos, así como la interacción entre la polarización debida a líneas espectrales y la debida al continuo. Asimismo, han desarrollado métodos numéricos para poder realizar simulaciones numéricas de polarización por "scattering" en atmósferas estelares con geometría esférica.

Se ha realizado un estudio teórico sobre el transporte radiativo en medios débilmente polarizantes y se ha desarrollado una útil aproximación bautizada como "The Weak Polarizing Media Approximation" (J. Sánchez Almeida y J. Trujillo Bueno).

J. Trujillo Bueno ha comenzado una investigación teórica cuyo objetivo final es conseguir modelar los "misteriosos" perfiles de polarización lineal que pueden observarse cerca del limbo solar con la ayuda de espectro-polarímetros capaces de detectar señales de polarización muy débiles (*Nature* 1996, Stenflo y Keller). Estas señales de polarización son debidas a procesos de "scattering" y son muy sensibles al efecto Hanle, por lo que son potencialmente interesantes para la investigación de campos magnéticos extremadamente débiles en el plasma cromosférico estelar. Con la motivación de contrastar teoría, simulación numérica y observaciones espectro-polarimétricas se han iniciado (en estrecha colaboración con M. Collados y V. Martínez Pillet) varios programas observacionales con los telescopios SVST, VTT y THEMIS, y usando los polarímetros LPSP y TIP desarrollados recientemente por el IAC.

Astrofísica molecular

En el marco de un nuevo proyecto de investigación sobre Astrofísica Molecular, dirigido conjuntamente por J. Cernicharo y J. Trujillo Bueno, se ha iniciado una tesis doctoral cuyo objetivo final es disponer de los medios teóricos de diagnóstico adecuados para estar en condiciones de modelar, mediante simulaciones numéricas de transporte radiativo en líneas moleculares, muchas de las líneas (de HCN, CO, H₂O, etc.) que el telescopio espacial FIRST será capaz de observar en diversos sistemas astrofísicos y, en particular, en estrellas evolucionadas. (A. Asensio).

ESPECTROPOLARIMETRIA SOLAR (P2/99)

M. Collados.

B. Ruiz Cobo, I. Rodríguez Hidalgo y L.R. Bellot Rubio.

Colaboradores del IAC: J.J. González Hernández.

H. Balthasar y K. Muglach (AIP, Potsdam, Alemania); T. Berger (Lockheed, EEUU); E.V. Khomenko (MAO, Kiev, Ucrania); B.W. Lites (HAO, EEUU); C. Ritter (USG, Gottingen, Alemania); R. Schlichenmaier y D. Soltau (KIS, Alemania); S. Solanki (MPIA, Alemania); J.C. del Toro Iniesta (IAA, Granada).

Introducción

La finalidad de este Proyecto es estudiar diversas manifestaciones del campo magnético que se pueden observar en la atmósfera solar. Éstas incluyen estructuras tan diversas como las manchas solares o los campos débiles presentes fuera de la red fotosférica. Aprovechando la puesta en funcionamiento de los polarímetros construidos en el IAC (TIP -Tenerife Infrared Polarimeter- y LPSP -La Palma Stokes Polarimeter-) el grupo pretende concentrarse en el análisis de señales polarimétricas de gran precisión. De esta forma, se quieren abordar gradualmente los siguientes temas de investigación:

- Aparición, evolución y desaparición del campo magnético en fáculas y red fotosférica.
- Variaciones temporales del campo magnético, a escalas de tiempo desde varios segundos hasta varios minutos, en elementos magnéticos a pequeña escala y manchas solares.
- Influencia del campo magnético en las propiedades de los fenómenos convectivos granulares y en la estratificación de los diversos parámetros atmosféricos.
- Señales magnéticas débiles (campos débiles fuera de la red fotosférica, polarización producida por fenómenos de dispersión, depolarización por efecto Hanle).
- Estructura del campo magnético de las manchas solares.

La finalidad última de estos estudios se puede resumir en los siguientes puntos:

- 1.- Estabilidad de las estructuras magnéticas.
- 2.- Mecanismos de transmisión de energía en estructuras magnéticas y su relación con el

calentamiento de las capas medio-altas fotosféricas y de la cromosfera.

3.- Interacción entre los movimientos convectivos solares y el campo magnético.

4.- Propiedades de las señales de polarización débiles.

Algunos resultados relevantes

TIP puesto a disposición de la comunidad científica

Una vez finalizada la construcción, calibración y comprobación del polarímetro infrarrojo (TIP), se instaló por primera vez en 1999 como instrumento de uso común en los telescopios GCT y VTT del OT. Prueba del interés suscitado es el hecho de que, de un total de 214 días de observación en la VTT repartidos entre la comunidad científica, TIP fue utilizado en 68 días (lo que representa un 32% del tiempo total de observación).

Distribución internacional del código de inversión SIR

El código de inversión de datos espectropolarimétricos SIR (*Stokes Inversion based on Response functions*) ha sido instalado en diferentes instituciones internacionales. Entre éstas se encuentran High Altitude Obs. (Boulder, EEUU), Astrophysikalisches Institut (Potsdam, Alemania), Univ. Sternwarte (Göttingen, Alemania), IAA (Granada), Main Astronomical Obs. (Kiev, Ucrania), Astronomical Inst. (Tatranska Lomnica, Eslovaquia) y Astronomical Inst. (Ondrejov, República Checa).

Oscilaciones fotosféricas en la umbra de una mancha solar

A partir de observaciones espectropolarimétricas realizadas con TIP en la VTT, en la región espectral alrededor de 1.56 micras, se han detectado variaciones temporales de la velocidad del plasma y del campo magnético asociado en la umbra de una mancha solar. El análisis está basado en la inversión de los perfiles espectrales de los cuatro parámetros de Stokes. Este estudio ha permitido obtener la estratificación con la altura de esos parámetros y su dependencia temporal. Los resultados sugieren que las oscilaciones del campo magnético observadas están causadas por fluctuaciones en la opacidad provocadas por el movimiento del plasma.

Detección de la concentración y posterior destrucción de una estructura magnética en la fotosfera solar

El análisis de una serie temporal de los perfiles de polarización obtenidos con TIP en la VTT, en la región espectral alrededor de 1.56 micras y en una región en calma en el centro del disco solar, ha permitido detectar la evolución temporal de una estructura magnética débil. La secuencia observada

puede ser descrita en los siguientes términos. Inicialmente el campo magnético sufre una amplificación (posiblemente por concentración convectiva). La aparición en un momento dado de un intenso movimiento hacia abajo del plasma va acompañada de una fuerte amplificación de la intensidad del campo magnético, por encima del campo de equipartición (colapso convectivo). Finalmente, el campo magnético desaparece bruscamente, al tiempo que se observan intensos movimientos ascendentes del plasma. Es la primera vez que se observa el colapso convectivo, así como la destrucción de una estructura magnética por la posible propagación de una onda de choque (Ver Figura).

Evolución del Proyecto

A lo largo de 1999, el trabajo del grupo se ha centrado en el aprovechamiento de los polarímetros solares. Para ello se han realizado diversas campañas de observación (en solitario o en colaboración con otros grupos nacionales y extranjeros) con los siguientes objetivos:

Emergencia, evolución y desaparición de campos magnéticos faculares y de la red

El resultado más llamativo del análisis parcial de los datos llevado a cabo hasta ahora es la detección, por primera vez, de un fenómeno de concentración (presumiblemente convectiva) de campo magnético, una posterior amplificación de la intensidad de éste por colapso convectivo y la destrucción de la estructura por una onda de choque.

Detección de señales de polarización generadas por procesos de dispersión

Esta investigación se está realizando conjuntamente con miembros de los proyectos P5/96 (J. Trujillo

Bueno) y P3/87 (V. Martínez Pillet). También se está estudiando la depolarización por efecto Hanle, debido a la presencia de campos magnéticos débiles en la atmósfera solar. Para llevar a cabo este Proyecto se han realizado observaciones en los telescopios SVST (con LPSP), VTT (con TIP) y THEMIS.

Oscilaciones en manchas y regiones activas

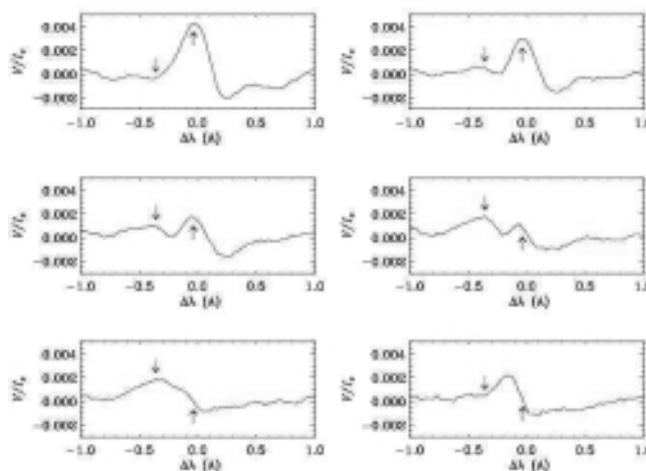
Este programa persigue detectar variaciones temporales de corto periodo de campos magnéticos existentes en regiones activas (dentro y fuera de manchas). Como parte de la investigación se realizaron observaciones simultáneas en los telescopios VTT, GCT, SVST, DOT y con los satélites TRACE y SOHO. Para llevar a cabo el estudio se está colaborando especialmente con investigadores del Astrophysikalisches Inst. de Potsdam. Datos previos obtenidos con TIP por el grupo han puesto en evidencia la existencia de tales variaciones temporales.

Estructura tridimensional de manchas solares

Conjuntamente con J.C. del Toro Iniesta (IAA) se está llevando a cabo un estudio sobre la estructura tridimensional (térmica, dinámica y magnética) de manchas solares. Para ello se realizaron observaciones espectropolarimétricas de centro a borde de varias manchas solares con TIP en la VTT.

Estudio de la estructura dinámica y magnética de la penumbra de manchas solares

Se ha iniciado una colaboración con R. Schlichenmaier (Kiepenheuer Inst., Alemania) para tratar de entender las características peculiares de la penumbra de manchas solares. Con esa finalidad, se efectuaron observaciones específicas con TIP en la VTT durante 1999.



Evolución temporal de los perfiles de polarización circular observados en una estructura magnética débil. Los perfiles corresponden a la línea espectral Fe I 15648 Å, cuyo factor de Landé efectivo es 3. El tiempo varía de izquierda a derecha y de arriba a abajo. EL intervalo temporal entre dos perfiles sucesivos es de 28 segundos. Las flechas indican la posible presencia de dos componentes.

EL SISTEMA SOLAR

ARQUEOASTRONOMIA (P7/93)

C. Esteban.

J.A. Belmonte y A. Aparicio.

Colaboradores del IAC: R. Génova.

M. Hoskin (Churchill College, Cambridge, Reino Unido); A. Tejera (Facultad de Geografía e Historia, Univ. de La Laguna); M.A. Perera (Unidad de Patrimonio, Cabildo Insular de Tenerife); J.J. Jiménez (Museo Arqueológico de Tenerife, Cabildo Insular de Tenerife); J. Galindo (UNAM, México); R. Schlueter (UNED, Las Palmas de Gran Canaria); E. Aura (Univ. de Valencia); E. Cortell (Museo Arqueológico de Alcoy, Alicante); F. Salvador (Univ. de Jaén); O. González (Museo de la Ciencia y el Cosmos, Cabildo Insular de Tenerife).

Introducción

El objetivo del Proyecto es estudiar el papel que la Astronomía pudo tener en las culturas del pasado. En este Proyecto, los ámbitos de mayor interés son la pre y protohistoria del Archipiélago Canario y de la Península Ibérica, así como el Norte de África preislámico.

Algunos resultados relevantes

El grupo organizó el Congreso Internacional "Oxford VI and SEAC99 Conference on Astronomy and Cultural Diversity" en el mes de junio, en La Laguna, que batió récords de asistencia a congresos sobre esta disciplina tanto en el número de asistentes como en la variada procedencia de éstos. El Congreso fue calificado, por los propios asistentes, como un rotundo éxito y como "el mejor celebrado hasta la fecha". Por primera vez se presentaron conferencias de revisión sobre diversos aspectos del tema. Con la celebración de este Congreso se demuestra el comienzo de la madurez de la Arqueoastronomía como disciplina científica y su despegue definitivo en España.

Evolución del Proyecto

Las actividades del grupo durante 1999 han estado centradas en la organización y celebración del Congreso Internacional "Oxford VI and SEAC99 Conference on Astronomy and Cultural Diversity" así como en la preparación de las memorias. Este evento aunó las dos reuniones internacionales más importantes sobre Arqueoastronomía y Etnoastronomía: las reuniones "Oxford" (celebradas tradicionalmente cada 3 ó 4 años) y las reuniones anuales de la Sociedad Europea para la Astronomía

en la Cultura (SEAC). El Congreso estuvo dedicado a la memoria del Prof. C. Jaschek, insigne astrofísico y fundador de la SEAC. La reunión fue muy multidisciplinar, con participación de astrónomos, antropólogos, historiadores de la ciencia y arqueólogos, principalmente. Se consiguió un buen número de becas que permitió reunir a más de 90 especialistas de 26 países de los cinco continentes. Se impartieron 14 comunicaciones invitadas y más de 50 ponencias, de muy distintos temas.

Por otra parte, el grupo sigue trabajando en el análisis y publicación de los resultados obtenidos en las campañas de trabajo de campo en el Norte de África. Las conclusiones a que están llegando estos estudios indican cada vez más claramente las profundas relaciones culturales entre las sociedades prehistóricas de las Islas Canarias y las del Norte de África preislámico.

ESPECTROSCOPIA Y MORFOLOGIA DE COMETAS (P9/98)

M.R. Kidger.

J. Licandro y R. Casas.

Colaboradores del IAC: P. Santos Sanz.

D. Osip (MIT, EEUU); H. Campins (Tucson, EEUU); J. Fernández (Univ. de Uruguay); H. Rickman (Univ. de Estocolmo, Suecia); J. Parker (Univ. de Colorado, EEUU); P. Pravec (Ondrejov Obs., República Checa).

Introducción

Este Proyecto pretende estudiar los cuerpos menores del Sistema Solar en sus diversas formas: cometas, asteroides y objetos tras-Neptunianos. Dentro de este estudio se engloban sus propiedades físicas, rotación, precesión, colores, etc. El objetivo es incrementar el conocimiento de un conjunto de objetos a menudo infravalorados por la Astrofísica, pero de una importancia considerable.

Los cometas y asteroides representan la materia prima del Sistema Solar. De hecho, los cometas son los únicos restos de la nebulosa protosolar que nos quedan por estudiar. Gracias a su estado poco modificado químicamente, la composición del material que forma los cometas (tanto elemental, como isotópico) es una fuente importante de información sobre la formación del Sistema Solar y su evolución. También se puede obtener información importante acerca de las condiciones en la nebulosa protosolar (temperatura, densidad, grupo de mezcla, etc.) y su variación. Los cometas lejanos (los

objetos trasneptunianos OTNs o miembros del Cinturón de Kuiper) son unos objetos que nunca se han aproximado al Sol a menos de 30UA y mantienen incluso muchos de sus componentes originales más volátiles.

Mientras que los cometas son los restos del componente volátil de la nebulosa protosolar, la importancia de los asteroides radica en la fracción distinta de material que los compone (los elementos no volátiles). Aunque algunos asteroides han sido químicamente modificados interiormente a causa de la presión y el calentamiento radioactivo, los cuerpos de menor diámetro y masa nunca han tenido una fuente de calor interna suficiente para causar tal modificación. Esto convierte a los asteroides en restos de materia prima de una composición similar a los planetas interiores rocosos y su estudio es de gran interés.

Menos aún se sabe sobre las propiedades rotacionales de los cuerpos menores del Sistema Solar. Aunque se conoce el período de rotación y la amplitud de muchos de los asteroides del cinturón principal entre Marte y Júpiter, y las propiedades rotacionales de los núcleos de los cometas y de los OTNs, existen pocos casos donde se haya podido medir una curva de rotación y de ellos, muchos son dudosos. La razón radica en las difíciles condiciones de observación ya que los OTN son casi todos más débiles que la magnitud 22 y, en el caso de la rotación del núcleo de los cometas, la contaminación por parte de la emisión de la coma y la variación de esta contribución de la coma con el *seeing* a menudo falsifican los resultados hallados. Sólo en muy pocos casos (prácticamente se limitan al caso del cometa 1P/Halley y al asteroide 244 Glauke) se ha establecido la existencia de una rotación compleja con rotación y precesión a la vez, aunque es probable que este fenómeno sea común en los cuerpos modificados por colisión.

De gran interés e importancia en los últimos años han sido los estudios de la rotación (y astrometría) de los asteroides cercanos a la Tierra (NEOs). Los estudios astrométricos son importantes a la hora de definir la órbita de los asteroides. Como se ha demostrado en varias ocasiones en los dos últimos años, la astrometría rutinaria puede identificar asteroides que potencialmente pueden representar un peligro para la Tierra, pero raras veces es adecuada para afinar la órbita lo suficientemente para desmentir el peligro. Para establecer el nivel de peligro de un asteroide es suficiente un nivel de observación de mayor intensidad. Del mismo modo, las propiedades físicas de los NEOs, sobre todo su diámetro y estado de rotación son de gran interés. De gran importancia es tener un conocimiento preciso de las propiedades rotacionales ya que ayudarían a desvelar la estructura interna del asteroide. Con un conocimiento detallado de la

estructura interna de los NEOs y su composición se podría desarrollar una estrategia de "defensa planetaria".

En los OTN aunque hay una creciente evidencia anecdótica de la existencia de una señal rotacional en la curva de luz, hay muy pocos casos donde se haya definido con un mínimo de confianza. Sin conocer las propiedades rotacionales de los OTN se pueden realizar muy pocas afirmaciones sobre la distribución del momento angular en el Sistema Solar exterior. Aunque se supone que esta distribución ha sido modificada por colisión, tampoco se puede afirmar a ciencia cierta y es posible que puedan existir poblaciones independientes de OTNs de rotación modificada y no modificada.

Algunos resultados relevantes

Desarrollo de un método de descontaminación de la luz del núcleo, permitiendo corregir los efectos del *seeing*. Este método ofrece una forma de hallar la curva de rotación de los núcleos de los cometas con una mayor seguridad, permitiendo el uso de una apertura muy reducida que incrementa la contribución del núcleo y sus variaciones. Está en la actualidad un artículo que describe este método y lo aplica a la rotación de dos cometas. En el proceso de evaluación en una revista especializada.

Determinación del período de rotación del OTN 1995 SM₅₅. Observaciones con el telescopio NOT realizadas por M. Kidger el 18, 19 y 20 de septiembre de 1999, en colaboración con J. Parker (SwRI) muestran una amplitud de 0.2 magnitudes con un doble máximo y un período aparente de 8.54 horas. Como mucho ha sido sólo la segunda curva de rotación de este tipo medida en todo el mundo.

Determinación de la curva de rotación del NEO 1999 CV₃. Junto con los alumnos del segundo ciclo del Dpto. de Astrofísica de la Univ. La Laguna, J. Altozano, D. Hernández, J. Martí e I. Ugarte; P. Pravec; y los aficionados británicos N. James y D. Buczinski se ha determinado el período de rotación del NEO como de 6.5107 ± 0.0003 horas. El estudio muestra la evolución considerable de la forma de la curva de luz durante su aproximación a la Tierra en febrero, marzo y abril de 1999.

Observación de la ocultación de la estrella HIP 9185 por el asteroide 814 Tauris. El 15 de diciembre de 1999, R. Casas observó la ocultación de la estrella HIP 9185 por el asteroide 814 Tauris con el telescopio IAC-80. La ocultación pudo observarse visualmente en pantalla de televisión, grabarse en vídeo y la aproximación y alejamiento del asteroide se registraron en CCD, permitiendo una astrometría muy precisa y un cronometraje de alta calidad del suceso. Esta es la segunda ocultación positiva observada en el OT; la primera fue en 1989.

Creación de una página Web para la colaboración de aficionados en el estudio de los cometas dónde los aficionados de habla hispana pueden presentar sus observaciones, tanto CCD, como visuales de los cometas. Dentro de esta página Web se incluyen cometas periódicos y no-periódicos hasta magnitud 16. La página ha tenido muy buena acogida y cuenta con la colaboración de muchos observadores. Uno de los primeros resultados ha sido un estudio continuo de la evolución y probable desarrollo del cometa C/1999 S4 (LINEAR), permitiendo extrapolar su comportamiento fotométrico con más de seis meses de antelación. Las páginas son: http://www.iac.es/galeria/mrk/comet_imagenes.html (imágenes) y http://www.iac.es/galeria/mrk/recent_obs.html (observaciones visuales). Dentro de estas páginas hay vínculos a los estudios y análisis que se están realizando con los datos.

Evolución del Proyecto

Durante el año 1999, los trabajos de este Proyecto se han concentrado en varios campos importantes:

- Estudios de las curvas de rotación de los cometas, asteroides y OTNs.
- Estudios astrométricos de cometas, asteroides y OTNs.
- Desarrollo de métodos de análisis de las curvas de luz de los cometas.
- Desarrollo de los métodos de análisis de la astrometría de los asteroides.

Curvas de rotación

Se han realizado estudios de las curvas de rotación de varios asteroides y OTNs. Destaca el seguimiento de la curva de rotación del asteroide 1999 CV3 en el telescopio IAC-80 y de otros varios objetos de tipo NEO en los telescopios IAC-80 y OGS, sobre todo del asteroide 3200 Phaethon. Los resultados del 1999 CV3 han mostrado una curva de luz de una gran amplitud (hasta 0.5 magnitudes) con una variación constante en la amplitud a causa del cambio en la perspectiva en este objeto irregular. El período de rotación de 6.5107 horas es típica de los asteroides incluso los objetos de tipo NEO de dimensiones más reducidas e historial de modificación por colisión.

Los estudios y características de 3200 Phaethon se engloban dentro del marco de un gran estudio internacional de este objeto. Se supone que 3200 Phaethon representa la última fase de la evolución cometaria ya que este objeto es el progenitor de una corriente de meteoros muy activos (las Gemínidas), una característica típica de los cometas, pero que no muestra una actividad cometaria detectable. Se supone que el hielo restante dentro del núcleo está recubierto de una capa espesa de polvo y materia

refractaria que no permite la sublimación de los hielos interiores, dando el aspecto de un asteroide normal. Los estudios tienen como una de sus metas la de intentar detectar cualquier actividad residual del núcleo, o bien morfológicamente (con la detección de una coma) o fotométricamente (a través de las desviaciones de la curva de luz de un reflector puro). El trabajo ha conseguido la mejor curva de rotación existente de este objeto.

Como una parte adicional a este trabajo se incluye el estudio de las características rotacionales de los núcleos cometarios. Uno de los grandes problemas que engloba este trabajo es la contribución de la coma a la magnitud del núcleo. No es sólo un caso de la dilución de la luz del núcleo (lo cual reduce considerablemente la amplitud de las variaciones rotacionales) sino que la variación del *seeing* causa una contaminación variable en la curva de luz. El primer problema se resuelve usando una apertura muy pequeña, aunque esta solución empeora el problema de la contaminación variable a causa de la contribución de la coma. Como consecuencia, varios de los estudios publicados anteriormente han mostrado curvas de luz ficticias que se deben probablemente a las variaciones del *seeing* durante las observaciones. Cuanto mejor es la apertura, más se amplía la influencia del *seeing*.

Para resolver estas dificultades, ha sido necesario desarrollar un método para descontaminar la curva de luz, quitando los efectos de un *seeing* variable. Este trabajo se ha realizado con unas imágenes simuladas que combinan un núcleo puntual, con una coma regular, que se han convolucionado los dos con una función de *seeing*. Los resultados se han aplicado ya a dos cometas (29P/Schwassmann-Wachmann 1 y 21P/Giacobini-Zinner). El método muestra ser muy eficaz a la hora de quitar las variaciones falsas inducidas por el *seeing* y permite el uso de una apertura fotométrica de tan sólo dos pixels, manteniendo una gran confianza en la calidad de los resultados. Las observaciones del 29P indican que el período de rotación debe ser muy largo (probablemente más de 24 horas), mientras que los resultados indican un período de rotación del núcleo de 21P del orden de 8 horas. Una vez probada la técnica en estos casos hace falta su aplicación a unas curvas de luz de mayor duración y cobertura.

La técnica se ha aplicado a las observaciones fotométricas del C/1999 O1 (Hale-Bopp) realizadas en el telescopio IAC-80 durante el verano de 1996 y logra reproducir el período de luz conocido (11.34 horas) de este cometa con gran exactitud, aunque la similitud de este período a 12 horas no permite un muestreo completo de toda la curva de rotación en sólo 4 noches seguidas de observación. Sin embargo, posiblemente que esta sea la primera detección fotométrica directa de la rotación del núcleo del cometa Hale-Bopp que no depende de las propiedades morfológicas de la coma interna.

Este método implica un avance importante en los métodos de estudio de la rotación de los cometas y ofrece la posibilidad de medir el período de rotación de muchos cometas previamente no estudiados, con un alto nivel de confianza.

Astrometría

La observación astrométrica ha sido una contribución importante en este Proyecto durante el año. Este trabajo se ha manifestado de varias formas. En primer lugar se ha realizado una astrometría "tradicional" de objetos (cometas, asteroides normales, OTNs y NEOs) para mejorar el conocimiento de sus órbitas. M. Kidger, en colaboración con J. Parker y B. Marsden han recuperado varios OTNs en observaciones realizadas con el telescopio NOT. Sin embargo, dos intentos de recuperar los cuatro asteroides descubiertos en el OT en 1998 han fracasado, principalmente por falta de un instrumento con un campo lo suficientemente amplio.

S. Alonso ha desarrollado unas rutinas de reducción astrométrica de fácil aplicación que pueden usarse para reducir una amplia gama de datos observacionales a partir de una red de estrellas de GSC. Estas rutinas pueden utilizarse también con el USNO2.0 permitiendo una astrometría fiable en los campos de baja población de estrellas, sobre todo de los objetos más débiles como OTNs. La meta es poder realizar una reducción astrométrica automática de las observaciones de cometas, asteroides y otros cuerpos.

R. Casas ha mantenido un programa muy activo de observación de las aproximaciones de asteroides a estrellas. Con una técnica de observación CCD en varias épocas en torno a la máxima aproximación del asteroide ha podido desarrollar un método para calcular los parámetros de la aproximación (separación mínima, hora de máxima aproximación, etc.) con elevada precisión (milésimas de segundo de arco y décimas de segundo, respectivamente, en los casos más favorables). Varias decenas de aproximaciones han sido registradas en 1999. Si existe alguna posibilidad de registrar una ocultación de este tipo desde el OT se hace un gran esfuerzo para observar dicho fenómeno. Este empeño fue recompensado con la observación de una ocultación de 6,68 segundos de duración (casi central) el 15 de diciembre, cuando 814 Tauris ocultó la estrella HIP 9185. La ocultación pudo registrarse visualmente y en vídeo. La coincidencia entre estas observaciones y las estimaciones halladas a partir de las imágenes CCD de la aproximación y alejamiento del asteroide es buena hasta 0".001.

LEONIDAS (P11/99)

**L.R. Bellot Rubio.
M. Serra-Ricart, D. Martínez Delgado y
J.Jiménez Fuensalida.**

Colaboradores del IAC: S. Chueca.

J.L. Ortiz (IAA, Granada); R. Arlt (Astrophysikalisches Inst. Potsdam, Alemania).

Introducción

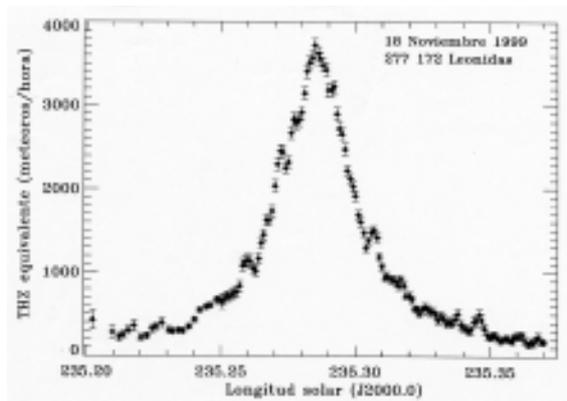
Las lluvias de meteoros ocurren cuando la Tierra atraviesa un filamento de partículas emitidas por el núcleo de un cometa al acercarse al Sol. El interés científico de las lluvias de meteoros es alto, ya que nos permiten estudiar las propiedades físicas de las partículas cometarias sin necesidad de enviar sondas espaciales. Por otro lado, los meteoroides se cuentan entre los cuerpos más pequeños de nuestro entorno, lo que los hace ideales para el estudio de las diversas fuerzas que actúan en el Sistema Solar. En la actualidad se conocen unas 50 lluvias, con actividades que no suelen superar los 100 meteoros por hora. Ocasionalmente, sin embargo, la actividad se eleva por encima de 1.000 meteoros por hora, se habla entonces de una tormenta. Las tormentas de meteoros son fenómenos que ocurren con muy poca frecuencia, unas 5 ó 6 veces por siglo. Sus propiedades se conocen muy mal, ya que es prácticamente imposible predecir cuándo ocurrirá una tormenta. Además, es un fenómeno breve observable sólo en regiones muy concretas de la Tierra. La última gran tormenta del siglo XX tuvo lugar en 1966, cuando la lluvia de las Leónidas produjo del orden de 100.000 meteoros por hora. A pesar de su gran espectacularidad, la caracterización de esta tormenta ha sido muy difícil por la falta de observaciones. De hecho, ninguna de las grandes tormentas del siglo XX ha sido observada con técnicas modernas.

El Proyecto Leónidas 1999 nació con el objetivo concreto de estudiar el retorno de la lluvia de las Leónidas en el año 1999. Se esperaba que la actividad alcanzara niveles de tormenta, lo que proporcionaba una oportunidad única para obtener los primeros datos rigurosos sobre una tormenta de meteoros. El proyecto comprendía dos vertientes: una científica y otra educativa.

El objetivo científico más importante era determinar la variación con el tiempo de la densidad de partículas dentro del filamento de materia atravesado por la Tierra el 18 de noviembre de 1999. Ello iba a permitir, entre otras cosas, estudiar la validez de los modelos numéricos que predecían la distribución de partículas

en las proximidades de la Tierra, y estimar el riesgo de impacto con satélites artificiales. Para conseguir este objetivo, se desarrolló un sistema intensificador de imagen con un campo de visión de 20° de diámetro y magnitud límite próxima a +8. Otro objetivo prioritario era la búsqueda de impactos de Leónidas en la zona no iluminada de la Luna, con el fin de estimar parámetros relevantes en la física de las colisiones de alta velocidad. Asimismo, se utilizó un segundo intensificador de imagen acoplado a un filtro de sodio para estudiar la abundancia de sodio en las partículas del enjambre de las Leónidas.

La gran espectacularidad de una tormenta de meteoros hizo posible desarrollar el primer proyecto de colaboración entre la comunidad educativa y la comunidad astrofísica en España. Se trata de una experiencia pionera a nivel mundial que ha conseguido la participación de 76 centros de Enseñanza Secundaria y unos 1.500 alumnos de todo el país. Estos alumnos recogieron datos de gran valor sobre la actividad de la lluvia siguiendo la metodología empleada por la Organización Internacional de Meteoros. El proyecto educativo propuesto por el IAC se articuló en torno a una Unidad Didáctica enviada a los centros participantes y a una página Web que sirvió de punto de contacto entre los alumnos y el IAC. Los datos recogidos en el marco de esta iniciativa constituyen el 65% de todos los datos disponibles a nivel mundial y permitirán, una vez tratados estadísticamente, realizar una tomografía del filamento de Leónidas que la Tierra atravesó en 1999.



Curva de actividad de las Leónidas en la noche del 17 al 18 de noviembre de 1999. Está basada en 277.172 meteoros registrados por 434 observadores visuales. Es el primer perfil de actividad completo que se obtiene para una tormenta de meteoros. La resolución temporal es de sólo 1.4 minutos. De acuerdo con los datos disponibles, el máximo ocurrió a las 02h 02m ± 2m TU, alcanzando niveles de 3700 ± 100 meteoros/hora. Esta curva confirma la gran exactitud del modelo propuesto por Asher y McNaught (1999), que predecía un máximo a las 02h 08m TU como consecuencia del encuentro de la Tierra con un filamento de materia generado por el cometa Tempel-Tuttle en 1899. Además del máximo principal, la Tierra atravesó al menos otros siete filamentos cuyo origen se desconoce.

Algunos resultados relevantes

Durante 1999 se ha puesto a punto un sistema intensificador de imagen construido íntegramente en el IAC. Este instrumento ha permitido obtener el primer perfil de actividad de una tormenta que se observa con técnicas modernas. Además, se ha descubierto un comportamiento anómalo en la distribución de masas de las partículas, que dista mucho de seguir una ley de potencias como es habitual. Este resultado permitirá mejorar los modelos numéricos de eyección de partículas y su posterior evolución orbital.

Descubrimiento de impactos de Leónidas en la Luna. Se trata de la primera detección del choque de meteoroides con nuestro satélite. A partir de los datos obtenidos se ha realizado la primera estimación experimental de la eficiencia luminosa en impactos de alta velocidad. La detección de impactos en la Luna abre un gran abanico de posibilidades para el estudio de fenómenos mal estudiados, como la distribución de masa de las partículas más grandes, la población de objetos masivos en las cercanías de la Tierra, etc.

Realización de la primera tomografía de un tubo de materia como los descubiertos por el satélite IRAS en la trayectoria de los cometas de corto periodo. Esta tomografía revela que el filamento de Leónidas encontrado por la Tierra en 1999 es muy inhomogéneo en su plano orbital.

Dentro del proyecto educativo, el grupo ha formado a unos 1.500 observadores visuales. El IAC se ha encargado de la recogida y procesamiento de los datos, aproximadamente el 65% de los disponibles a nivel mundial. El análisis de los registros fotográficos realizados el 18 de noviembre de 1999 permitirá deducir los elementos orbitales de las partículas cometarias y estudiar posibles variaciones con el tiempo, mejorando así los modelos numéricos de evolución orbital actualmente disponibles.

OPTICA ATMOSFERICA

CALIDAD ASTRONOMICA DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS (P1/89)

C. Muñoz-Tuñón.
A.M. Varela.

Colaboradores del IAC: T. Mahoney y A. García de Gurtubai (colaborador IAC).

J. Vernin (Univ. de Niza, Francia), Z. Benkhaldoun (Univ. de Marrakech, Marruecos), C. Packham (ING-La Palma), M. Sarazin (ESO, Chile).

Introducción

Siguiendo el objetivo fundamental de caracterizar la calidad astronómica de los Observatorios de Canarias se ha continuado tomando medidas de *seeing* en el emplazamiento que previamente se había seleccionado para el Gran Telescopio Canarias (GTC). La campaña de prospección de sitio para esta selección comenzó a finales de 1995 y concluyó en diciembre de 1996. Esto supone una base de datos de *seeing* de unos cuatro años en un mismo emplazamiento y de más de cinco años en el ORM.

El comienzo de la obra civil del telescopio GTC, en octubre de 1999, obligó a desmontar los equipos: torre del DIMM y DIMM, caseta (de equipos de control) y estación meteorológica automática (AWS).

Estos equipos se encuentran actualmente almacenados en un lugar próximo a la oficina del IAC en el ORM hasta su próxima instalación en un nuevo lugar para realizar una campaña de medidas de *seeing* y meteorológicas en la Degollada del Hoyo Verde (perteneciente al Municipio de Puntagorda), al Suroeste del ORM.

En este sentido se iniciaron en julio de 1999 los trámites pertinentes para la solicitud de permisos para esta instalación, entre ellos, un permiso de ocupación y un informe sobre su posible impacto ambiental.

Hasta conseguir un permiso definitivo (plazo estimado: primavera del 2000), se seguirán realizando las medidas en el Sitio 1 (es decir, en el segundo lugar preseleccionado para el telescopio GTC). Dada la homogeneidad de calidad de imagen en toda el área del ORM (C. Muñoz-Tuñón, A.M. Varela y T. Mahoney, 1998, *New Astronomy Reviews* 42), estos datos podrán ser representativos de la calidad óptica en el ORM, y podrán ser incluidos en el estudio climatológico del *seeing*. Esta campaña comenzó en la penúltima semana de noviembre de 1999.

Algunos resultados relevantes

Del estudio de la calidad de imagen en el enclave seleccionado para la ubicación del telescopio GTC, se encuentran valores medios y medianas típicos del *seeing* de 0.78" y 0.68"; en un 35% de los casos es mejor que 0.6", y en un 82% es mejor que 1". El mejor *seeing* medido es 0.17".

Es notoria una dependencia estacional, las mejores condiciones de *seeing* aparecen en general durante el verano, que corresponde con la aparición de una capa de inversión bien definida debido a la predominante presencia de los vientos Alisios. Los resultados están en concordancia con los obtenidos en anteriores campañas y están entre los mejores resultados obtenidos hasta el momento en un Observatorio Astronómico.

El tiempo útil de observación durante 1999 fue del 85%, y el resto de horas perdidas están fundamentalmente asociadas, en orden de importancia, a la elevada humedad relativa, presencia de nubes y vientos superiores a 15 m/s.

En la línea de resultados anteriormente publicados por el grupo (C. Muñoz-Tuñón, J. Vernin y A. M. Varela, 1987, *Astronomy & Astrophysics*, 125, 183), estos datos confirman al ORM entre uno de los mejores enclaves astronómicos junto con los Obs. de Paranal y La Silla (Chile) y el Obs. Mauna Kea (Hawai, EEUU) e incluso con valores ligeramente mejores en lo que se refiere a calidad de imagen comparando con aquellos de los que se dispone de estadísticas de *seeing*.

Se ha elaborado una base de datos de cinco años consecutivos de *seeing* meteorología en el ORM, datos que permitirán confirmar algunas hipótesis formuladas respecto a las condiciones climáticas que afectan al *seeing*, en especial, su dependencia con los diferentes regímenes de viento (T. Mahoney, C. Muñoz-Tuñón y A. Varela, 1998, *New Astronomy Reviews* 42). Esto supondría tener una herramienta muy poderosa para la predicción del *seeing* que se podría incorporar en los proyectos de *planificación flexible* para la observación en los telescopios del ORM.

Se ha rescatado una base de datos meteorológicos del OT, coincidente con un período de 14 meses de campaña de *seeing* en el mismo, y cedida por el Instituto Nacional de Meteorología. Los resultados de la estadística de *seeing* nocturno revelan valores inferiores a 1.2 segundos de arco en un 80% de los casos. Estos porcentajes se verían incrementados si despreciáramos el efecto de la capa superficial de la atmósfera en las medidas de *seeing* (el DIMM estaba situado a nivel del suelo).

A.M. Varela, C. Muñoz-Tuñón y T. Mahoney, 1999, *Astrophysics & Space Science*, 263, 373.

Evolución del Proyecto

Las metas del Proyecto son:

1.- Continuar la caracterización de la atmósfera en los Observatorios de Canarias.

2.- Difundir los resultados obtenidos para que la calidad astronómica de los Observatorios de Canarias sea muy bien valorada en la comunidad científica y en la sociedad española.

Se han llevado a cabo las siguientes actuaciones:

1.1.- Programa continuado de prospección de sitio en el ORM.

1.2.- Análisis de resultados.

1.3.- Colaboración con grupos de expertos, dentro y fuera de las instituciones usuarias de los Observatorios de Canarias.

2.1.- Difusión de resultados en un foro especializado.

2.2.- Difusión de resultados al público en general.

Acciones

1.- En febrero de 1999 se participó en una campaña de medidas de *seeing* en colaboración con el grupo de Alta Resolución Espacial del IAC dirigido por J. Jiménez Fuensalida y con el Dpto. de Astronomía de la Univ. de Niza (Francia), bajo la dirección de J. Vernin. Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto de la Comunidad Europea sobre la caracterización de la atmósfera en el OT para la creación de estrellas artificiales o Laser Guide Stars (LGS) experimentalmente. Para ello se midió simultáneamente el perfil vertical de turbulencia atmosférica (SCIDAR en el telescopio TCS) y la distribución y densidad de los componentes alcalinos de la mesosfera. Para ello se solicitó tiempo de observación en los telescopios TCS e IAC-80 en el OT, en coordinación con el equipo de investigadores de Niza.

2.- Se ha preparado un trabajo sobre meteorología y *seeing* en el OT que será publicado próximamente.

3.- Reducción y análisis de los datos de *seeing* obtenidos durante el año.

4.- Se ha iniciado el estudio de las condiciones climáticas que afectan al *seeing* en el ORM, para lo

que se ha completado la muestra de datos de meteorología del grupo con los datos del telescopio NOT (en aquellos casos en los que la estación meteorológica del IAC no estaba operativa). De estos resultados se desvela preliminarmente una fuerte correlación entre el *seeing* y la dirección del viento bajo determinados intervalos de velocidad.

5.- Se ha realizado una exhaustiva estadística semanal, mensual y anual del *seeing* y meteorología de los últimos años. Se han estudiado también los comportamientos estacionales de las variables meteorológicas a lo largo de estos años.

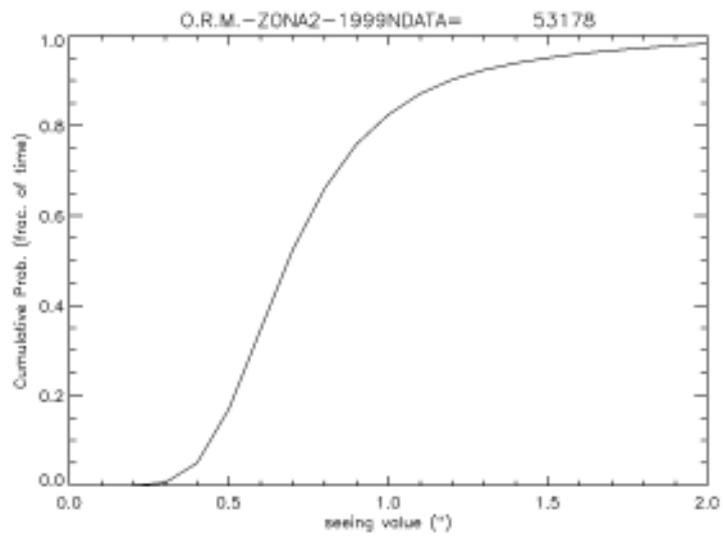
6.- En verano de 1999, el grupo realizó una campaña de calibración cruzada de los diferentes monitores de *seeing* instalados en el ORM. En esta campaña se tomaron medidas en el Sitio 2 con tres monitores de *seeing*: el DA/IAC DIMM y dos monitores fabricados por LHESA Electronic, una propiedad de GTC (GRANTECAN, S.A.) y otro perteneciente al grupo británico del ING. Esta campaña se realizó bajo una colaboración del IAC y el ING.

7.- Se ha continuado colaborando con grupos de expertos dentro y fuera de las instituciones usuarias de los Observatorios de Canarias.

8.- Se ha proseguido en la línea de difusión de resultados, favoreciendo el acercamiento a otros centros de investigación y al público en general sobre la caracterización y resultados en el estudio de la calidad astronómica de nuestro cielo. Esto se ha realizado a través de conferencias en Centros Educativos y otros foros; impartiendo un curso sobre "la Astronomía en Canarias", dentro de un programa especial para mayores de 50 años organizado por el Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Univ. de La Laguna; participando en algunos programas de televisión sobre "el Cielo de Canarias" y a través de la actualización y mantenimiento de la página Web de Calidad del Cielo.

9.- Se ha comenzado el diseño de un folleto que trata de exponer a nivel divulgativo y científico todos estos trabajos, con el propósito de dar a conocer, al público en general y a la comunidad científica en particular, la excelencia de los Observatorios de Canarias.

Bajo el título "*Canarias, un lugar privilegiado para la Observación Astronómica*" se puede acceder a esta página, bien desde: <http://www.iac.es/project/sitesting/site.html>, o desde la página principal del Proyecto: [http://www.iac.es/folleto/research/en1\\$_89.html](http://www.iac.es/folleto/research/en1$_89.html), donde se encontrará lo que se está haciendo y así como temas relevantes de otros grupos.



Frecuencia acumulada de los valores del seeing obtenidos en el emplazamiento del telescopio GTC durante 1999. El eje de ordenadas indica la frecuencia relativa con la que se obtiene un determinado valor del seeing indicado en el eje de abscisas.



Lugar propuesto para la realización de una nueva campaña de medidas de seeing y meteorológicas. Este enclave, en la Degollada del Hoyo Verde, linda por el Suroeste con el ORM (véase a la izquierda la antena de telefónica).

ALTA RESOLUCION ESPACIAL

DESARROLLO DE SISTEMAS DE IMAGEN DE ALTA RESOLUCION (P35/86)

J. Jiménez Fuensalida.
S. Chueca y J.M. Rodríguez Ramos.

Colaboradores del IAC: C. Muñoz-Tuñón, M. Reyes y A. García.

J. Vernin (Univ. de Niza, Francia); R. Foy (Obs. de Lyon, Francia); C. Dainty (Imperial College, Reino Unido); N. Hubin (ESO, Alemania).

Introducción

La obtención del máximo rendimiento de los nuevos proyectos de grandes telescopios de la clase 8 y 10 m (entre los que se encuentra el Gran Telescopio Canarias, GTC), y en gran medida su justificación observacional, reside en lograr aprovechar sus máximas posibilidades de resolución espacial. Como es bien sabido, el aumento del tamaño de la pupila de entrada de un telescopio conlleva no solamente un beneficio en la magnitud límite, sino también en la capacidad para discernir detalles de la estructura espacial, es decir, una mejora en la resolución espacial. Téngase en cuenta que hacer 10 veces mayor la apertura de un telescopio supone que la resolución espacial (límite de difracción) mejora por un factor 10, mucho mayor que la obtenida en magnitud límite considerando sólo su área colectora. Esta faceta, sin embargo, ha quedado inutilizada hasta la actualidad debido a la degradación de las imágenes producida por la turbulencia atmosférica de la Tierra. Tradicionalmente, la resolución espacial de los telescopios ha quedado reducida a algo menos de 1 segundo de arco en los mejores observatorios y este comportamiento se ha convertido en el parámetro más importante de calidad de los mismos.

Aunque las primeras ideas para soslayar la limitación impuesta por nuestra atmósfera sobre los telescopios terrestres datan de hace un par de décadas, no ha sido sino en los últimos años cuando se han logrado éxitos usando sistemas basados en óptica adaptativa. Estos sistemas corrigen las deformaciones del frente de onda producidas por la turbulencia atmosférica, utilizando la detección de las perturbaciones sobre el haz de una estrella puntual suficientemente brillante y cercana al objeto. Todos los proyectos de grandes telescopios incorporan la disponibilidad de diversos sistemas de este tipo. Utilizando un sistema de óptica adaptativa funcionando en condiciones óptimas para un telescopio de 10 m se obtendrían imágenes con resolución espacial 4 veces mejor que con el Telescopio Espacial: podría lograrse

discernir-atendiendo exclusivamente a su capacidad resolutoria y no a otros aspectos como el de señal o contaminación- por ejemplo, no solamente un posible planeta tipo Júpiter alrededor de cualquiera de las componentes de α -Centauri, sino también un posible satélite tipo Calixto.

Sin embargo, es relativamente poco frecuente encontrar una estrella con suficiente brillo y cercanía al objeto de interés, en cuyo caso los sistemas de óptica adaptativa pierden absolutamente todo su potencial. Para eludir este problema se ha propuesto la generación de fuentes artificiales producidas por la propia atmósfera terrestre al ser estimulada por la emisión de un láser desde la superficie de la Tierra; estos sistemas se llaman *Estrellas Láser de Guiado* (Laser Guide Star, LGS) y en todos los nuevos proyectos de grandes telescopios está prevista su instalación. Un láser con suficiente potencia y sintonizado en la longitud de onda deseada se lanza para estimular la emisión de las capas altas de la atmósfera, por encima de la turbulencia, en una zona cercana a la línea de visión del objeto de interés. La detección de esta emisión sirve de *testigo* de la acción de la turbulencia y puede ser utilizada para la corrección del frente de onda procedente del objeto con el sistema de óptica adaptativa correspondiente.

Hay que hacer notar que el número de experimentos capaces de generar una LGS en la comunidad astronómica es muy reducido y, por supuesto, ninguno disponible en grandes telescopios. Las facilidades disponibles en el telescopio de la OGS del OT proporcionan una ocasión inmejorable para trabajar experimentalmente en este campo con muy pocas inversiones.

LGS para grandes telescopios

Los sistemas de LGS presentan algunos problemas todavía sin solución. La inclinación global del frente de onda no queda determinado por la emisión de una LGS *monocromática*, por ejemplo, utilizando los átomos de sodio presentes en la mesosfera. Una propuesta para evitar esta limitación es el uso de la emisión estimulada de átomos de varios elementos simultáneamente en la mesosfera. Para estudiar la viabilidad de esta solución es fundamental conocer los perfiles de distribución y densidades de los componentes de la mesosfera.

Los sistemas de LGS para telescopios mayores que 5 m presentan algunos problemas específicos todavía en estudio. Para pupilas de entrada tan grandes el efecto cono es considerablemente importante incluso para LGS producidas en la mesosfera. La producción de un *array* de LGS soslayaría este efecto aunque implicaría utilizar sensores de frente de onda de campo grande.

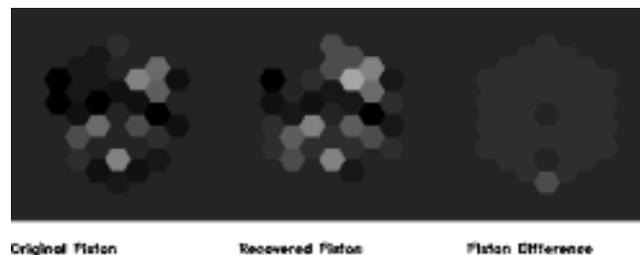
Algunos resultados relevantes

Alineamiento de espejos segmentados

Hace ya tres años, el grupo propuso un método novedoso para lograr el alineamiento de los elementos de un espejo segmentado (J.M. Rodríguez-Ramos & J.J. Fuensalida, 1997 *Proc. SPIE*, vol. 3126 p. 441; J.M. Rodríguez-Ramos & J.J. Fuensalida, 1997 *Proc. SPIE*, vol. 2871 p. 613; J.M. Rodríguez-Ramos & J.J. Fuensalida, 1997 *NATO Advanced Study Institute on High Angular Resolution in Astrophysics*). Este sistema era un acercamiento a la solución de poner en fase un espejo segmentado utilizando un sensor de curvatura. En los últimos meses de 1999, apoyados con un contrato de GTC (Gran Telescopio Canarias S.A.), se diseñó un nuevo esquema para la solución de este problema mucho más eficaz y preciso. Aunque basado en la misma idea principal, este nuevo sistema necesita

la información de la laplaciana del frente de onda, proporcionada por un sensor de curvatura, y el gradiente del frente de onda perturbado por la turbulencia atmosférica, proporcionado por un sensor de Shack-Hartmann. Funcionando ambos sensores simultáneamente podrían detectar los errores de pistón y de inclinación (*tilt*) de los segmentos. En la Figura 1, se muestra el resultado numérico de la medida de una distribución de errores de pistón sobre un espejo segmentado similar al del telescopio GTC. El mapa de la izquierda corresponde a la disposición original del espejo con errores de pistón de 52 nm rms, el central muestra el resultado de la medida con el sistema y el de la derecha representa los errores residuales de 6 nm rms (la escala de colores es la misma en los 3 mapas).

Figura 1



Medida de una distribución de errores de pistón en un espejo segmentado como el de el telescopio GTC. Los mapas de color representan la magnitud del desplazamiento de cada segmento. El color de fondo indica el nivel cero, a partir del cual, cuanto más brillantes indican desplazamiento del elemento más arriba mientras que cuanto más oscuros representan desplazamientos más abajo. La parte izquierda corresponde a la distribución original con 52 nm rms, la central es la medida y la derecha es la disposición de los errores residuales con desviación de 6 nm rms.

Método de detección del espectro telúrico por diferenciación del espectro solar (DET_xDES)

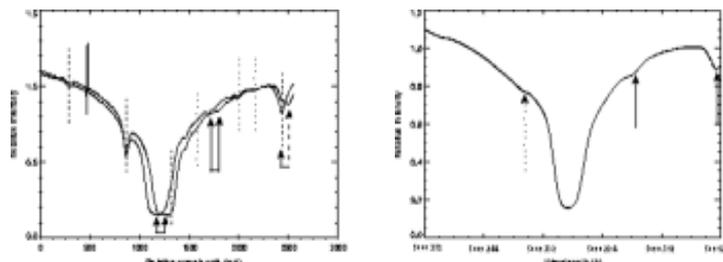
Durante el año se ha optimizado este método, analizadas las limitaciones con simulaciones numéricas y obtenido los primeros resultados experimentales con observaciones realizadas en el OT. Consiste en la detección del espectro telúrico por diferenciación del espectro solar (DET_xDES), logrando previamente descontaminar los espectros solares de las líneas telúricas. La línea D₂ del sodio solar, por ejemplo, está fuertemente contaminada

por líneas telúricas, tanto de agua como de sodio, lo que dificulta definitivamente su estudio en el marco de la física solar y, por tanto, la extracción del espectro telúrico. Por una parte, este método podría utilizarse para limpiar el espectro solar y estudiarlo en el marco de la Física Solar y, por otra, se lograría el espectro atmosférico. Con esta herramienta se debería poder hacer un seguimiento diurno de la abundancia del sodio en la atmósfera.

MEMORIA
1999 IAC

72

Figura 2



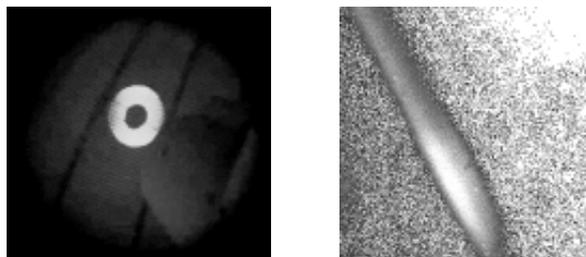
Espectro solar centrado en la línea D₂ del sodio. En la figura izquierda mostramos 2 espectros solares desplazados por Doppler, donde las líneas discontinuas indican líneas de la atmósfera terrestre y las flechas líneas solares. El gráfico derecho es el espectro solar limpio de líneas telúricas, donde las flechas continuas indican líneas solares identificadas y la discontinua una característica no identificada con certeza.

Lanzamiento de láser de potasio con la OGS

La capacidad para lanzar y controlar un láser sintonizable y enfocarlo en diferentes alturas de la atmósfera es una de las herramientas fundamentales para lograr gran parte de los objetivos del Proyecto. Esto es básico, tanto para la caracterización de la concentración y altura de las capas de alcalinos en la mesosfera, como para estudiar los efectos de contaminación luminosa sobre los propios observatorios y, por supuesto, también para

posteriores experimentos de LGS. Durante 1999 se ha establecido la óptica necesaria, aprovechando la infraestructura de láser de potencia del telescopio de la OGS, para lanzar un haz láser sintonizado en 0.77 micras. Se han iniciado las primeras pruebas de lanzamiento y detección. En la Figura 3, se muestra el haz proyectado sobre el interior de la cúpula y en una capa de nubes a 6 km de altura aproximadamente.

Figura 3



Proyección del haz de láser sintonizado en 0.77 micras sobre el interior de la cúpula de la OGS (izquierda) y sobre una capa de nubes a 6 km de altura aproximadamente (derecha). En la parte inferior derecha de la primera imagen se vislumbra la silueta del tubo del telescopio que lanza el haz. La imagen derecha se ha detectado con la cámara CCD (1024x1024) con 1 min. de tiempo de exposición en el telescopio IAC-80.

Evolución del Proyecto

Caracterización de las capas de alcalinos en la mesosfera

Se ha señalado en los apartados anteriores la importancia de conocer la variación de la concentración y altura de las capas de sodio en la mesosfera para la optimización de los sistemas LGS en los observatorios. Se han tratado varios aspectos en relación con este objetivo: el desarrollo de técnicas y procedimientos para hacer un seguimiento de la abundancia de sodio tanto diurno como nocturno.

Para detectar el sodio telúrico durante el día, se ha desarrollado un nuevo método que utiliza espectros solares de alta resolución espectral. Su aplicación, además de obtener el espectro telúrico, proporciona un espectro solar limpio de contaminación por líneas espectrales de la atmósfera terrestre. La ventaja de este método estriba en que no precisa de ninguna suposición teórica sobre la forma de la línea solar. A lo largo de 1999, se ha optimizado el método, analizado las limitaciones con simulaciones numéricas y obtenido los primeros resultados experimentales con observaciones realizadas con los telescopios solares VTT y GCT del OT (S. Chueca & J.J. Fuensalida, *Astronomy & Astrophysics*). En la Figura 2 (sección anterior) se muestra un ejemplo de espectro solar limpio de líneas terrestres (derecha) a partir de los espectros observados (izquierda).

Se han tanteado varias vías para la detección nocturna del sodio atmosférico terrestre. Entre ellas, se ha probado la viabilidad de utilizar espectros de alta resolución de estrellas de tipo A y B. En este marco, se han realizado observaciones puntuales con los telescopios NOT (ORM) y NTT (Chile), a modo de ensayo de las limitaciones del procedimiento. La ventaja de hacer viable esta vía proviene de la posibilidad de utilizar los bancos de datos de los telescopios para lograr registros temporales a largo plazo de las variaciones de sodio en los observatorios.

El origen de la existencia de alcalinos en la mesosfera no se conoce muy bien. La explicación más aceptada es que estos materiales proceden de los meteoritos. Aprovechando la lluvia de las Leónidas de noviembre se intentó medir el efecto de estos meteoritos en la abundancia de sodio. El pertinaz mal tiempo en el OT durante todo el mes de noviembre limitó drásticamente los posibles resultados. Sin embargo, se ha comprobado la viabilidad del estudio de la tasa de sodio agregado por los meteoritos en relación con el número de eventos producidos. Esta línea de trabajo tendrá continuidad en las próximas "lluvias de estrellas".

Uno de los mayores esfuerzos se han destinado a la preparación y puesta a punto de la emisión de láser capaz de generar una emisión por "scattering" resonante en la mesosfera. Se ha establecido la óptica necesaria, aprovechando la infraestructura de láser de potencia de la OGS, para lanzar un haz láser sintonizado en 0.77 micras. En la Figura 3, se

muestra el haz proyectado sobre el interior de la cúpula y la dispersión producida por una capa de nubes a 6 km de altura aproximadamente.

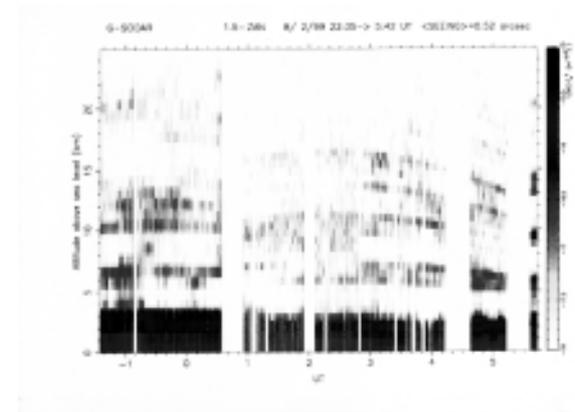
Contaminación luminosa producida por láser

Uno de los efectos indeseables del uso de láseres de cierta potencia para provocar la emisión en la mesosfera es la posible contaminación en los telescopios cercanos por dispersión en la baja atmósfera. Aunque no parece que la influencia sea determinante para el uso óptimo de los telescopios, la magnitud de este efecto dependerá de las partículas en la atmósfera.

Se han obtenido las primeras medidas del haz ascendente producido por "scattering" Rayleigh en el OT. Inicialmente, las medidas fueron realizadas en julio aprovechando el LIDAR de el IAP (Kühlungsborn) temporalmente instalado en el OT, emitiendo en 0.77 micras. Recientemente, se han realizado las primeras pruebas utilizando el sistema desarrollado por el IAC en función de la infraestructura instalada en la OGS. Aunque estas medidas han sido puntuales, han servido para establecer un procedimiento preliminar de observación sistemática que se llevará cabo en los próximos meses.

Se ha constatado que, efectivamente, la polución por dispersión es detectable, al menos en direcciones de observación que intercepten el haz del láser. Esta contaminación depende de la composición de aerosoles, aunque se desconoce todavía en qué grado ni la distribución espacial. Se han registrado aumentos de la dispersión en noches sucesivas que coinciden con un aumento de polvo en suspensión. Paralelamente, el grupo está interesado en estudiar estadísticamente el comportamiento de los episodios de polvo procedentes del Sáhara en los Observatorios de Canarias.

Figura 4



Evolución de la distribución de $C_n^2(h)$ durante la noche del 8 de febrero de 1999, medido con el telescopio TCS en el OT. El seeing promedio es de 0.52 seg-arc.

Alineamiento de elementos de un espejo segmentado

En los últimos meses, apoyados con un contrato de GTC (GRANTECAN, S.A.), se ha diseñado un nuevo esquema para la solución del problema producido por errores de alineamiento de los elementos de un espejo segmentado, mucho más eficaz y preciso del que se propuso hace tres años. Aunque basado en la misma idea principal, este nuevo sistema necesita la información de la laplaciana del frente de onda, proporcionada por un sensor de curvatura, y el gradiente del frente de onda perturbado por la turbulencia atmosférica, proporcionado por un sensor de Shack-Hartmann. Funcionando ambos sensores simultáneamente podrían detectar los errores de pistón y de inclinación (*tilt*) de los segmentos.

Medidas del perfil vertical de turbulencia

Se han obtenido las primeras medidas del perfil vertical de turbulencia en el OT. Para ello se ha utilizado el SCIDAR de la Univ. de Niza (Francia) instalado en el telescopio TCS. Aunque se está en proceso de reducción detallada de los datos, los primeros resultados muestran la viabilidad de usar este telescopio para un seguimiento de la turbulencia con esta técnica. Como ejemplo de los resultados de la campaña, se muestra en la Figura 4 la evolución de la distribución de la turbulencia a lo largo de la noche del 8 de febrero. Estas campañas se repetirán en los próximos años.

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE TELESCOPIOS

TELESCOPIOS NOCTURNOS (TTNN) (P9/96)

F. Garzón.

M. López-Corredoira, X. Delfosse, A. Oscoz,
M.R. Zapatero Osorio, D. de Winter, J. Calvo, E.
Cadavid, M. Aguiar, L. Peraza, A. García y M.
Verde Pontejo.

**Colaboradores del IAC: Asistentes nocturnos,
Mantenimiento del OT, Mantenimiento
Instrumental, Delineación Técnica, Taller de
Mecánica y Taller de Electrónica.**

Introducción

En la moderna Astrofísica en general, y en el IAC en particular por su clara vocación observacional, el mantenimiento de unas instalaciones telescópicas de calidad es un objetivo fundamental de su labor. De un lado permite a sus investigadores contar con potentes instrumentos de investigación, y por otro se ofrece el uso de dichos instrumentos a la comunidad nacional e internacional, gestionando además este acceso. Con ello el IAC se coloca entre los pocos centros de investigación nacionales e internacionales que cuentan con grandes facilidades de investigación para uso general.

Este Proyecto tiene, por tanto, como objetivo el mantenimiento y potenciación de los telescopios nocturnos (TTNN) del OT, constituidos actualmente por los telescopios TCS, de 1.5 m, y el IAC-80, de 0.8 m. En un futuro inmediato se incorporará la OGS, 1 m, a este grupo de telescopios.

Algunos resultados relevantes

- Incorporación de nuevas páginas de información al sitio Web de los TTNN (<http://www.iac.es/telescopos/ten.html>).
- Continúan los programas de mejora instrumental en el telescopio TCS, cuyo hito más importante ha sido la instalación de nueva electrónica de control de detector y mecanismos en la cámara IR CAIN.
- Continúa consolidándose el grupo TTNN con la incorporación del quinto astrónomo de soporte y la asunción de responsabilidades en un tercer telescopio: la OGS.
- Continúan los programas de mejora instrumental en el telescopio TCS, cuyo hito más importante ha sido la instalación de la óptica en la cámara IR CAIN.
- Mejoras sustanciales en la lógica de control de FOVIA, el sistema de adquisición y guiado de los TTNN, consistentes en incorporar la búsqueda automática de la estrella guía, del catálogo GSC, y la posibilidad ahora de definir 4 posiciones de

guiado para el telescopio TCS, lo que permite una correcta calibración del detector de CAIN, que cuenta con 4 cuadrantes semi-independientes.

Evolución del Proyecto

Se ha continuado la presencia permanente de algún miembro del grupo de soporte en el OT para servir de apoyo a la observación nocturna y actuar como enlace entre el astrónomo y el IAC. Esto supone un importante avance, que debe mantenerse en el futuro. La página Web de los TTNN ha incorporado gran cantidad de nueva información.

También continuó el programa de desarrollo instrumental en los TTNN, que pretende por un lado poner al día la instrumentación, y por otro aumentar las tareas de control de los instrumentos y telescopios con vistas a sistematizar su uso y acceder a formas de observación automáticas. Estas últimas mejoras se describen a continuación.

Instrumentación

Se ha instalado y probado con éxito la nueva electrónica de control de detector y mecanismos de la cámara CAIN (Proyecto Cámara IR). Con esta puesta en funcionamiento puede darse por finalizada la adaptación de la cámara. La nueva electrónica se instaló en plazo, junio de 1999, y desde entonces funciona adecuadamente. Los resultados más relevantes en cuanto a prestaciones se describen en el proyecto específico de dicho instrumento.

Software

Se ha adaptado el software de control de CAIN a la nueva electrónica, y ahora es más potente y fiable. El lenguaje de macros que permite automatizar la observación ha continuado mejorándose según las necesidades de los usuarios.

Modificaciones en CONTROL

Se han incluido dos nuevas posiciones de autoguiado, con cambio automático entre ellas. Esto permite una correcta calibración de CAIN. Además, se ha mejorado la lógica de comunicaciones entre FOVIA, CONTROL y CAIN. En particular, se ha trabajado sobre el cambio automático del foco del telescopio cuando se cambian los filtros de CAIN.

Modificaciones en FOVIA

Se ha incorporado el catálogo GSC a FOVIA, que ahora puede efectuar la selección de la estrella de guiado automáticamente.

Telescopio IAC-80. Se ha comenzado el estudio para la motorización del secundario. Se ha sistematizado el alineado del telescopio, lo que se realiza ahora cada dos meses.

Telescopio TCS. El estudio de viabilidad de la nueva caja de A&G está prácticamente finalizado a falta de unas pruebas. Esta nueva caja contendrá a la vez el CVF y CAIN. Esto significará que se podrá observar con ellos en una misma noche, ya que no será necesario cambiar de caja de A&G, como ocurre en la actualidad.

Se ha continuado con el programa de mejoras en el motor de declinación. Se instalaron nuevos soportes para los codificadores de A.R. que facilitan su ajuste y puesta a punto en caso de avería.

Se ha construido y probado una interfase mecánica para la colocación del Fabry-Perot IR en la cámara CAIN. Dicho filtro se probó satisfactoriamente en el mes de octubre. Se espera continuar con las pruebas que permitan su instalación como facilidad de uso común en el año 2000.

Se diseñó un cierre óptico para la caja de A&G del telescopio IAC-80 que está a falta de detallar la fijación a la estructura.

Se ha realizado un nuevo programa de usuario en JAVA que permite enviar comandos a CONTROL desde cualquier estación SUN mediante un servidor de telescopio utilizando la tecnología CORBA. Este programa está en fase de pruebas.

SISTEMA DINAMICO Y CONFIGURABLE PARA EL CONTROL Y LA MONITORIZACION DE EXPERIMENTOS REMOTOS (DYNACORE) (410598)

M. Serra-Ricart.

J. Burgos Martín, O. Fuentes, F. Cabrera y J. Iglesias.

TCP Sistemas e Ingeniería (TCP, España); Univ. Politécnica de Madrid (GTI-UPM, España); Nordic Optical Telescope Scientific Association (NOTSA, Suecia); Obs. de Trieste (OAT, Italia); Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA, España); Univ. Louis Pasteur Strasbourg (ULP, Francia); Univ. de Utrecht (UU, Países Bajos); Forschungszentrum Juelich GmbH (FZJ, Alemania).

Introducción

DYNACORE es un Proyecto englobado en el IV Programa Marco de I + D de la Unión Europea, dentro del programa específico de Aplicaciones Telemáticas. Constituye la continuación de REMOT (ver Memoria 1998) y se ha construido a partir de los resultados obtenidos en dicho Proyecto.

El equipo integrante del Proyecto está formado por tres grupos: uno representa a la comunidad astronómica, otro a la comunidad de Física de Plasma y otro está formado por instituciones especializadas en comunicaciones.

El objetivo del Proyecto es construir una aplicación que permita a los científicos acceder remotamente a experimentos de igual manera que si lo hicieran localmente, permitiéndoles controlar y monitorizar los sistemas en tiempo real, y acceder a la información, frecuentemente multimedia, con la suficiente rapidez para permitirles actuar y tomar decisiones también en tiempo real.

Existen dos prototipos, uno para la comunidad astronómica y otro para la comunidad de Física de Plasma, que permiten a usuarios reales de las dos comunidades validar el concepto de teleoperar facilidades remotas en sus respectivos campos.

El IAC participa en las tareas de validación y explotación.

Algunos resultados relevantes

- Noviembre: elaboración del Documento de Validación de Requerimientos para el prototipo ASTRO I. Días 15 y 16 de noviembre: Reunión técnica para el prototipo ASTRO II en Madrid. Presentación del Documento de Validación de Requerimientos escrito por el IAC.

Evolución del Proyecto

Durante los meses de septiembre y octubre, el Centro de Cálculo realizó la instalación del prototipo ASTRO I en el IAC. A continuación, se procedió a la validación del mismo hasta principios de noviembre, evaluando el grado de cumplimiento y la necesidad de cada uno de los requerimientos contenidos en el Documento de Especificación de Requerimientos. Con los resultados obtenidos se elaboró el Documento de Validación de Requerimientos que se presentó en la reunión de Madrid.

El Documento de Validación de Requerimientos hace análisis del cumplimiento del prototipo ASTRO I de los requerimientos acordados.

Una próxima validación final de un segundo prototipo, con la colaboración en las tareas de evaluación y conclusiones, así como la posible preparación de un plan de explotación de los resultados, cerrarán el Proyecto.

INSTRUMENTACION OPTICA

ESPECTROGRAFO DE ALTA RESOLUCION IACUB (P2/91)

R.J. García López.
R. Rebolo, G. Gómez Velarde y J.C. Vega.

Colaboradores del IAC: J.L. Rasilla Piñeiro y B. García Lorenzo.

E. Barnnett (Obs. Armagh, Irlanda del Norte); B. Bates (Queen's Univ. de Belfast, Irlanda del Norte).

Introducción

El espectrógrafo de alta resolución IACUB se encuentra instalado como instrumento de uso común en el telescopio NOT durante tiempo CAT. Es fruto de una colaboración entre el IAC y la Queen's Univ. de Belfast, y su funcionamiento es responsabilidad del IAC desde 1991. Durante estos años se han realizado diversas mejoras en el mismo, y se le ha dotado de los soportes técnico y de operación necesarios para convertirlo en un instrumento competitivo en el ORM.

Algunos resultados relevantes

En 1999 IACUB ha proporcionado servicio durante cuatro campañas de observación correspondientes a tiempo CAT, en las que han estado involucrados fundamentalmente investigadores del IAC y del Inst. de Astrofísica de Postdam.

Evolución del Proyecto

Se ha llevado a cabo de forma rutinaria el montaje de IACUB en el telescopio NOT por parte de Mantenimiento Instrumental, así como las labores de soporte de las observaciones.

Se ha procedido a la compra de un nuevo ordenador de control de la cámara CCD, que sustituye al anterior, que había quedado obsoleto.

Se ha instalado una nueva versión de sistema operativo en la estación de trabajo que controla el instrumento y las observaciones, y se han efectuado todas las actualizaciones de software necesarias para evitar el "efecto 2000".

Se ha hecho mantenimiento general de los diversos componentes.

INTEGRAL: UN SISTEMA DE ESPECTROSCOPIA BIDIMENSIONAL PARA WYFFOS (P12/94)

S. Arribas.
E. Mediavilla.

Colaboradores del IAC: B. García, C. del Burgo, L. Cavaller, A. García, J.M. Herreros, N. Sosa, Taller de Mecánica, Taller de Electrónica y Delineación Técnica.

Evolución del Proyecto

Este proyecto, creado en 1994, ha sido una colaboración entre el Royal Greenwich Observatory (Reino Unido) y el IAC, siendo su objetivo el desarrollo de un sistema de espectroscopía bidimensional con fibras ópticas para el telescopio WHT del ORM. Representa el modelo más avanzado de los realizados por el IAC para este fin, superando, por tanto, limitaciones de los sistemas experimentales HEXAFLEX y 2d-FIS.

INTEGRAL está en régimen de uso común desde 1998 y forma parte de la instrumentación estándar de dicho telescopio. Durante 1999 se ha solicitado tiempo de observación (al CAT y PAT) para más de 20 programas, y ha estado instalado en el telescopio para llevar a cabo 8 periodos de observación.

En este momento el "Isaac Newton Group" está encargado de su mantenimiento y se puede considerar que se encuentra operativo sin necesidad de apoyo específico por parte del IAC, lo que da por concluido formalmente este Proyecto.

Tareas que pueden implicar nuevos desarrollos instrumentales (entre ellos mejoras para INTEGRAL) quedarán incluidas en el Proyecto P4/94, que cuenta con la reciente aprobación de un proyecto de financiación externa.

OSIRIS: OPTICAL SYSTEM FOR IMAGING AND LOW-RESOLUTION INTEGRATED SPECTROSCOPY PARA EL GTC (311798)

**J. Cepa Nogué,
M. Aguiar, V. G. Escalera, E. Joven, L. Peraza,
J.L. Rasilla, L.F. Rodríguez.**

C. Militello (ULL, España); F. Cobos, J. González, B. Sánchez, C. Tejada (IA-UNAM, México); I.K. Baldry, J. Bland-Hawthorn, J.G. Robertson, K. Taylor (AAO, Australia).

Introducción

OSIRIS es un instrumento diseñado para obtener imágenes y espectros de baja resolución, tanto en rendija larga como multiobjeto, en el rango óptico del espectro electromagnético. Entre las características que lo distinguen de instrumentos similares operando en telescopios de la clase 8-10 m están el uso de filtros sintonizables y de redes tipo VPH. Ambas confieren al instrumento una alta versatilidad, mientras que el uso de VPHs le proporciona una mayor eficiencia. Además, se dotará al instrumento del modo de observación de fotometría rápida.

Algunos resultados relevantes

- Marzo: selección de OSIRIS como posible instrumento para el DIA UNO del Gran Telescopio Canarias. Contrato con el IAC para realizar el diseño preliminar del instrumento.
- Julio: se fijan las especificaciones ópticas básicas.
- Septiembre: se edita una especificación del instrumento.
- Noviembre: se congela el diseño óptico para permitir el avance del resto del diseño del instrumento.

Evolución del Proyecto

A partir de abril comenzaron a aportarse recursos humanos al Proyecto, que se ha ido organizando.

Se empezó por definir en detalle el instrumento utilizando como base la redacción de una primera versión de la especificación a nivel sistema y subsistemas del instrumento. Ello ha permitido ir configurando y definiendo los diferentes elementos del sistema, asignando requisitos a los mismos. Se utilizó como apoyo el diseño y análisis ópticos de todo el sistema. Una vez que se tuvo una primera definición del sistema se comenzó con los primeros diseños preliminares de los diferentes subsistemas. La figura adjunta (Ver Figura) muestra el diagrama

funcional de OSIRIS. La luz procedente del telescopio llega al Subsistema de "Slits". Este permite situar en el plano focal una de las posibles máscaras disponibles: máscaras con Slit cuya longitud cubre todo el campo y varios anchos, para fotometría rápida, para aplicaciones Multi-objeto definidas por el usuario, etc.

La óptica del instrumento está basada en el clásico concepto de colimador más cámara. El colimador es ligeramente elipsoidal y fuera de eje con un diámetro de unos 74 cm. La óptica de cámara está constituida por 9 elementos teniendo cada uno de ellos unos 15 cm de diámetro. Para que el instrumento quede contenido en el espacio del telescopio destinado al instrumento ha sido necesario añadir un espejo plano después del colimador. Este diseño permitirá obtener un campo de 7x7 minutos con una calidad mejor de 0,35 seg.

El Subsistema Selector de Longitud de Onda incluye diversos filtros convencionales (≈ 30) así como varios filtros sintonizables electrónicamente y VPHs (Volume Phase Holographic Gratings). Seleccionando un TF de los instalados se dispone de una parte de la banda de funcionamiento del Instrumento y controlando la tensión aplicada al mismo se permite el paso a una banda estrecha de longitud de onda. Situando un VPH en el camino óptico se obtiene una resolución de trabajo y variando la inclinación se controla el modo y longitudes de onda de observación. El hecho de utilizar estos elementos fácilmente configurables, así como el permitir situar varios de ellos simultáneamente en el camino óptico, le da a este Instrumento una considerable flexibilidad aceptando un número importante de modos de observación.

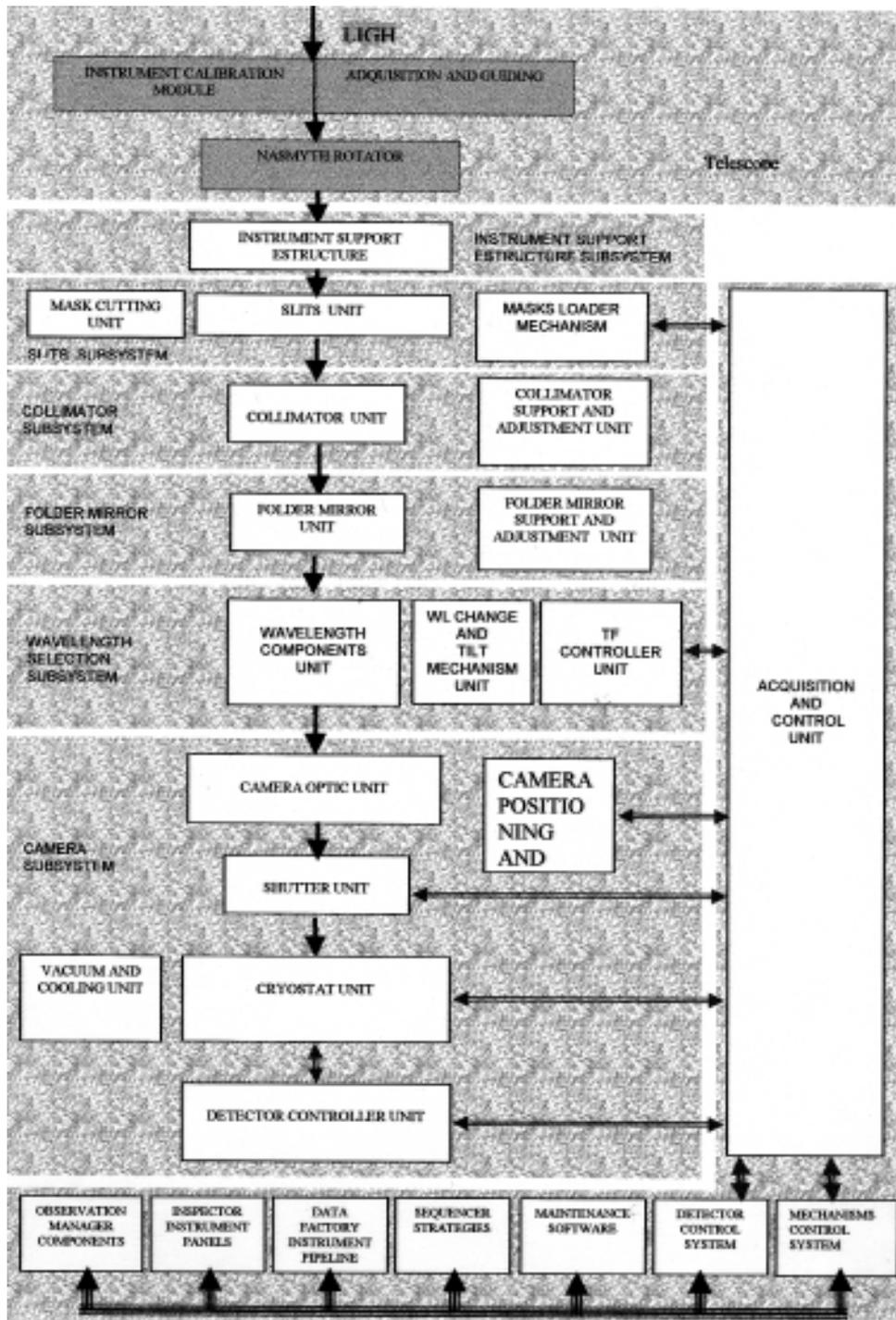
Se utiliza un sistema de detección basado en dos CCD de 2x4 Kpíxeles (MIT/LL o MAT) incorporados dentro de un pequeño criostato. El conjunto óptica de cámara más criostato se montan sobre un mecanismo que permite situar dicho conjunto en la posición adecuada para recibir el haz de luz proveniente del Subsistema Selector de Longitudes de Onda. De tal modo que, para los modos de imagen, el conjunto esté en su posición nominal, pero para los modos de observación de espectroscopía, donde se incorporan los VPHs, esté colocado adecuadamente para recibir el haz de luz según la inclinación a la que se ha fijado el VPH.

La electrónica para el control de todos los mecanismos y elementos del sistema estará basada en gran medida en el bus VME con el objeto de cumplir con los estándares del telescopio GTC. OSIRIS requiere tres tipos de electrónica diferente: la correspondiente al control de los múltiples motores, una específica para el control de los dispositivos ópticos TF y otra para el control y adquisición de los detectores.

Sobre la electrónica deberá residir un software que también deberá cumplir con los estándares del telescopio GTC. Estos fijan los diversos aspectos, como por ejemplo los sistemas operativos a utilizar (Tornado-VxWorks, Solaris, etc. según la plataforma), los lenguajes admisibles (Ansi C++, Java, etc.), etc. Este software permitirá tanto el control de los diferentes dispositivos del sistema como la interfaz con el usuario.

diseñando el sistema y algunos subsistemas, y de grupos externos que se encargan del diseño de algunas partes del mismo. En concreto, hay que destacar la colaboración externa en lo referente al diseño óptico del instrumento por parte de la IA-UNAM (México), al diseño de elementos mecánicos por parte de la Univ. de La Laguna y al estudio y selección de los componentes ópticos TF y VPH por parte del Anglo-Australian Obs.

Este Proyecto se ha planteado basado en un equipo de personas del IAC que centralizan el Proyecto



TELESCOPIO SIMBIOTICO II

J.A. Bonet.

A. Díaz, Mantenimiento Instrumental, Dpto. Ingeniería, Taller de Electrónica y Taller de Mecánica.

Introducción

Uno de los descubrimientos más relevantes de la Física Solar en las últimas décadas ha sido la detección de la variación de la irradiancia solar con el ciclo de actividad de 11 años. Esta información proviene de las medidas realizadas mediante radiómetros instalados en diferentes satélites. Para entender el origen de esta variación hay que proceder a su modelado buscando las posibles fuentes que la inducen: manchas solares, fáculas activas, fáculas de la red, etc. Este estudio requiere de medidas fotométricas en las citadas estructuras en imágenes del disco solar entero y para ello se requería un telescopio específico para producir estas imágenes. Hacia 1996 se construyó en el IAC un telescopio para tal propósito (Telescopio Simbiótico I) trabajando con un detector Pulnix y con una escala en la imagen de 4 segundos de arco por pixel. La experiencia ha demostrado que dicha escala de imagen era insuficiente y que el sistema de lectura de esta cámara no era adecuado para el trabajo fotométrico que se proponía. Por ello se procedió a la compra de una nueva cámara (Dalsa CA-DA-1024) y a la construcción de un nuevo telescopio (Telescopio Simbiótico II) a partir de una lente sobrante de un proyecto anterior. (Ver Figura).

Evolución del Proyecto

Este Proyecto se inició en la primavera de 1999 con un estudio de los requerimientos exigidos y determinación de los parámetros esenciales del telescopio que se quería construir. Aunque se han aprovechado algunas partes del antiguo telescopio (rueda de filtros y cremallera de enfoque), ha habido que diseñar y mecanizar la parte correspondiente al tubo del telescopio, baffleado, interfaces mecánicas de la nueva cámara y motores, etc. Estas tareas se han hecho en su mayor parte en el Dpto. de Delineación y en los Talleres. En la actualidad, el Proyecto está esencialmente concluido después de hacer pruebas de observación y sólo quedan pendientes algunas tareas menores.

DISEÑO OPTICO DE UN NUEVO SISTEMA DE IMAGEN PARA EL VNT

J.A. Bonet.

V. Glez. Escalera, A.B. Fragoso, R. Casas, P. Fabiani Bendicho, M. Vázquez y V. Martínez Pillet.

Introducción

El telescopio VNT fue diseñado a principio de los años 70 y en su concepción original se utilizaba película fotográfica (24x36 mm) en las observaciones. La utilidad del telescopio sigue vigente y en la actualidad se pretende desarrollar con él un proyecto fotométrico para determinación de la variabilidad de la intensidad de las manchas solares a lo largo del ciclo solar, principalmente en el infrarrojo. Este trabajo es altamente competitivo ya que consiste esencialmente en verificar medidas similares que se hicieron en los años 60 con instrumentación más rudimentaria y que nadie ha repetido hasta ahora. Con este propósito se han adquirido cámaras CCD cuyo chip es considerablemente más pequeño que el tamaño típico de un fotograma y por ello se hace imprescindible reducir la focal efectiva del telescopio para que el detector electrónico comprenda un campo similar al previsto para el fotograma. El Proyecto, por tanto, incluye el diseño de un sistema de cámara para sustituir a la actual lente de cámara en la óptica secundaria y, posteriormente, la mecanización del sistema secundario para adaptarlo a las nuevas dimensiones de lentes y focales.

Algunos resultados relevantes

Siendo el telescopio VNT de propiedad alemana, las posibilidades del grupo del IAC de remodelar su configuración quedaban supeditadas a autorizaciones puntuales del propietario. El 2 de diciembre de 1999 se recibió del Director del Kiepenheuer Institut für Sonnephysik, el Prof. Dr. Oskar von der Lühe, una carta de transferencia de responsabilidades sobre el telescopio en lo que se refiere a su explotación y mejora de diseño, autorizando al IAC a proceder como convenga a los proyectos que planifique con dicho instrumento.

MEMORIA
1999 IAC

80

Esquema del Telescopio Simbiótico II. 1. Rueda de filtros; 2. Espejo reflex; 3. Polarizadores cruzados; 4. Cámara Dalsa 1024x1024; 5. Porta diafragmas.



Evolución del Proyecto

Este Proyecto óptico se retomó en 1999 después de algunos intentos de desarrollo que se hicieron en 1998. La idea original era sustituir la actual lente de cámara en la óptica secundaria de reimaginación, por una de focal más corta, preservando el sistema de colimación que además se utiliza para el enfoque. Dado que el rango espectral requerido en las especificaciones era muy ancho no se podía alcanzar la calidad de imagen deseada con un sólo sistema de cámara, se optó por el diseño de dos cámaras, una en el rango del visible y la otra en el infrarrojo. El diseño conceptual y detallado del instrumento se realizó durante 1999. En la actualidad, la fase de diseño está terminada y también se ha finalizado el Documento de Especificación de parámetros para proceder a la compra de las lentes, que está en la fase de solicitud de facturas proforma para las lentes seleccionadas.

En lo que se refiere a la parte mecánica, todavía no se ha iniciado el diseño.

LGS (LASER GUIDE STAR) CON OGS (OPTICAL GROUND STATION)

J. Jiménez Fuensalida.
A. García y M. Reyes.

Introducción

Una de las grandes limitaciones con la que siempre se ha encontrado la investigación astrofísica desde Tierra es el hecho de tener que observar a través de la atmósfera, la cual es un medio turbulento que introduce distorsiones de fase en las señales ópticas que la atraviesan. En la última década, muchos de los descubrimientos importantes en Astrofísica están asociados a grandes telescopios que sacan rendimiento de su resolución teórica utilizando técnicas que permiten compensar la turbulencia atmosférica. Estas técnicas, denominadas Óptica Adaptativa, consisten en medir la turbulencia atmosférica y corregirla en tiempo real en el camino óptico que sigue la luz que llega del objeto científico observado. Estos objetos científicos habitualmente tienen muy poca intensidad, con lo cuál es necesario tener una estrella brillante cercana (estrella guía) que permita medir la turbulencia.

Como el número de estrellas guía naturales es limitado, las zonas del espacio en que se puede utilizar la óptica adaptativa para observar son muy reducidas. Los recientes desarrollos tecnológicos en láseres de alta potencia y su aplicación en Astrofísica permiten generar estrellas guía artificiales enviando un haz láser a la atmósfera. Dicho haz excita ciertos materiales (sodio o potasio) en las

capas altas de la atmósfera (mesosfera), de forma que éstos emiten luz creando una estrella artificial que se puede usar de referencia para medir la turbulencia atmosférica.

El telescopio de la OGS en la configuración Coudé cuenta con una instrumentación que incluye un sistema láser de alta potencia, que emite en el infrarrojo cercano. Esto hace que dicho sistema sea adecuado para generar una estrella guía en la longitud de onda del potasio.

Algunos resultados relevantes

- Mayo: estudio de viabilidad de la primera fase del Proyecto: Generación de una estrella guía láser en potasio aprovechando la infraestructura del telescopio de la OGS.
- Junio: diseño óptico y documentación.
- Julio-septiembre: gestión de las compras y fabricación optomecánica.
- Noviembre-diciembre: integración del sistema en el telescopio de la OGS y pruebas preliminares.

Evolución del Proyecto

Tras la puesta en marcha del Proyecto, con su definición y estudio de viabilidad en el mes de mayo, se realizó el diseño optomecánico a lo largo de junio, con el propósito de que tanto los materiales comprados como los fabricados en taller estuvieran a punto para ser integrados en septiembre. Sin embargo, la mayor prioridad de las actividades de comunicaciones ópticas en el telescopio de la OGS con la ESA y Zeiss, han impedido que la instalación del sistema LGS se realizara de inmediato, retrasándose hasta noviembre. A finales de diciembre, con el sistema transmisor preparado, se intentaron realizar las primeras observaciones desde el telescopio IAC-80 del haz láser saliendo del telescopio de la OGS en la longitud de onda del potasio. Lamentablemente, las condiciones atmosféricas no lo permitieron. Estas pruebas se realizarán en enero de 2000.

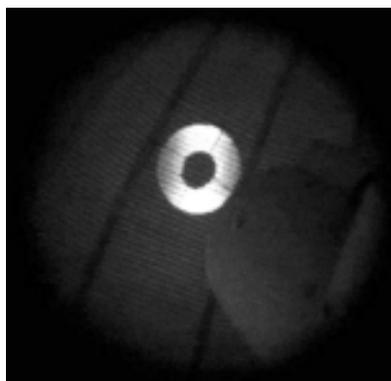


Imagen Infrarroja del Láser de OGS a la salida del telescopio proyectado sobre la cúpula.

INSTRUMENTACION INFRARROJA

CAIN-II: UNA NUEVA ELECTRONICA PARA LA CAMARA INFRARROJA CAIN (P1/91)

F. Garzón.
P.L. Hammersley.

Colaboradores del IAC: M. Barreto, A. Cruz, E. Joven, E. Paez, N. Sosa, T. Viera, E. Cadavid, J. Calvo y J.J. Díaz.

Introducción

El Proyecto CAIN-II nace de la necesidad de mejorar la electrónica de CAIN, debido a los problemas de funcionamiento que ha presentado, tanto por sus inadecuadas prestaciones como por su nula fiabilidad. Con este Proyecto se pretende abordar estos dos problemas fundamentales, que hoy por hoy, y tras la inclusión de las nuevas ópticas frías (Proyecto CAIN-I), limitan severamente las posibilidades y utilidad del instrumento, de forma que el proyecto CAIN-II se puede resumir en:

1.- Cambiar los controladores del detector y mecanismos, adoptando una solución moderna y eficaz. Con ello se llevarán las prestaciones actuales del sistema de lectura del detector a los límites especificados por el fabricante. Estos no se ciñen sólo al ruido de lectura, ahora en valores inaceptablemente altos, sino también a la velocidad de lectura, muy baja en la actualidad, y a los modos de lectura, de forma que podamos incluir la lectura en rampa y ajuste posterior de pendiente para mejorar la relación señal a ruido. Este cambio debe también solucionar definitivamente los actuales problemas de falta de fiabilidad de la electrónica.

2.- Reescribir la interfase de usuario en un lenguaje de programación actual, que permita su actualización posterior, manteniendo básicamente el diseño existente. Esta nueva interfase puede tener en cuenta las necesidades del futuro sistema de observación por colas.

La solución adoptada comprende:

- Un controlador SDSU, diseñado por la Univ. de San Diego (EEUU).
- Un sistema de control de mecanismos *stand-alone* consistente en varios módulos comerciales dedicados y placas de desarrollo propio, conectado mediante una línea RS232 a una estación de trabajo.
- Adaptación y desarrollo de software para operar con el nuevo hardware.

- Sustitución de todo el cableado del interior del criostato.
- Sustitución de los sensores de cero de las ruedas de filtro y cámaras, idealmente por sistemas mecánicos en lugar de los actuales optoelectrónicos. (Ver Figura).

Adicionalmente, se ha incluido una ventana neutra en el extremo del baffle externo de la cámara para sellar la ventana del criostato, que actúa como lente de campo, de modo que se evite en lo posible su deterioro.

Como se ve, este Proyecto tiene como objetivo completar la adaptación de CAIN, iniciada con el Proyecto CAIN-I, de modo que se convierta en un instrumento de uso común eficaz y competitivo, limitadas sus prestaciones por la calidad de imagen del telescopio, el fondo de cielo y la sensibilidad intrínseca del detector. Asimismo, la mejora de la interfase de usuario, potenciando el lenguaje de comandos, permite una operación eficaz del Instrumento.

Algunos resultados relevantes

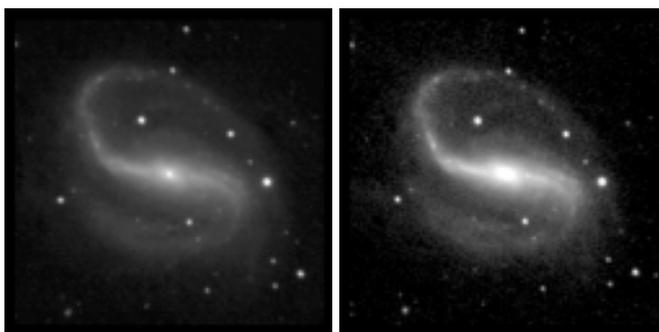
- Enero-junio: desarrollo de los sistemas que se pondrían a punto.
- Junio-julio: integración en el IAC de los nuevos sistemas.
- Julio: pruebas de ingeniería en telescopio.
- Agosto: CAIN-II operativo en telescopio.

Desde entonces, el instrumento esté operativo en el telescopio TCS, de uso común, habiendo mostrado una importante mejora en sus prestaciones y fiabilidad. Como ejemplo, se incluyen unas imágenes tomadas por el investigador principal, dentro de un proyecto de fotometría IR bidimensional de galaxias cercanas, en el que se está midiendo una muestra para estudiar la población estelar subyacente y la distribución de la extinción.

Se han alcanzado sensibilidades por encima de las 21 mag/m² tanto en J como en Kshort, con tiempos de integración del orden de la hora, en modo de lectura CDS.

Se han definido y probado la consistencia fotométrica de cuatro nuevos modos de lectura: rampa, Fowler, CDS y simple. Para ello se han tomado imágenes de objetos de calibración en cada uno de ellos, comprobando la equivalencia de los resultados.

Se ha caracterizado el tiempo de reset necesario para limpiar completamente el detector e implantado un sistema de lecturas falsas, controlable por el usuario, para eliminar este efecto de carga residual.



Imágenes en J y Kshort de la espiral barrada NGC 7479. El tiempo de integración ha sido de una hora en ambos casos, con magnitud límite de 5 s por encima de 22 mag^{m2}



Imágenes en J y K de la espiral barrada NGC 6384. El tiempo de integración ha sido de una hora en ambos casos, con magnitud límite de 5 s por encima de 21.5 mag^{m2}

Evolución del Proyecto

El trabajo desarrollado en 1999 para CAIN-II ha consistido en:

- Instalación de un controlador SDSU, diseñado por la Univ. de San Diego (EEUU).
- Diseño de un sistema de control de mecanismos "stand-alone" formado por varios módulos comerciales dedicados (controladores de motores, drivers y módulos de conversión A/D) en un rack conectado mediante una línea RS422 a una estación de trabajo con un conversor RS232/RS422 conectado a su puerto RS232.
- Adaptación del cableado del interior del criostato al nuevo sistema de control del detector.
- Adaptación y desarrollo de la interfase de usuario para operar con el nuevo hardware.

- Como tareas adicionales a las previstas en software se mejoraron las comunicaciones con el sistema de control del telescopio.

El desarrollo del Proyecto durante 1999 ha sido muy satisfactorio, habiéndose cumplido y superado las metas previstas, ya que CAIN-II pudo estar operativo en el telescopio dos meses antes de lo estimado. Se ha considerado muy prematuro el reescribir la interfase de usuario en un lenguaje de programación más moderno y enfocado a SABIO, por falta de tiempo y de definición de SABIO.

La potencia y fiabilidad del instrumento son ahora muy superiores a las que precedieron a los proyectos CAIN-I y II. Prácticamente todos y cada uno de los parámetros que definen la calidad de un instrumento han mejorado sustancialmente.

DENIS: DEEP NEAR INFRARED SURVEY OF THE SOUTHERN SKY (P6/92)

F. Garzón.

P. Hammersley, T. Mahoney, M. López Corredoira, R. Rebolo y X. Delfosse.

Consortio DENIS.

Introducción

El Proyecto DENIS constituye el primer intento de llevar a cabo un cartografiado completo de todo el Hemisferio Sur en el rango espectral del infrarrojo cercano. El objetivo es cubrir toda la zona de cielo de declinación negativa en tres bandas fotométricas, I de Gunn (0.8 micras), J (1.25 micras), K' (2.12 micras), con resolución espacial del orden de 1.5" y magnitudes límites de 18, 16 y 14 respectivamente en las tres bandas citadas. La importancia de contar con mapas de cielo a gran escala y de alta sensibilidad en el IR cercano es evidente, y se espera que la base de datos DENIS produzca un impacto relevante en prácticamente todas las áreas de la moderna Astronomía.

Se cuenta con el uso exclusivo del telescopio de 1 m de la ESO en La Silla (Chile), que ha sido cedido por la organización al ser considerado DENIS un Proyecto clave, y se estima que el Proyecto puede durar hasta 1999-2000. Durante 1999, DENIS ha continuado su programa de observaciones, funcionando de forma más o menos rutinaria con los tres canales en operación. A lo largo de este año se han producido gran número de problemas instrumentales debido a la falta de soporte técnico en Chile, por no contar con financiación europea adicional, y a problemas internos de los grupos franceses, principales impulsores del Proyecto.

Algunos resultados relevantes

Cuarto año de operaciones completo del Proyecto en Chile. Las mejoras instrumentales del pasado año han demostrado su eficacia. El Instrumento es ahora más robusto y capaz.

El INSU acepta continuar financiando el Proyecto durante el año 2000, si se cuenta con aportación de laboratorios de otros países.

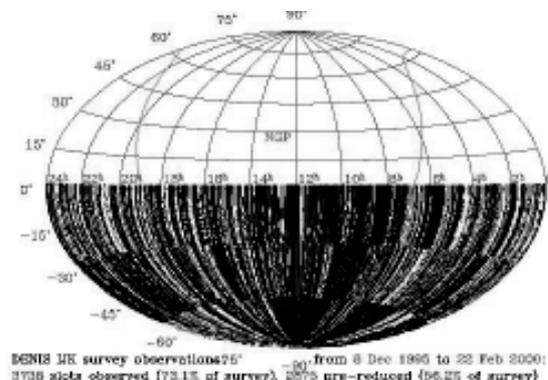
Firma de un nuevo contrato con ESO, siendo el nuevo responsable de DENIS el Obs. Cote d'Azur (Francia), que garantiza el uso del telescopio de 1 m hasta la finalización del Proyecto.

Continúa la entrega a la comunidad internacional de datos finales de DENIS, a través del CDS.

Evolución del Proyecto

Durante 1999 el Proyecto DENIS se vio afectado por la incertidumbre sobre si se conseguiría financiación suficiente para continuar su etapa observacional, lo que se agravó por la negativa inicial de INSU de proseguir su apoyo más allá de final del año. Además, el investigador principal del proyecto, N. Epchtein, se trasladó del IAP al Obs. Cote d'Azur, lo que complicó la cuestión. Finalmente se ha llegado a un acuerdo satisfactorio que permitirá continuar la etapa de observaciones durante el año 2000.

Desde el IAC, hay que destacar la incorporación del detector NICMOS, propiedad del IAC, al canal J de la cámara, y su buena funcionalidad desde entonces. Por otra parte, el grupo de R. Rebolo se ha incorporado como asociado al Consortio DENIS para promover la explotación de la base de datos en lo que a la búsqueda de enanas marrones se refiere.



POLARIMETROS VISIBLE E INFRARROJO (310794)

M. Collados, J. Sánchez Almeida y V. Martínez Pillet.

A. Cruz, J.J. Díaz, V. G. Escalera, E. Joven, A. Manescau, E. Páez, V. Sánchez, J. Sos, Taller de Electrónica y Taller de Mecánica.

Introducción

Durante los años 1997 y 1998 se han desarrollado en el IAC dos polarímetros, uno para ser operativo en longitudes de onda del visible y otro para analizar las de infrarrojo. En el primer trimestre de 1999 se realizaron las últimas tareas sobre dichos instrumentos. Durante el resto del año, los instrumentos han estado a disposición de la comunidad científica como un instrumento de uso común.

Algunos resultados relevantes

Abril: Instrumento a disposición de la comunidad científica.

Evolución del Proyecto

Los Polarímetros quedaron prácticamente acabados en 1998, dejándose para el año 1999 una serie de tareas complementarias que se describen a continuación:

- Búsqueda y solución al no cumplimiento estricto de la especificación de calidad de imagen en el Polarímetro Visible.
- Errores puntuales en la toma de imágenes.
- Finalización de la redacción del Manual de Operación y Mantenimiento.
- Fabricación del empaquetado del instrumento para su transporte (un total de 10 cajas para ambos instrumentos).
- Últimas pruebas en telescopio para comprobar las últimas modificaciones.

Una vez realizadas las tareas descritas, estos instrumentos quedaron a disposición de la comunidad científica para su uso durante la campaña de observación de 1999.

Resultados de las observaciones realizadas con este instrumento pueden encontrarse, por ejemplo, en los Proyectos 3/87, 2/99, 5/96, descritos en esta Memoria.

LIRIS: UN ESPECTROGRAFO INFRARROJO DE RENDIJA LARGA Y RESOLUCION INTERMEDIA PARA EL WHT (P8/97)

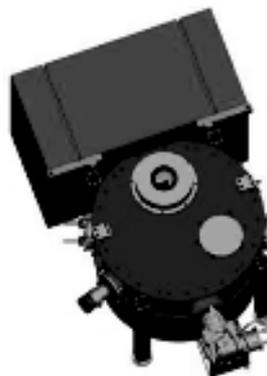
A. Manchado.

Colaboradores del IAC: J.A. Acosta Pulido, C. Domínguez Tagle, M. Barreto, E. Ballesteros, J.A. Ballester, A.B. Fragoso, S. Correa, J. Fuentes, J.L. Iserte, E. Joven, R. López, A. Manescau, H. Moreno, V. Padrón, P. Redondo, N. Sosa y V. Sánchez.

F. Prada (CAHA, Madrid); P. Moore (ING, La Palma).

Introducción

El desarrollo de la tecnología infrarroja en los últimos años, en especial en el campo de los detectores y la criogenia, ha permitido el desarrollo de espectrógrafos IR con características similares a los ópticos. Esto hace posible abrir una ventana espectral a la investigación astrofísica. Dentro de este contexto se inscribe el espectrógrafo LIRIS, que trabajará en el rango entre 0.9 y 2.4 micras, y está concebido como instrumento de uso común para el telescopio WHT del ORM. LIRIS, además de los modos de operación similares a los demás espectrógrafos IR de última generación, tendrá modos únicos como la espectroscopía multiobjeto, la coronografía y la polarimetría. Esto permitirá abordar proyectos de investigación únicos, como por ejemplo la búsqueda de exoplanetas y de galaxias a alto corrimiento al rojo.



Vista exterior de LIRIS

Características de LIRIS:

- Detector Hawaii de 1024x1024 pixels (Rockwell)
- Escala de imagen: 0.25"/pixel
- Longitud de la rendija: 4'.2
- Anchura de la rendija: 2, 3, 4 y 5 pixels
- Resolución espectral de 1000, 3000 y 8000 entre 0.95 y 2.4 mm usando grismas
- Capacidad de hacer imagen sobre todo el campo (4'.2)
- Capacidad de espectropolarimetría
- Coronografía con máscaras de apodización
- Máscaras multi-rendija en un campo de 2'x 4'

Algunos resultados relevantes

- Revisión crítica del diseño detallado de la óptica y del diseño conceptual de la mecánica realizado por el ATC (anteriormente ROE).
- Cierre de las especificaciones de fabricación de la óptica y firma del contrato de fabricación del sistema óptico con JANOS Technology.
- Integración y pruebas del prototipo de la rueda de rendijas.
- Diseño conceptual y detallado de la óptica de reimaginación de pupila.
- Diseño conceptual del mecanismo de conmutación de cámaras y del de rotación de pupila.
- Análisis estructurales y térmicos.
- Recepción del multiplexor. Pruebas de aceptación del multiplexor de LIRIS y verificación del cumplimiento de las especificaciones del sistema de control del detector.

Evolución del Proyecto

Durante 1999 se han desarrollado las siguientes actividades:

Optica

Revisión del diseño detallado de la óptica y cierre de las especificaciones de fabricación. Inicio de la fabricación del colimador y la cámara que se ha contratado a JANOS Technology. Especificación y compra de: filtros, grismas alta y baja resolución, Polarizadores Lambda $\frac{1}{2}$ y Lambda $\frac{1}{4}$ y Wollastons.

86 Diseño conceptual y detallado de la óptica de reimaginación de pupila.

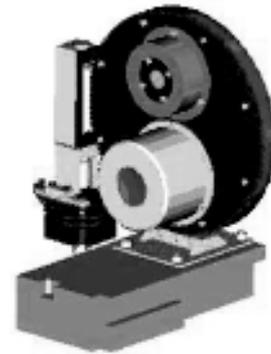
Inicio de la definición de los test de aceptación y verificación de los sistemas ópticos de LIRIS.

Mecánica

Revisión del diseño conceptual de la mecánica e inicio del diseño detallado. Análisis estructurales y térmicos del banco óptico, de las estructuras (trusses) soportes del mismo, así como del criostato.

Análisis térmicos del retén y dedo frío del detector. Diseño detallado del criostato de pruebas de los detectores. Modelo térmico del criostato (estacionario). Modelo de vacío del criostato. Especificación preliminar del criostato. Selección y compra del sistema de vacío. Selección del ciclo cerrado.

Diseño conceptual del mecanismo de cámaras y del de rotación de pupila. Selección y compra de los rodamientos de los distintos mecanismos.



Mecanismo de conmutación de cámaras

Integración y pruebas del prototipo de la rueda de rendijas. Especificación e inicio de pruebas de métodos de fabricación y materiales de las rendijas.

Sistema de control del detector

Verificación de la funcionalidad del software de control del detector facilitado por el ING y adaptado a los requerimientos de LIRIS. Adaptación, montaje y verificación del hardware del sistema del control. Diseño detallado y fabricación del cableado para la realización de pruebas.

Realización de las pruebas de aceptación del multiplexor de LIRIS y verificación del cumplimiento de las especificaciones del sistema de control del detector.

Especificación y compra de la unidad controladora para el sistema de control de temperatura del detector, sensores de temperatura y lector de los sensores de ingeniería.

Definición del banco de pruebas en frío del detector.

Control de mecanismos

Selección de motores criogénicos *Phytron* para los mecanismos de LIRIS.

Adquisición tarjetas de control de motores y fabricación del cableado del rack VME.

Se ha desarrollado y probado el software de control del prototipo de la rueda de entrada, que servirá como base para el desarrollo definitivo del software de control de mecanismos.

Software de adquisición de datos

Dentro del marco de colaboración con el ING se ha revisado la versión "stand-alone" del software de adquisición de datos de INGRID, para su adaptación como versión preliminar del software de adquisición de datos de LIRIS. Se han facilitado los requerimientos del sistema de adquisición de LIRIS para su inclusión en el desarrollo por parte del ING del sistema de adquisición de datos para instrumentación infrarroja del telescopio WHT y se ha desarrollado el software "Real Time Display" para INGRID, dentro de la versión "stand-alone".

ABEL: UNA CAMARA ESPECTRÓMETRO DE GRISMAS DE 1 A 5 MICRAS PARA EL TCS (312097)

F. Garzón.

M. Barreto, J.L. Rasilla, P. Redondo y V. Sánchez.

Introducción

El telescopio TCS ha experimentado, con el transcurso de los años, importantes mejoras tanto en su calidad óptica y estabilidad mecánica como en las capacidades de observación. Continuando con esta política de mejoras, el Proyecto ABEL tiene como propósito no sólo acceder a esta poco explorada ventana del espectro, sino también proporcionar al telescopio TCS, por primera vez, un instrumento de espectroscopía, que permitirá un aprovechamiento más racional del tiempo de observación, al poder utilizar adecuadamente las noches no fotométricas.

Está generalmente aceptado el amplio interés científico del rango espectral entre 1 y 5 micras, no sólo porque contiene la mayoría de la radiación de los objetos fríos, con temperaturas alrededor de unos pocos miles de grados, sino también por la riqueza y variedad de rasgos espectrales atómicos, iónicos y moleculares. Estos proporcionan herramientas únicas y muy apropiadas para el estudio de las condiciones físicas y químicas del Universo, en especial en aquellas regiones ocultas por el polvo.

Las características de ABEL son:

- Imagen entre 1 y 5 micras
- Espectroscopía en J, H, K, L y M con resolución espectral de alrededor de 400 y al menos 800 para J, H y K
- Escala de pixel variable de 0,2", 0,4" y 1" por pixel, en el detector 256x256 InSb SBRC
- Velocidades de lectura de al menos 20 imágenes por segundo
- Control completo de las operaciones del telescopio TCS y FOVIA
- Posibilidad de operación remota

Algunos resultados relevantes

P. Redondo, ingeniero mecánico del IAC, en el marco de la realización de su proyecto de fin de carrera, ha desarrollado el diseño conceptual de la mecánica. Este proyecto fue defendido en la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Gijón.

El diseño mecánico conceptual de ABEL se puede dar por concluido, quedando pendiente la correspondiente revisión de diseño por parte del IAC.

Evolución del Proyecto

Mecánica

Bajo el objetivo genérico del diseño conceptual de ABEL, y ajustado a las especificaciones, descritas en el documento de requerimientos, se han englobado los siguientes objetivos parciales:

- Análisis funcional de la propuesta incluida en el estudio de viabilidad, y comprobación de la compatibilidad de la misma con las restricciones impuestas por la capacidad de carga del telescopio, así como por su envolvente dimensional.
- Diseño conceptual de los ensamblajes optomecánicos.
- Diseño conceptual de los mecanismos del sistema: ruedas para rendijas, para filtros, para grismas y para cámaras.
- Diseño conceptual de la estructura interna soporte de los elementos optomecánicos y del equipo criogénico.
- Análisis estructural y caracterización de las deformaciones máximas previstas para los elementos críticos del sistema.
- Diseño conceptual del criostato.
- Análisis térmico del sistema.

El sistema mecánico propuesto permite el intercambio automatizado y la colocación con una repetibilidad de al menos 1,5 minutos de arco de los siguientes elementos ópticos colocados en mecanismos de alta precisión:

- 8 rendijas y 2 diafragmas de apertura, en un mecanismo con resolución de 32,4 segundos de arco.
- 8 grismas (sustituibles por diafragmas de campo), en un mecanismo con resolución de 43,2 segundos de arco.
- 14 filtros, en un mecanismo con resolución de 32,4 segundos de arco.
- 6 cámaras, en un mecanismo con resolución de 28,8 segundos de arco.

La estructura concebida proporciona una sujeción muy rígida de los elementos ópticos que porta en su interior. Las deformaciones previstas son aproximadamente tres veces inferiores a las que imponen los primeros requerimientos ópticos definitivos disponibles, que han salido a la luz al término de este Proyecto. Los desplazamientos son inferiores a la décima de milímetro en todos los puntos estructurales críticos.

Dicha estructura es además apta desde el punto de vista térmico pues el flujo calorífico entrante al instrumento puede ser retirado por el sistema criogénico previsto, un ciclo cerrado modelo 22c de la casa CTI Cryogenics. Los tiempos de enfriamiento del conjunto usando dicho refrigerador son admisibles (\cong 8 horas).

En el diseño se han seguido los criterios que en instrumentos de la clase de ABEL garantizan unos niveles de alto vacío estable de 10^{-4} mbar.



Montaje de las ruedas de cámaras y grismas

EMIR: ESPECTROGRAFO MULTIOBJETO INFRAROJO PARA EL GTC (410899)

M. Balcells.

J. Patrón, F.J. Fuentes, J.A. Ballester, A. Navarro, A. Manescau, A.B. Fragoso, J.J. Díaz, F. Gago, J.C. López y J.A. Rodríguez Losada.

Equipo científico: R. Guzmán (Co-IP, Univ. de Yale, EEUU) y miembros del IDT: A. Aragón-Salamanca y R. Peletier (Nottingham, Reino Unido); I. Aretxaga (INAOE, Méjico), D. Carter y P. James (Liverpool, Reino Unido); J. Gallego (UCM); J. Lowenthal (Massachussets, EEUU); R. Pelló (LAOMP, Francia) y R. Sharples (Durham, Reino Unido).

Equipotécnico: D. Robertson (Durham, Reino Unido); J.C. Heredero, J.M. Encin, M.T. Barroso, T. Muñoz, J. Gómez-Elvira y E. de la Fuente (INTA, Madrid), F. Beigbeder y S. Brau-Nogue (LAOMP, Francia); J. Gallego, N. Cardiel, J. Gorgas, J. Zamorano, E. García-Davó, A. Gil de Paz y A. Serrano (Univ. Complutense, Madrid).

Introducción

El Proyecto EMIR aborda el diseño y construcción de una cámara-espectrógrafo para observaciones en el rango infrarrojo cercano con el telescopio GTC.

Las especificaciones de EMIR son:

- Estación Focal: Nasmyth
- Rango espectral: 0.9 - 2.5 μ m
- Resolución espectral: 5000
- Cobertura espectral: una ventana de observación en Z, J, H o K
- Formato del detector: 2048 x 2048 pixel de Rockwell
- Escala en el detector: 0.2 "/pixel
- Temperatura del espectrógrafo: 77 K
- Campo de visión: 6x6 arcmin

EMIR será un instrumento único en su categoría al proporcionar capacidad de espectroscopía multi-rendija e imagen en un gran campo, en un telescopio de 10 m de apertura. En particular, la capacidad de realizar espectroscopía multi-objeto en la banda de 2.2 μ m abrirá campos de investigación únicos a la comunidad de astrónomos usuarios del telescopio GTC. El objetivo científico principal de este Instrumento es la observación de fuentes con corrimiento al rojo $2 < z < 3$, para la exploración de épocas de formación de galaxias, y que resultan ser fuentes débiles: galaxias débiles, estrellas de baja masa, enanas marrones, supernovas distantes,

poblaciones estelares en galaxias externas resueltas, regiones HII y objetos en regiones oscurecidas por el polvo: núcleos galácticos, objetos estelares jóvenes y galaxias vistas de canto.

El Proyecto EMIR se lleva a cabo por un equipo de instituciones nacionales e internacionales con experiencia en instrumentación infrarroja, liderados por el IAC. Este equipo comprende el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), la Univ. Complutense de Madrid (UCM), el Laboratorio de Astrofísica de la Universidad de Toulouse (LAOMP, Francia), y el Grupo de Instrumentación Astronómica de la Univ. de Durham (Reino Unido).

Algunos resultados relevantes

- Reunión del Consorcio para la organización de la fase de Diseño Preliminar (22-23 abril 1999).
- Elaboración del Diseño Conceptual de la óptica (13 diciembre 1999).
- En marzo de 1999 se aceptó la oferta presentada en el anuncio de oportunidad de GRANTECAN S.A. dando vía libre para la fase de Diseño Preliminar.
- Firma de contrato con GRANTECAN S.A. para la realización del Diseño Preliminar en junio 1999.

Evolución del Proyecto

Durante el presente año se ha iniciado la fase de Diseño Preliminar (contrato firmado entre GRANTECAN, S.A. y el IAC de junio de 1999 a finales de julio de 2000).

Los trabajos se han centrado en conseguir un concepto óptico viable, principalmente en cuanto a tamaño y estabilidad al ser un concepto de instrumento rotante. Se ha trabajado en un concepto basado en un campo de 6'x6' minutos, tamaño dentro de las especificaciones, y con un derrotador óptico. La definición final de dicho concepto ha sido completada en diciembre.

El diseño conceptual de la mecánica de EMIR ha progresado durante los últimos meses de 1999. En él participan, además del IAC, el INTA y la Univ. de Durham, a través de convenios y/o contratos de colaboración suscritos con el IAC.

Se ha iniciado el proceso de compra del detector



Esquema opto-mecánico (versión diciembre 1999)

2Kx2K a Rockwell, habiéndose formalizado ya el contrato de compra.

En la parte de control se ha trabajado en la definición de un sistema de pruebas y caracterización del detector y en el desarrollo del proceso bajo las bases del sistema de control del telescopio GTC (RUP). Este trabajo se ha hecho en estrecha colaboración con las instituciones del Consorcio LAOMP (Francia) y UCM (Madrid).

CANARI-CAM: ESPECTROGRAFO CON CAPACIDAD DE IMAGEN EN EL IR PARA EL GTC

M. Kidger.

J. Licandro, L.F. Rodríguez y J.L. Rasilla.

Introducción

Se trata de un Proyecto que propone la realización de un instrumento de día 1 para el Gran Telescopio Canarias (GTC), constituyendo para ello un consorcio cuyo socio tecnológico principal está constituido por la Univ. de Florida (EEUU), pero con aportaciones de otros grupos.

Aunque el instrumento inicialmente propuesto incluía un brazo infrarrojo medio y otro de infrarrojo cercano, la supresión del brazo infrarrojo cercano supondrá una clara supresión de riesgos nada aconsejables en un proyecto con un plazo tan claramente establecido. De esa forma, el instrumento se perfila como un espectrógrafo sensible en la banda de 10 micras con prestaciones las prestaciones más avanzadas que existen en este campo.

Algunos resultados relevantes

Tras la presentación a la oficina de Proyecto de GTC en respuesta al anuncio de oportunidad para los instrumentos de Día Uno, el *Scientific Advisory Committee* informó positivamente sobre este Proyecto y recomendó la realización de un diseño preliminar.

Evolución del Proyecto

En respuesta a la petición de la oficina de Proyecto GTC, se elaboró una planificación detallada de la fase de diseño preliminar, que daba cumplimiento a los trabajos requeridos por aquella en la mencionada fase y que especificaba su metodología y los costes involucrados.

Esta propuesta evolucionó de una forma natural hacia la contratación directa con el socio tecnológico antes mencionado de los trabajos requeridos, simplificándose así las relaciones y la organización general de los equipos de trabajo y favoreciéndose por tal motivo las garantías de éxito del Proyecto, tanto en coste como en alcance y planificación.

ASTROFISICA DESDE EL ESPACIO

PARTICIPACION EN ISO (P1/88)

F. Garzón

J.M. Rodríguez Espinosa, P.L. Hammersley, A. Pérez y J.A. Acosta.

A. Ulla (Univ. de Vigo); H. Castañeda (UNAM, México); PIDT (Phot Instrument Dedicated Team); Consorcio ISOPHOT; Consorcio ISO.

Introducción

La participación del IAC en la misión espacial ISO (Infrared Space Observatory) se centra alrededor del espectrofotómetro doble a redes de difracción ISOPHOT-S, subexperimento dentro del fopolarímetro ISOPHOT, uno de los cuatro instrumentos de plano focal que equipa el observatorio espacial. Es ésta la primera participación española en misiones que impliquen la construcción y puesta a punto de instrumentación infrarroja con fines espaciales. El observatorio espacial fue satisfactoriamente puesto en órbita el 17 de noviembre de 1995. Desde entonces ha efectuado con normalidad las operaciones rutinarias de observación científica, de acuerdo con los proyectos propuestos por la comunidad internacional y seleccionados por comités científicos. ISOPHOT-S ha cumplido con notable calidad, mostrando una perfecta funcionalidad, muy acorde con los resultados de laboratorio. La misión en órbita finalizó el 10 de abril de 1998. Es interesante hacer notar que la duración de la misión ha superado los cálculos más optimistas previos al lanzamiento.

El Proyecto se encuentra ahora en la fase de análisis pormenorizados de las observaciones, explotación de resultados y nuevas investigaciones que han surgido alrededor de estos resultados.

Algunos resultados relevantes

El método de calibración fotométrica para ISOPHOT-S diseñado por el grupo ha sido incluido en los algoritmos de reducción automática. Se ha completado el análisis del conjunto completo de datos de calibración fotométrica de ISOPHOT-S. El algoritmo corre ahora de manera automática en la última versión del programa de análisis interactivo de datos (PIA).

Continúa con la publicación de resultados de ISO.

Evolución del Proyecto

Durante 1999 las actividades se han reducido básicamente a la explotación de resultados de la misión espacial. Hay que recordar que este Proyecto, en la fase actual, tiene como objetivo prioritario dar soporte a aquellos grupos del IAC interesados en el uso de la base de datos de esta misión. Por tanto, los resultados concretos de la investigación con datos de ISO aparecerán en aquellos proyectos de los investigadores involucrados en la misma.

Por otra parte se ha continuado dando soporte al grupo del instrumento (PIDT) como responsables del subexperimento ISOPHOT-S. Este soporte ha concluido con la inclusión definitiva del nuevo método de calibración, diseñado por el equipo, en el programa de análisis interactivo de datos (PIA).

PARTICIPACION DEL IAC EN LAS MISIONES ESPACIALES FIRST Y PLANCK SURVEYOR

MISION FIRST

- Instrumento PACS

J. Cepa Nogué.

H. Chulani, M.F. Gómez Reñasco y J.M. Herreros.

- Instrumento Spire

I. Pérez Fournon.

J.M. Herreros.

MISION PLANCK SURVEYOR

- Instrumento LFI

R. Rebolo.

H. Chulani, M.F. Gómez Reñasco, J.M. Herreros y R. Hoyland.

Introducción

Las misiones espaciales del programa científico de la Agencia Europea del Espacio (ESA) ofrecen a los centros de investigación la posibilidad de realizar Ciencia de vanguardia al tiempo que se involucran en programas de innovación y desarrollo tecnológicos muy avanzados. La ESA tiene previsto dentro de este Programa, el lanzamiento de los satélites Planck y FIRST (Far Infrared and Submillimetre Space Telescope) en el año 2007.

Estas misiones representan un enorme paso en la exploración del Cosmos que ha de conducirnos a una mejor comprensión de los problemas más desafiantes que tiene planteados la Astrofísica, también presentan algunos desafíos tecnológicos de primera magnitud que conciernen a campos tan diversos como las tecnologías de recepción en microondas, los sistemas de criogenia o las tecnologías de procesamiento y compresión de datos.

El IAC, que ha realizado recientemente exitosas contribuciones a la instrumentación de las misiones ISO (Infrared Space Observatory) y SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), requiere, en aras de la buena marcha de sus proyectos científicos, un acceso garantizado a los datos que obtendrán los nuevos satélites FIRST y Planck que permita consolidar la posición de vanguardia que sus grupos han conseguido en los campos de investigación donde estas misiones van a producir un mayor impacto. En particular, los datos que recogerán los instrumentos a bordo de estos satélites han de permitir estudiar con una precisión sin precedentes el origen y evolución del Universo en sus etapas más tempranas, la formación de las primeras galaxias, la generación de energía en sus núcleos, los procesos de formación de estrellas, la evolución estelar y el origen y existencia de sistemas planetarios alrededor de otras estrellas. Simultáneamente el IAC tiene interés en el desarrollo de tecnologías de procesamiento digital y comunicaciones de banda ancha por lo que ha identificado en estos campos cuáles pueden ser sus contribuciones a la instrumentación embarcada que pueda garantizar su participación en estas misiones. A tal fin, varios investigadores del IAC son miembros, desde hace algunos años, de los Consorcios Internacionales que se han formado para proporcionar los instrumentos PACS (Photoconductor Array Camera & Spectrograph) y SPIRE (Spectral and Photometric Imaging Receiver) de FIRST y el Instrumento LFI (Low Frequency Instrument) de Planck.

MISION FIRST

Descripción del satélite

El satélite FIRST consiste básicamente en la plataforma, el telescopio y tres instrumentos científicos: SPIRE, PACS y HIFI. Su configuración, como en otros satélites científicos de la ESA, sigue un concepto modular. En la parte superior, con el satélite dispuesto en la posición de lanzamiento, está el módulo de carga y en la parte inferior se

encuentra el módulo de servicio. Los componentes principales que forman el módulo de carga son: un radiotelescopio de 3,5 m y un criostato de helio líquido -como el de ISO-, en cuyo plano focal se encuentran los detectores de los tres instrumentos. El módulo de servicio realiza las funciones propias de este subsistema y, adicionalmente, alojará las cajas electrónicas de los distintos instrumentos.



Satélite FIRST

MISION PLANCK SURVEYOR

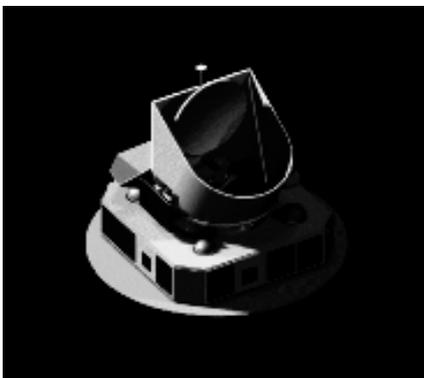
En 1996, el Proyecto Planck fue seleccionado como la tercera misión de tamaño medio del programa científico de la ESA Horizon 2000. Su objetivo es obtener nueve mapas de todo el cielo en el rango de frecuencias 30-900 GHz con una resolución y sensibilidad sin precedentes. A partir de estos mapas podrán cartografiarse las fluctuaciones en el Fondo Cósmico de Microondas (FCM), radiación interpretada como el remanente de la fase inicial del Universo que se conoce como Gran Explosión. El FCM contiene información privilegiada sobre las condiciones del Universo en instantes muy cercanos a su origen, sobre su geometría y sus constituyentes primordiales.

Esta Misión pretende obtener mapas de temperaturas de la radiación del FCM con una resolución -10 minutos de arco- y sensibilidad sin precedentes -2 microK- que proporcionarán un gran avance, probablemente una revolución, en el

conocimiento científico sobre el origen y la evolución del Universo. Todas las teorías de formación de galaxias y otras macroestructuras en el Universo predicen cierto grado de anisotropía del FCM que depende de la geometría del Universo y también de la naturaleza de los constituyentes básicos de la materia. El cartografiado de las estructuras en el FCM que realizará el satélite Planck es la herramienta más poderosa con que contará la Cosmología observacional en el próximo decenio para explorar el origen, evolución y propiedades globales del Universo.

Descripción del satélite

El satélite Planck consiste en dos módulos dispuestos uno a continuación del otro. En la parte superior se encuentra el de carga útil con el telescopio y los dos instrumentos, y en el inferior el de servicio. El módulo de carga de Planck está formado por un radiotelescopio con configuración gregoriana fuera de eje. El reflector primario será un paraboloide de 1,5x1,3 m y el secundario, un elipsoide de 0,8x0,7 m. En su plano focal se situarán los sensores de los dos instrumentos que medirán la temperatura de la radiación electromagnética del FCM. Estos detectores también irán enfriados a temperaturas de criogenia. El módulo de servicio realiza las funciones propias de este subsistema, y adicionalmente alojará las cajas electrónicas de los distintos instrumentos.



Satélite Planck

contactos con el satélite las 24 h del día sino por intervalos. Las comunicaciones se establecerán desde el Centro de Operaciones de la Misión -MOC- que se encontrará en ESOC, Alemania. El posterior intercambio de datos -distribución y órdenes de control hacia los instrumentos-, entre el MOC y los distintos centros de control, se llevará a cabo a través de FINDAS (FIRST Integrated Network and Data Archive System). Para realizar las operaciones de apuntado, FIRST necesitará que el satélite disponga de una estabilización en tres ejes. A diferencia de FIRST, para realizar sus mapas "topográficos" de todo el cielo Planck girará continuamente a una velocidad de 1 rpm alrededor de uno de sus ejes.

Calendario de las misiones

Las actividades de los Proyectos FIRST y Planck están estrechamente relacionadas debido a aspectos técnicos y económicos considerados importantes en la gestación del programa, es así por lo que los hitos de FIRST se desarrollan en fase con los de Planck. Un resumen de estos hitos y actividades consideradas importantes para el correcto desarrollo del Proyecto se detallan a continuación:

- Octubre 1997: anuncio de oportunidad científica (AO)
- Febrero 1998: presentación de propuestas de instrumentos
- Mayo 1998: preselección de la Carga Útil
- Febrero 1999: selección de la Carga Útil
- Septiembre 2000: ITT para fase B y C/D
- Diciembre 2000: propuestas industriales
- Junio 2001: comienzo de la Fase B
- Julio 2002: comienzo de la Fase C/D
- Abril 2007: lanzamiento. (Ariane 5, desde la Guayana francesa)
- Abril 2007-junio 2012: fase de operaciones (desde el punto de Lagrange L2)
- Junio 2012-septiembre 2015: fase de post-operaciones

Participación del IAC en FIRST

El IAC forma parte de dos de los tres instrumentos de FIRST: SPIRE y PACS. En ambos Consorcios Científicos participa en la concepción y desarrollo del centro de control de los instrumentos (ICC). Además, en PACS, suministrará la unidad de pre-procesado y compresión de datos (SPU) así como el software de a bordo de bajo nivel asociado a esta unidad.

Participación del IAC en Planck

El IAC participa en el instrumento LFI y en concreto suministrará al Consorcio: el ordenador de a bordo, el software de control y gestión de datos del instrumento, la unidad de pre-procesado y compresión de los datos científicos, el software de

Lanzamiento y operaciones de las misiones

En el año 2007 FIRST y Planck serán lanzados desde la Guayana francesa por un Ariane 5 en su configuración doble. Meses más tarde, después de un viaje similar al del SOHO, se encontrará observando desde una órbita que describirá una trayectoria de Lissajous alrededor del punto de Lagrange L2, a 1,5 millones de km de la Tierra. El satélite operará en un escenario de "almacenamiento y volcado de los datos" lo cual significa que no habrá

pre-procesado y compresión de datos, y la fuente de alimentación necesaria para el suministro de potencia a estas unidades. Además realiza el diseño del conmutador de fase y el diseño/fabricación/pruebas de los híbridos de los radiómetros de 33 y 44 GHz. Por otra parte participa en la concepción y desarrollo del Centro de Control del instrumento (DPC).

Algunos resultados relevantes

Se resumen a continuación las actividades más interesantes realizadas hasta el momento en el marco del Proyecto.

En el año 1996, el IAC consolida su participación activa en estas dos Misiones, y en concreto en los Consorcios PACS y SPIRE de FIRST y LFI de Planck (en este último se venía trabajando desde 1993).

Para garantizar la presencia del IAC en estos Consorcios fue necesario llevar a cabo, con el asesoramiento de la industria especializada, estudios de viabilidad sobre cada uno de los subsistemas de interés, con el objeto de poder desarrollar conceptos, estimar costes y definir planes de desarrollo adecuados, para así cumplir con los requisitos del satélite, del instrumento concreto y de los consorcios internacionales.

Posteriormente la ESA, en septiembre de 1997 y siguiendo el proceso comúnmente utilizado (anuncio de oportunidad -AO-), invitó a la Comunidad Científica a participar en FIRST y Planck. En febrero de 1998 y en respuesta a este anuncio, los Consorcios SPIRE, PACS, y LFI, presentaron las propuestas científico-técnica de los instrumentos, que incluían además aspectos de gestión para garantizar el éxito del Proyecto. A mediados de año fueron preseleccionados, y finalmente fueron confirmados a principios de 1999.

Evolución del Proyecto

En febrero los instrumentos LFI, PACS y SPIRE fueron re-confirmados por la ESA.

En junio se revisó el alcance de la participación del IAC en el Consorcio SPIRE, quedando limitada ésta a contribuir en tareas relacionadas con el ICC (Instrument Control Center).

Una gran parte del tiempo y esfuerzo de este año se ha dedicado a preparar las solicitudes para conseguir fondos para financiar el diseño, desarrollo y fabricación de los modelos de ingeniería y aviónicos. Estos fondos fueron finalmente aprobados con lo que permitirán cubrir en su totalidad las necesidades financieras del Proyecto durante los años 2000-2001.

Durante este año el equipo del Proyecto ha realizado numerosos viajes a Europa y Estados Unidos, con el objeto de participar en las distintas reuniones científicas y técnicas celebradas en el marco de los Consorcios PACS y LFI así como de la ESA.

Se han elaborado las especificaciones técnicas preliminares de las unidades de ingeniería LFI-REBA y PACS-SPU.

Con la ayuda de la Administración de Servicios Generales del IAC, durante el segundo semestre del año se inició y concluyó el proceso de licitación de las unidades de ingeniería del LFI y PACS. A finales de diciembre se reunió la mesa de contratación, se estudiaron y evaluaron las ofertas recibidas, y por último se elaboró la propuesta de adjudicación del contrato. Finalmente CRISA fue seleccionada para ejecutar el Proyecto en un plazo de 15 meses a partir de la celebración del KO (Kick Off). Se prevé la firma del contrato en enero de 2000 y el comienzo del proyecto a principios de febrero.

En noviembre y diciembre se resolvieron con éxito las revisiones de diseño ISVR (Instrument Science Verification Review) de los instrumentos LFI y PACS.

Durante este año se ha definido y realizado el aprovisionamiento de los componentes que constituyen el equipo electrónico de apoyo, tanto de material de software como de hardware.

También en el ámbito del LFI y en colaboración con el grupo de Jodrell Bank (Reino Unido), se ha continuado con el diseño y desarrollo, en condiciones ambientales y criogénicas, de los híbridos y los conmutadores de fase de los radiómetros de 30 y 44 GHz.

Entre los aspectos técnicos relacionados con el satélite destacan: la interfaz habitual de comunicaciones OBDH ha sido sustituida por una 1553B; ha sido propuesto un nuevo concepto de interfaz de sincronización con la nave; y el sistema de distribución de potencia en los instrumentos ha sido rediseñado.

Se llevaron a cabo actividades de evaluación del sistema operativo VIRTUOSO y de la interfaz de comunicaciones de banda ancha 1355, con el propósito de estudiar su viabilidad técnica para un posible uso. Para ello se contó con la asistencia a un curso de formación en esta nueva tecnología espacial, celebrado en Bélgica e impartido por EONIC Systems. Por otra parte se participó en el "DSP Day and Spacewire Workshop" celebrado y organizado por ESTEC/ESA. Los resultados son muy prometedores, si bien queda pendiente realizar pruebas en laboratorio para poder confirmar estas tecnologías.

OPTICAL GROUND STATION (OGS) (421193)

M. Reyes.

J.A. Rodríguez, J.L. Rasilla, T. Viera y F. Gago.

Introducción

OGS es un Proyecto desarrollado en colaboración con la Agencia Espacial Europea (ESA), la empresa Carl Zeiss (Alemania) y la Univ. Politécnica de Cataluña. Su principal objetivo es desarrollar una instalación, en el OT, para la prueba en órbita de terminales de comunicaciones ópticas entre satélites. Además, otros objetivos de la OGS son la observación de residuos espaciales en colaboración con la ESA y la Univ. de Berna (Suiza), así como servir de telescopio de propósito general y plataforma de ensayo de nuevas tecnologías de alta resolución espacial basadas en láseres de alta potencia.

Para estos fines, OGS consiste en un telescopio de uso general, de 1 m de diámetro efectivo, tipo Ritchey-Chrétien, con tres configuraciones de foco distintas (Cassegrain, Cassegrain con corrección de campo, y Coudé), más una instrumentación específica instalada en el banco óptico del foco Coudé. Dicha instrumentación incluye un sistema láser de gas Argón + láser sintonizable de Titanio-Zafiro, para la transmisión a los satélites; un espejo móvil y dos sensores (adquisición y seguimiento) con su electrónica de control para el apuntado fino; un detector + electrónica de comunicaciones, un espectrómetro y un polarímetro para la recepción; un monitor de seeing y cámara de foco Coudé; un sistema de verificación óptica; y otros elementos auxiliares para la caracterización del enlace óptico.

Las tareas desarrolladas por el IAC son:

Medidas del "seeing" local, incluyendo medidas de alta resolución temporal de centelleo y movimiento de imagen.

Los siguientes desarrollos:

- del sensor de adquisición
- del sistema de control del láser transmisor
- de la electrónica de control de adquisición y seguimiento
- de un sistema de verificación óptica
- del monitor de seeing y cámara de campo completo
- del foco Coudé
- del control de la instrumentación y del sistema de usuario

Integración y pruebas en el OT.

La observación de basura espacial se realizará con una cámara CCD de 4Kx4K pixeles, desarrollada al efecto, instalada en el foco Cassegrain con corrección de campo. A su vez, el IAC se ha hecho cargo del mantenimiento de la instalación completa y será responsable de la operación de la estación.

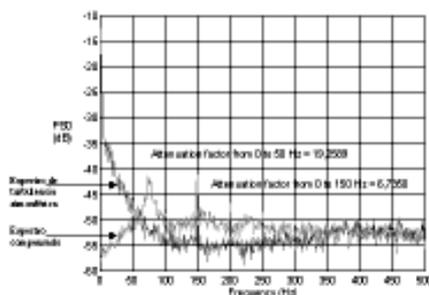
Algunos resultados relevantes

- Enero-febrero: desarrollo y pruebas del Monitor de Seeing y Cámara Coudé.
- Febrero: cambio de la configuración del sistema láser transmisor en el Banco Óptico.
- Marzo: pruebas del Banco Óptico por parte de Zeiss.
- Abril: reinstalación del Sistema de Verificación Óptica, de acuerdo con la configuración final del Banco Óptico.
- Julio: pruebas finales y entrega del Banco Óptico por parte de Zeiss.
- Abril-agosto: integración del ordenador central de OGS, desde el que se realiza el control de toda la instrumentación.
- Septiembre: pruebas de aceptación con la ESA de los subsistemas responsabilidad del IAC. Las pruebas se superaron con un éxito rotundo.

Evolución del Proyecto

Salvo por algunos detalles que se resolverán a lo largo del mes de enero del 2000, y tras los numerosos retrasos acumulados en su desarrollo, se puede considerar que Zeiss ha completado la integración del Banco Óptico del foco Coudé.

En paralelo, y a medida que las condiciones del Banco Óptico lo permitían, el IAC ha ido cerrando la integración de todos los subsistemas que son su responsabilidad: el Monitor de Seeing, el Sistema de Verificación Óptica, El Sistema de Apuntado-Adquisición y Seguimiento, y el Sistema de Control del Láser Transmisor. Las pruebas de aceptación de toda la instrumentación, celebradas en septiembre, permitieron a la ESA comprobar el



Atenuación de la turbulencia atmosférica real conseguida por el sistema de adquisición y seguimiento

perfecto cumplimiento de especificaciones de todos estos subsistemas. Dentro de las pruebas finales del telescopio OGS sólo quedaron pendiente las pruebas del ordenador de control central de OGS con interfaces que no dependen del IAC, entre ellas la conexión remota con el laboratorio ESA de control de los satélites que se comunicarán con OGS.

Las primeras pruebas reales estaban previstas para el mes de marzo del 2000, una vez que el satélite ARTEMIS de la ESA fuera lanzado en febrero del 2000 por parte de la Agencia Espacial Japonesa (NASDA). Lamentablemente, el accidente sufrido por el cohete lanzador japonés H2 en el mes de noviembre ha retrasado el lanzamiento de ARTEMIS, afectando a las pruebas de OGS.

MANTENIMIENTO Y OPERACIONES DE OGS

E. Cadavid, M. Verde, J. Morrison, J. González, J. García, P. Ayala, V. Saavedra y F. Cambeiro.

Introducción

En el año 1999, el Servicio de Mantenimiento Instrumental siguió con las actividades de mantenimiento del telescopio como en 1998 dado que aún no estaba lista la instrumentación de comunicaciones. Durante el año se realizaron diversos estudios sobre la operación de la OGS y sus necesidades dado que se preveía su inicio para febrero o marzo de 2000. Finalmente a finales de año se pospuso el inicio de las operaciones por problemas con el lanzamiento del satélite ARTEMIS, que ha quedado retrasado hasta inicios del año 2001.

Algunos resultados relevantes

- Entrenamiento en la instalación de la cámara CCD de Space Debris.
- Entrenamiento en Zeiss sobre la reparación del mecanismo de espejo FPM.
- Redacción de tres procedimientos de mantenimiento preventivo del telescopio (uno de limpieza del primario, otro de revisión de funcionamiento y el tercero de revisión de mecanismos).
- Redacción del informe MI/DI-SDE/004v.1 sobre las necesidades de MI para el mantenimiento de Space Debris.
- Redacción del informe MI/MD-0GS/001v.1 sobre las necesidades de MI para las operaciones de la OGS.
- Redacción de la revisión del Plan de Mantenimiento de la OGS.

SPACE DEBRIS SURVEY SYSTEM (SDSS – SISTEMA DE LOCALIZACIÓN DE BASURA ESPACIAL) (411697)

M. Serra-Ricart, F. Gómez y O. Fuentes.

Introducción

Este Proyecto de la Agencia Espacial Europea (ESA) se está llevando a cabo en colaboración con el Inst. de Astrofísica de la Univ. de Berna - AIUB (Suiza) y tiene como objetivo el desarrollo de un sistema informático altamente automatizado para la detección y catalogación de los fragmentos de basura espacial en órbita. Dentro de este Proyecto, el IAC está encargado del software para controlar el telescopio de la OGS y su cámara CCD de gran campo, así como de las herramientas de visualización y análisis de las imágenes adquiridas. Por su parte, la Univ. de Berna desarrolla el software para el tratamiento de imágenes, destinado a la detección de basura espacial y la determinación de sus parámetros orbitales.

El IAC utilizará el software desarrollado bajo este contrato para realizar las observaciones necesarias para la búsqueda de basura espacial en las órbitas geoestacionaria (GEO) y de transferencia geoestacionaria (GTO). Estas dos campañas de observaciones constituyen dos contratos adicionales con AIUB y ESA.

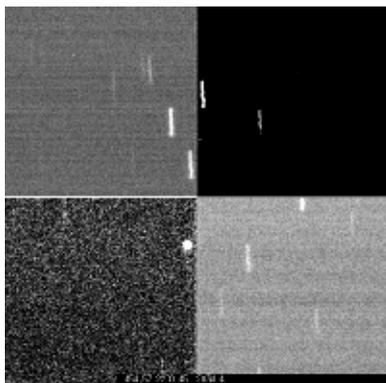
Algunos resultados relevantes

- Enero: ESA acepta el sistema completo de software para la búsqueda de basura espacial, una vez integrada la parte del IAC con la de AIUB.
- Abril: entrenamiento de los nuevos astrónomos de soporte del OT en el manejo del telescopio para observaciones astronómicas de carácter científico.
- Julio-agosto: se lleva a cabo la fase de pruebas del sistema de software para la observación de basura espacial, al mismo tiempo que se realiza la fase de planificación y preparación de las observaciones GEO.
- Diciembre: se finaliza y envía la mayor parte de la documentación pendiente en el proyecto de software (SUM, ADD y última versión del ICD).

Evolución del Proyecto

Se ha perfeccionado el software de control del telescopio, de la cámara CCD y de la estación meteorológica, así como de las herramientas de visualización y análisis de las imágenes. El sistema completo de software para la búsqueda de basura espacial ha sido aceptado por la ESA. Se ha completado la fase de planificación y preparación de las observaciones GEO.

Las pruebas realizadas revelaron que el sistema desarrollado es capaz de detectar fragmentos de basura espacial de hasta unos 25 cm de diámetro en la órbita geoestacionaria (el resto de grupos que trabajan en este campo sólo llegaban a objetos de un metro) y que 2/3 de los objetos detectados no figuraban en los catálogos (frente al 20-30 % de objetos no catalogados hallados por otros investigadores).



Ampliación de una imagen mosaico en la que se aprecia un objeto geoestacionario (cerca del centro, ligeramente abajo y a la izquierda). Las estrellas han dejado trazas por estar parado el telescopio

EL TELESCOPIO ESPACIAL DE LA PROXIMA GENERACION (NGST)

S. Arribas.

El Next Generation Space Telescope (NGST) es un proyecto liderado por la NASA y con posible participación de la ESA, que tiene como objetivo desarrollar el telescopio espacial que sustituirá al Hubble (HST). Se enmarca dentro del programa "Origins", y tiene como motivación científica fundamental entender cómo se forman y evolucionan las galaxias.

MEMORIA
1999 IAC

96

El desarrollo de este telescopio, con un diámetro de espejo de 8 m, optimizado en el infrarrojo cercano, y situado en una órbita L2, supone un reto tecnológico de primera magnitud. A su presupuesto total, superior a los 1.000 M\$, la ESA tiene la intención de contribuir con 200 M Euros.

Para preparar su participación en este Proyecto, la ESA ha comenzado a realizar los siguientes estudios preliminares:

- Telescopio y carga útil
- Cámara/espectrógrafo con respuesta en el visible
- Espectrógrafo Multi-objeto y de Campo Integral optimizado en el infrarrojo

Asimismo han nombrado "Study Scientist" (P. Jakobsen) y formado el NGST-ESA-SST ("Science Study Team"), equipo encargado de supervisar estos estudios y preparar los aspectos técnico-científicos de la negociación con la NASA, que tendrá lugar en la primavera de 2000. En las negociaciones se definirá la participación europea al Proyecto.

El IAC participa en el SST a través de S. Arribas, quién ha realizado estudios específicos sobre las posibilidades que el NGST tendría para analizar galaxias con la técnica de espectroscopía de campo integral. En estos estudios se ha determinado la sensibilidad de dicho telescopio para analizar las propiedades de la componente estelar y gaseosa de galaxias con alto corrimiento al rojo. Asimismo ha realizado varios estudios comparativos relativos a la capacidad del NGST para observar un gran número de galaxias con técnicas de espectroscopía de campo integral y con técnicas convencionales de espectroscopía multiobjeto. Un resultado interesante de estos estudios es que, dependiendo de la resolución espectral, las técnicas de espectroscopía de campo integral podrían ser competitivas con relación a las técnicas multiobjeto si la densidad de objetos de interés fuera superior a un cierto valor, que entra dentro de los posibles.

Un reducido número de miembros del SST (entre ellos S. Arribas) forma parte del ASWG-, comité conjunto NASA-ESA-CSA, encargado de priorizar en esta fase los proyectos científicos del NGST y los instrumentos necesarios para llevarlos a cabo. Las conclusiones de este comité son también de la máxima relevancia para las próximas negociaciones NASA-ESA que se celebrarán la próxima primavera.

MISION SMART-2 (411099)

J. Jiménez-Fuensalida.
J.M. Herreros.

Introducción

El objetivo de las misiones SMART (Small Missions for Advanced Research and Technology) de la ESA, también llamadas precursoras, es el de desarrollar y comprobar tecnologías para futuras misiones espaciales. En septiembre de 1997 el CDTI convocó

a la industria del sector espacio y a la comunidad astronómica nacional a una reunión, consecuencia de la aparición en el verano de 1997 de peticiones de ITTs -Invitation to Tender- para estudios industriales de la próxima misión interferométrica de la ESA y la propuesta de reestructurar la programación científica del Horizon 2000, introduciendo, entre otros elementos, las misiones SMART.

Como resultado de este primer encuentro se acordó la creación, bajo la coordinación del CDTI, de un grupo de trabajo, inicialmente integrado por astrónomos, que se extendió posteriormente a la industria (CASA, CRISA, SENER, INTA y GMV) y que se llamaría GTI -Grupo de Trabajo en Interferometría-, con los siguientes objetivos:

- Identificar las tecnologías necesarias para el desarrollo de las futuras misiones de interferometría espacial, distinguiendo en cuáles puede hacer aportaciones significativas la industria nacional e incorporando tecnologías válidas, tanto para misiones ópticas como infrarrojas.

- Proponer la estrategia para el desarrollo de una misión precursora del Programa Científico que haga uso de las tecnologías y conocimientos espaciales ya disponibles en nuestro país y, en especial, de la plataforma Minisat.

- Enmarcar esta iniciativas dentro del Programa Horizon 2000 de la ESA con sus planteamientos actuales de misiones pequeñas precursoras de los grandes observatorios espaciales -misiones SMART-2.

Desde un principio el IAC se integró en este grupo de trabajo, participando activamente en las sucesivas reuniones y discusiones que dieron lugar al informe: "Estrategia científica para la definición de una misión SMART de la ESA usando la plataforma MINISAT. Posibilidades españolas en el campo de la interferometría espacial". Este documento fue presentado en junio de 1998 a la delegación de España ante la ESA -CDTI-, así como a la CICYT y al INTA, con el fin de definir la estrategia más conveniente y presentar una propuesta que permitiese iniciar los estudios entre España y la ESA para el desarrollo de una misión precursora en el campo de la interferometría espacial. A finales de 1998 el CDTI presentó a la ESA una propuesta de Misión para constituir la SMART-2. La Agencia por su parte se mostró muy interesada y entusiasmada con la idea, por lo que CASA, respaldada por el Grupo GTI, presentó en abril de 1999 una oferta a la ESA para realizar un estudio de una posible misión SMART española. Meses más tarde se aprueba el

trabajo y en septiembre de 1999 se celebra la reunión de "Kick Off", arrancando formalmente el estudio con un plazo de ejecución de seis meses. A partir del KO se han celebrado diversas reuniones y seminarios, se ha avanzado en el concepto de misión SMART-2 y se han realizado estudios de tecnologías claves concretas para futuras misiones interferométricas, como por ejemplo sobre propulsores FEEPs (Field Emission Electric Propulsion).

COSMOSOMAS (311298)

C. Gutiérrez.

R. Rebolo, R. Hoyland, J. Gallegos, B. Watson, A. Díaz, F. Llarena, P. Suárez, I. del Rosario y M. Amate.

Introducción

Tras el descubrimiento de las fluctuaciones en la Radiación Cósmica de Microondas por los Experimentos COBE-DMR y Tenerife, el mayor interés observacional se encuentra ahora en escalas angulares en torno a 1° . Estas escalas son las más sensibles a varios parámetros cosmológicos tales como la curvatura del Universo, la abundancia bariónica y la constante de Hubble. Por ello el IAC se ha embarcado en un proyecto observacional que, desde el OT, pretende complementar y extender otros proyectos en marcha tanto en tierra como desde el espacio. Se trata del Proyecto COSMOSOMAS para el que en 1997 se presentó a la DGES un proyecto de construcción que, empleando los últimos avances tecnológicos en materia de amplificadores de bajo ruido criogénicos y las cualidades del OT en la banda 10 a 33 GHz, permitieran obtener mapas del cielo a estas frecuencias con resoluciones de 1° . Estos mapas alcanzarán una sensibilidad de unos 30 microK en una región de unos 10.000 grados cuadrados del cielo, y permitirán tanto la medida del nivel de anisotropía de la Radiación Cósmica de Microondas, como la estimación de la contribución de la emisión galáctica a estas frecuencias, representando una ayuda importante a otros proyectos observacionales en marcha.

La técnica de observación se basa en realizar barridos casi circulares del cielo con una frecuencia de 1 Hz gracias a platos giratorios de gran dimensión que reflejan la radiación celeste hacia antenas paraboloideas que a su vez focalizan en los detectores. Cada mapa diario cubre una amplia zona de cielo (20° de anchura en declinación, con cobertura completa en ascensión recta) con una sensibilidad de aproximadamente 500 microK por

haz. Los dos primeros experimentos de la serie (COSMO10 y COSMO15) fueron terminados a lo largo del año, y se encuentra en pleno funcionamiento.

Algunos resultados relevantes

- COSMO15: terminado y en funcionamiento.
- COSMO10: terminado y en funcionamiento.
- COSMO30: se aplaza su fabricación.
- Corrección de fallo en el sistema de comunicaciones "fast-link".
- Diseño, fabricación e instalación de una barrera perimetral para ambos experimentos, puertas de acceso, piso antirresbalante suspendido y emplazamiento cubierto para sistema eléctrico y sistema de vacío.

Evolución del Proyecto

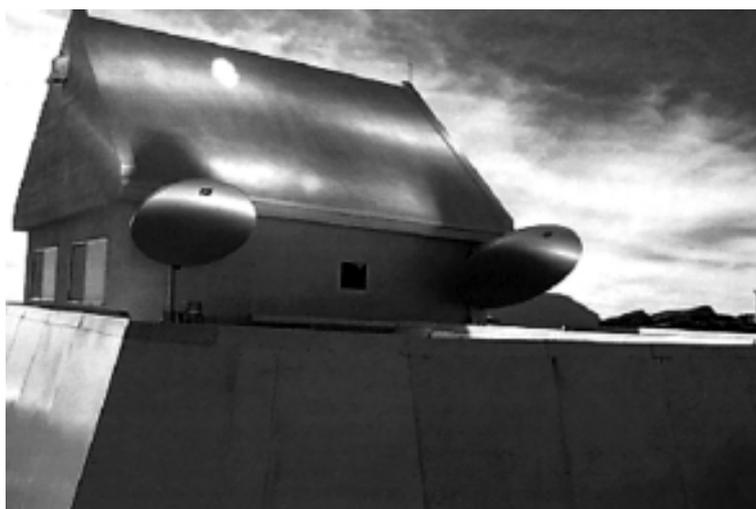
A principios de 1999 se decidió el emplazamiento del Experimento COSMO10 (al lado del COSMO15). Seguidamente se realizó un estudio del COSMO15, inicialmente se habló de modificar un 50% del instrumento: soporte criostato, base de soporte espejo giratorio, amplificadores de microondas, alimentación automática y caja FI, pero más adelante surgieron nuevos elementos cuya sustitución o

reforma se hicieron imprescindibles: sistema de transmisión de datos, espejo giratorio y su motorización. Finalmente se modificó un 85% de este instrumento.

COSMO10: se realizó el diseño, construcción, instalación y pruebas del instrumento.

Una vez terminados los instrumentos se procedió a instalar la barrera perimetral: limpieza y nivelado de la zona, instalación de cimentaciones, colocación de bases, suelo suspendido, puertas de acceso y emplazamientos cubiertos para albergar el sistema eléctrico y de vacío.

Respecto al instrumento COSMO30. Se realizó la planificación de la fabricación, se estudió su emplazamiento, se realizaron mediciones del reflector paraboloide, se diseñó y fabricó el criostato, el soporte del espejo giratorio, el sistema de motorización del espejo, se adquirió el material para el espejo giratorio monolítico, se realizó el diseño previo de una barrera perimetral trapezoidal y se hicieron consultas y pruebas para la fabricación de un espejo secundario dentro y fuera del IAC. La continuación del experimento queda ahora pendiente de las gestiones que se están realizando con diversas instituciones para la obtención de los amplificadores de 30 GHz.



AREA DE INSTRUMENTACION

Corresponde al Area de Instrumentación el soporte tecnológico, la elaboración y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para el cumplimiento de los fines y objetivos del Instituto.

El Area de Instrumentación se responsabiliza de:

- El desarrollo de nueva instrumentación para la investigación astrofísica.
- El mantenimiento de la instrumentación astronómica existente.
- La utilización de las capacidades tecnológicas en otros campos de la Ciencia o de la Técnica que favorezcan el desarrollo del entorno.
- La capacitación de personal técnico.
- Generar y ceder tecnología.

ALGUNOS RESULTADOS RELEVANTES

Durante 1999 se pueden destacar, entre las diversas actividades llevadas a cabo, el final de los Polarímetros Visible e Infrarrojo, que están plenamente operativos, la completa renovación realizada a la Cámara del telescopio TCS CAIN, el inicio del Diseño de Detalle Mecánico y Fabricación de la Óptica de LIRIS y el arranque efectivo de los Proyectos Espaciales para los satélites PLANCK y FIRST. Si entre todo el trabajo realizado hay que resaltar alguna actividad, ésta ha sido el inicio de la Instrumentación para el telescopio GTC.

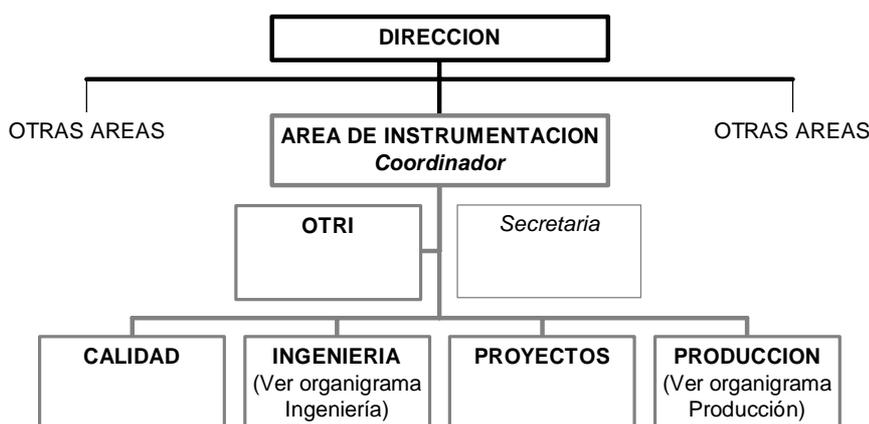
En efecto, este año ha girado especialmente en torno a los Instrumentos para día uno del telescopio GTC. Todos los instrumentos que se presentaron al anuncio de oportunidad estaban liderados por el IAC. El inicio de estos Proyectos de Instrumentación ha llevado emparejados no pocos problemas y tensiones, al tratar de minimizar su impacto con otras actividades. En 1998, el Area de Instrumentación dedicó a esta tarea menos de 4.000 horas de ingeniería; en 1999 se ha triplicado esta cantidad.

Otra actividad a destacar ha sido la organización por parte de la OTRI del IAC de las Jornadas Técnicas de la Red Nacional OTRI-99, que durante cuatro días congregaron en el Puerto de la Cruz a más de 150 Técnicos y Directores de las distintas OTRIs de España.

INFRAESTRUCTURA

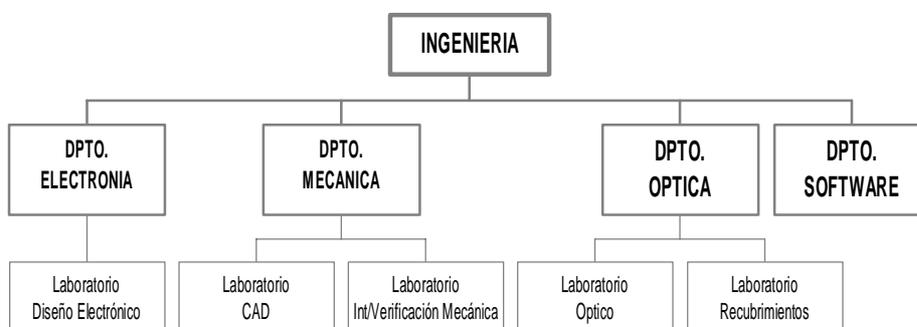
El Area de Instrumentación dispone de unos medios humanos y materiales estructurados en tres grupos: Proyectos, Ingeniería y Producción.

El primer grupo lo componen los gestores de **Proyectos**, actualmente 7 titulados superiores. La **Ingeniería** está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Optica; la componen 32 titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas). **Producción**, con 4 titulados superiores, 2 titulados medio y 22 técnicos, se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica, Servicio de Mantenimiento Instrumental y Laboratorio de Fotografía y Laboratorio de Fibras Ópticas.



INGENIERIA

La plantilla de Ingeniería la constituyen más de 32 titulados superiores con una formación procedente de los diferentes campos de las Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática y Aeronáutica) o de las Ciencias (Físicas y Matemáticas). La organización en Departamentos y Laboratorios es la siguiente:



A continuación se mencionan brevemente las novedades durante este año, tanto en las líneas de trabajo como en las infraestructuras de los Departamentos, sin entrar en la actividad dentro de los proyectos que se encuentra recogida en otros apartados de esta Memoria.

Jefe de Ingeniería: **C. Martín Díaz**

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURAS Y LINEAS DE TRABAJO

Departamento de Electrónica

En el Departamento de Electrónica se ha adquirido un sistema de desarrollo basado en bus VME, con software VxWorks, con el objetivo de profundizar en el conocimiento y utilización de dicha tecnología, identificada como adecuada para el Sistema de Control del telescopio GTC. Por razones prácticas y económicas, esta actividad ha sido canalizada a través de los recursos del Proyecto EMIR, en cuyo seno se ha procedido a configurar el sistema, seleccionar los componentes y realizar la adquisición de los mismos, dejando así el camino libre hacia la puesta en marcha y utilización propiamente dicha a lo largo del año 2000.

Por último se ha completado la dotación del Laboratorio en lo que a polímetros portátiles se refiere, mediante la adquisición de cuatro unidades del polímetro FLUKE modelo 89-IV, el cual combina un elevado conjunto de prestaciones de medida con una gran capacidad de maniobra debido a sus pequeñas dimensiones y peso.

Jefe: **L.F. Rodríguez Ramos**

Departamento de Mecánica

En el Departamento de Mecánica, una vez decidida la estandarización dentro del Departamento del diseño en 3D basado en Pro-Engineer, se ha extendido a todos los miembros del mismo la formación básica en análisis por técnicas de elementos finitos, basándose en el paquete de software ANSYS. Estos ciclos formativos continuarán el próximo año.

Este año se ha aumentado la dotación de infraestructura y mobiliario del Laboratorio de Integración y Verificación Mecánica, destacando entre otros, la puesta en funcionamiento del medidor de par de motores, el sistema de control de acceso, mobiliario diverso (estanterías, carros, etc.), así como útiles de manipulación para los instrumentos. También se ha firmado un contrato para la reforma de la campana de aluminizado situada en el Taller de Mecánica, de forma que esta campana también podrá utilizarse como horno desgasificador para las

100 En el Laboratorio de Diseño Electrónico se ha continuado con la renovación de los osciloscopios anticuados, procediéndose a la adquisición de uno nuevo de elevadas prestaciones, marca TEKTRONIX modelo TDS724D. También se ha procedido a adquirir una segunda fuente de referencia de tensión de la marca TIME Electronics, Ltd. modelo 2003S, necesaria por su gran demanda, y se ha completado la dotación de generadores de señal de propósito general, herramienta muy utilizada en desarrollo y verificación electrónicas con la adquisición de cuatro generadores HP33120A.

piezas grandes de los futuros instrumentos infrarrojos. En cuanto a la Sala de CAD, se ha adquirido una nueva estación de trabajo (Pentium III, 256 MB RAM, tarjeta Matrox, monitor 21") y se han actualizado las licencias de Pro-Engineer, ANSYS y MathCAD. También se dispone de una nueva base de datos de características y propiedades de materiales.

Jefe: **V. Sánchez de la Rosa**

Departamento de Optica

En el Departamento de Optica se ha adquirido una licencia adicional del software de diseño óptico Zemax y otra temporal de Code V, debido a la gran carga de trabajo que ha habido este año con el fuerte arranque de los instrumentos para el telescopio GTC. También se han comprado tres nuevos paquetes de software, TracePro, Grating Solver y Glad que complementan a los de diseño existentes. El primero, TracePro es de diseño optomecánico y luz difusa, Grating solver es de análisis de redes de difracción y Glad es de diseño y análisis de sistemas ópticos láser. Con el inicio del Proyecto de Estrella Láser Guía Artificial, cuyas primeras pruebas se han realizado a finales de año en la OGS, el Departamento de Optica ha abierto esta nueva línea de especialización. En diciembre se ha pedido una nueva estación de trabajo SUN U60 para aumentar la velocidad de los cálculos necesarios para el diseño óptico, que llegará a primeros de 2000.

En cuanto al Laboratorio de Optica, es de resaltar la compra de un interferómetro Zygo de altas prestaciones. Este equipamiento, altamente demandado y que no ha sido posible adquirir hasta este año, permite la verificación de elementos y subconjuntos ópticos con gran precisión y está dotado de varios accesorios, como esferas de referencia, y el software de análisis necesario. Durante el año 2000 habrá que familiarizarse en su uso para su aplicación a la óptica de LIRIS y de los instrumentos del telescopio GTC.

Departamento de Software

El Departamento de Software ha comenzado este año a familiarizarse con el Rational Unified Process (RUP), la nueva metodología y herramienta de desarrollo para los programas de control y adquisición de datos de los instrumentos del telescopio GTC. Esta metodología es una alternativa al tradicional método de cascada y ha sido adoptada

como estándar por GRANTECAN, S.A. En esta misma línea, se ha seguido extendiendo por el Departamento el conocimiento de los nuevos lenguajes y herramientas que serán necesarios para los futuros instrumentos, como son la Orientación a Objeto, C++, Java o Corba.

Futura Sala de Integración y Verificación de Grandes Instrumentos

La integración de grandes instrumentos como OSIRIS (cuyas dimensiones aproximadas pueden ser de 2x2x2 m³ y un peso de 2 toneladas), EMIR (3,5x1,5x1 m³ y un peso de 2,5 toneladas) y/o otros futuros instrumentos que podrían ser mayores a los ya mencionados, requerirá la construcción de una sala de mayor altura y mayor volumen a las actualmente existentes en el IAC.

Además de permitir la integración de los instrumentos, esta futura sala deberá alojar todas las instalaciones e infraestructuras necesarias para la verificación parcial o total de los mismos, de las cuales actualmente carece el IAC.

En el espacio que ocupe esta futura sala habrá un área de almacén, un área de testeo óptico, una zona para la integración y verificación mecánica, un simulador del anillo rotador del foco Nasmyth junto con un área de las mismas características que la plataforma Nasmyth del telescopio GTC, un simulador del anillo rotador del foco Cassegrain del telescopio GTC y un área para la instalación de un sistema de medida de tres coordenadas mayor que el que existe en la actualidad. En general, el espacio ocupado por cada área no estará delimitado para permitir un cierto acomodo a las necesidades concretas de cada instrumento. Una característica importante de esta sala será que debe permitir un rápido y fácil acceso a los distintos laboratorios y talleres del IAC.

Desde que se iniciaron las actividades en octubre de 1999, se ha avanzado en la definición de los requerimientos y características que debe cumplir esta sala de integración de grandes instrumentos y también se han ido determinando los equipos auxiliares necesarios y sus características. A lo largo del año 2000 se realizará un proyecto completo, cuya ejecución tendrá lugar previsiblemente en el año 2001. T. Viera y C. Martín están a cargo de este Proyecto.

Archivo de documentación técnica del Area

Este año, y como resultado de un grupo de mejora, se ha puesto en marcha un archivo único y centralizado para toda la documentación técnica generada en el Area. El sistema de archivo va acompañado del correspondiente procedimiento dado de alta en el Plan de Calidad del IAC.

Con la puesta en marcha del archivo y sus procedimientos, toda la documentación técnica generada en el ámbito de los proyectos o los Departamentos queda correctamente localizada y referenciada gracias a que, en colaboración con el Centro de Cálculo, se ha desarrollado una base de datos que puede ser consultada fácilmente por cualquier persona del Area desde su puesto de trabajo. Para ampliar todavía más su uso, actualmente se está trabajando para que las consultas a la base puedan hacerse desde la Web interna del Area con el uso de un navegador de Internet.

El sistema permite el registro de cualquier documento interno, externo, en formato papel o informático y su alcance se extiende a toda Instrumentación con excepción del Laboratorio de Calibración Eléctrica y los planos de taller, que disponen de su propio sistema. Para la realización de informes también se ha generado una plantilla para el procesador de textos Word de uso estándar en el Area.

Nuevo procedimiento para los planos de Mecánica

Junto con Producción, este año se ha finalizado, a falta de aprobación, el procedimiento para el intercambio de información y de planos mecánicos entre el Departamento de Mecánica, el Gabinete de Delineación Técnica y el Taller de Mecánica.

Con la puesta en marcha de este procedimiento se establece un entorno y unas reglas de funcionamiento que estandarizan el complicado flujo de información que se establece entre los tres grupos (Proyectos, Ingeniería y Producción) durante el desarrollo de un proyecto, esto es, el concepto, el diseño, la fabricación, la verificación y el montaje de los sistemas mecánicos. El sistema clarifica las responsabilidades de todos los involucrados en cada una de las fases del desarrollo.

Web y pósters

Está prácticamente terminada la elaboración de las páginas Web externas relacionadas con el Area de Instrumentación. Estas páginas describen el Area, sus principales infraestructuras y el desglose de las actividades. Lo mismo sucede con la información gráfica y texto en forma de póster que han quedado

expuestos durante este año en los pasillos del Area. Estos pósters describen el Area, sus laboratorios y los proyectos instrumentales más relevantes. En el año 2000 habrá que crear los procedimientos y/o instrucciones de trabajo necesarias para que el mantenimiento de toda esta información sea automático y esté siempre actualizada.

FORMACION

Como todos los años, se ha hecho un esfuerzo en la formación de los ingenieros. En general la formación ha consistido en cursos, tanto en el IAC como fuera, y asistencia a congresos especializados. Hay que hacer notar que aparte de estas actividades concretas, el componente de formación que representa el trabajo en la mayoría de los proyectos es también muy alto, sobre todo en las etapas iniciales. La naturaleza de los proyectos actuales hace que la formación forme parte del trabajo diario y no sólo para los nuevos ingenieros que se han incorporado.

Comparando con el año pasado, el tiempo dedicado a formación ha sido el 6,2% de la actividad de la Ingeniería, lo cual representa unos dos puntos menos. Este descenso en el tiempo dedicado a cursos, congresos, etc. es debido, por un lado, a la ausencia de grandes congresos, como el de "*Astronomical Telescopes and Instrumentation*", que tendrá lugar a principios de 2000 y al cual suelen asistir un buen número de ingenieros y, por otro lado, al hecho de que este año han arrancado con mucha fuerza y dedicación los proyectos para el desarrollo de instrumentación para el telescopio GTC.

De entre las actividades concretas de formación se podrían destacar los siguientes cursos con la asistencia de varios ingenieros (algunos de ellos individualizados):

- "Gestión de Proyectos"
- "Introduction and Advanced Topics in Opto-Mechanical Design"
- "Optica Aplicada"
- "Solid State Imaging Devices"
- "Sistema Operativo Virtuoso"
- "Modern Infrared Detectors and System Applications"
- "Active's Embedded Computing"
- "Introducción a los elementos finitos con ANSYS 5.5"
- "Creación de Servicios de Vigilancia Tecnológica"
- "Visible Analyst"

También destacan la asistencia a los congresos, conferencias internacionales o workshops como "Joint Meeting Acustical Society of America", "Simposium Nacional de Reconocimiento de Formas

y Análisis de Imágenes”, “Cryogenic Engineering Conference”, “8th European Space Mechanisms and Tribology Symposium”, “Optical Science, Engineering, and Instrumentation SPIE Annual Meeting” y “7th Int. Conference on New Developments and Applications in Optical Radiometry”. Otras actividades han consistido en visitas a empresas, ferias u otros centros.

En cuanto a actividades de formación no técnicas hay que mencionar:

- “Aplicación de habilidades sociales a las relaciones interpersonales en el IAC”
- “Seguridad y Salud”
- “Contraincendios”
- “Modelo Europeo de Gestión y Dirección de Equipos”
- “Reingeniería de Procesos”

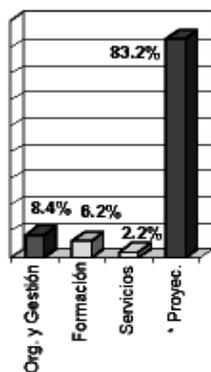
ACTIVIDAD

Este apartado describe el desglose de las actividades de Ingeniería durante 1999.

La distribución del tiempo en Ingeniería puede verse en el siguiente gráfico (Gráfico I), donde se han representado los porcentajes de dedicación a proyectos, formación, servicios, organización y gestión.

Gráfico I

Distribución por actividad



* Ver Gráfico II

En organización y gestión, un 8,3%, se incluyen las tareas del Jefe de Ingeniería, la gestión de los Departamentos por parte de los Jefes (en torno a un 50% de su tiempo), y el tiempo de los ingenieros dedicado a atender a los Laboratorios, al estudio o realización de trabajos para el propio Departamento, o a la compra, recepción y puesta en marcha de equipos. Este año, el tiempo dedicado a la organización y gestión de la Ingeniería ha disminuido ½ punto con respecto a 1998, debido a que se ha requerido una mayor participación de los Jefes de Departamento en los proyectos.

En cuanto al tiempo de formación, el 6,2% da una idea del esfuerzo del IAC del tiempo dedicado expresamente a formación pero no incluye la formación específica que se pueda adquirir durante el desarrollo de un proyecto instrumental. Con relación a 1998 ha disminuido en más de 2 puntos, hecho significativo debido principalmente a que este año los proyectos han requerido un gran aporte de recursos humanos para el cumplimiento de sus objetivos.

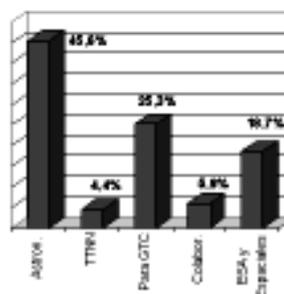
El 2,2% dedicado a servicios por parte de Ingeniería, incluye principalmente el tiempo de las actividades relacionadas con el IAC que son ajenas a los proyectos en marcha o al propio Departamento. Esto es, preparación y atención a visitas, Comité de Empresa, resolución de consultas técnicas tanto internas como externas al IAC, asistencia a Mantenimiento Instrumental, realización de pequeños trabajos por encargo como pueden ser calibraciones, etc. El porcentaje es ligeramente inferior al del año anterior.

Finalmente el 83,2% de toda la capacidad de la Ingeniería se ha dedicado a trabajar directamente en proyectos. Como las tareas de organización y gestión (un 8,3%) recaen principalmente en los Jefes de Departamento y el Jefe de Ingeniería, el tiempo efectivo dedicado por cada ingeniero a trabajar en proyectos es significativamente mayor. Debido a la reducción del porcentaje de organización y gestión y al de formación, este año, proporcionalmente, se ha aumentado casi en 4 puntos esta dedicación.

En el siguiente gráfico se puede apreciar el reparto de tiempos entre los diferentes tipos de proyectos (Gráfico II).

Gráfico II

Distribución por Proyectos



El 45,6% se dedica a proyectos astronómicos, entre los que destacan principalmente LIRIS (23,8%), CAIN II (9,1%) y Polarímetros (4,8%). Con menor dedicación se encuentran los proyectos de Prueba de Estrellas Láser Guía en la OGS (2,3%), PTB/

COSMOSOMAS (1,9%) y la Reforma Optica de la VNT (1,7%), quedando el 2,0% restante repartido entre ABEL, Fotometría Solar y la Coronografía con NOTCAM.

Los proyectos dentro de "Telescopios Nocturnos" se llevan el 4,4%, entre los que destacan la Mejoras al programa de control de los TTNN (2,3%) y la Caja de Adquisición y Guiado TCS (1,7%).

Los proyectos espaciales o en relación con la Agencia Europea del Espacio constituyen el 18,7% del total dedicado a proyectos, lo cual representa casi 1 punto más que el año pasado debido al arranque de FIRST/PLANCK (5,5%) y a la mayor actividad en la OGS (11,0%) que compensa la bajada en SPACE DEBRIS (2,2%).

Los proyectos relacionados con GTC han sido el 25,3%, casi 20 puntos más que en 1998, debido al arranque de los instrumentos EMIR (16,1%), OSIRIS (7,4%) y CANARI-CAM (1,6%).

Finalmente, los proyectos de colaboración han requerido el 5,9%, la mitad que el año pasado, debido a la disminución de la actividad en el Proyecto del Espacio Acústico Virtual.

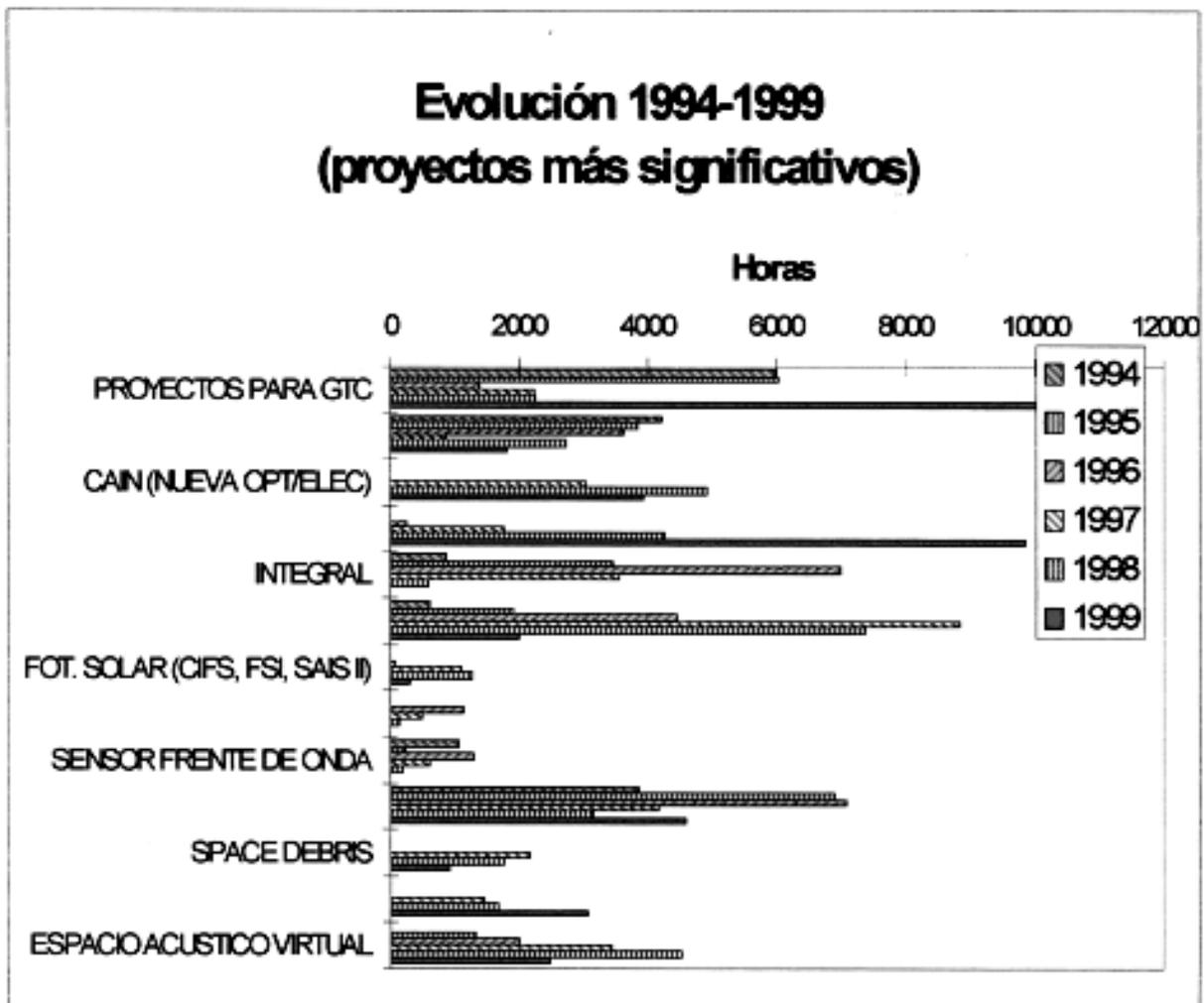
De manera absoluta, los proyectos con mayor esfuerzo han sido LIRIS (23,7%), EMIR (16,1%), OGS (11,0%), CAIN-II (9,1%) y OSIRIS (7,4%).

En comparación con 1998 la actividad de este año ha supuesto un incremento importante para algunos proyectos y la finalización de otros. En el siguiente gráfico (Gráfico III) puede verse la evolución de la dedicación de la Ingeniería a los proyectos más significativos.

Hay que destacar el arranque de los proyectos de instrumentación para GTC (EMIR y OSIRIS) y los espaciales FIRST y PLANCK, la gran actividad en LIRIS y la disminución y en algunos casos finalización de Integral, Polarímetros, Space Debris y aunque no queda tan patente en la gráfica, de CAIN y de los proyectos de fotometría solar (FSI, CIFS y SAIS II). A falta del inicio de las operaciones, también se han terminado prácticamente, los trabajos en la OGS.

Al margen de lo anterior, no hay que olvidar mencionar que se superó el temido efecto 2000, que prácticamente sólo supuso la realización de ligeras modificaciones al software de telescopios e instrumentos.

Gráfico III



OTRAS ACTIVIDADES A DESTACAR

Al margen de la actividad normal en los proyectos instrumentales relacionados con telescopios o espaciales, durante 1999 también se han realizado otros trabajos o participado en otras tareas, algunas de las cuales se mencionan a continuación.

En el mes de noviembre, T. Viera y L.F. Rodríguez (Dpto. de Electrónica) realizaron una aproximación inicial al estudio de la situación de compatibilidad electromagnética en el OT, mediante análisis efectuados in situ utilizando el analizador de EMI HP8546A del que dispone el Laboratorio de Electrónica. A pesar de la corta duración, permitió reunir información suficiente como para estimar la conveniencia de profundizar en este terreno y dedicar esfuerzo en el futuro al conocimiento de la situación, de forma que puedan llegar a plantearse áreas de mejora y metodologías específicas de solución de los problemas detectados.

P. Redondo (Dpto. de Mecánica) ha realizado, al margen de su jornada de trabajo en el IAC y como proyecto de fin de carrera, el diseño conceptual mecánico del Proyecto ABEL, Cámara Espectrógrafo Infrarrojo prevista para ser instalada en el telescopio TCS.

BECARIOS

Este año, al igual que otros anteriores, se ha dado la oportunidad a varios estudiantes de los últimos años de carrera o recién licenciados de disfrutar de una beca para la realización de un estudio o trabajo en el Área de Instrumentación que en algunos casos ha servido para la realización del proyecto fin de carrera.

- Daniel Corredor (Ingeniero Industrial y de Telecomunicaciones por la Univ. Autónoma de Barcelona).

Beca de Verano del Dpto. de Electrónica, donde trabajó con un sistema compuesto por una cámara dotada de un sensor de la emergente tecnología CMOS (modelo Fuga15d, de la casa V-CAM Technologies) y una placa para bus-PCI conectada a un PC. En una primera fase su trabajo se centró en la puesta en marcha del mencionado sistema y el análisis de sus prestaciones, empleando para ello el software incluido con el producto. En una segunda fase desarrolló un software propio para utilizar la cámara CMOS en una aplicación concreta, consistente en el seguimiento de objetos luminosos dentro del campo de visión de la cámara. Para ello se valió de la posibilidad que presentan los sensores de tecnología CMOS de leer ventanas de tamaño y posición arbitraria, con lo que se pueden conseguir muy elevados ritmos de refresco de zonas concretas

del área del sensor. La aplicación fue probada experimentalmente con puntos de luz moviéndose frente a la cámara y los resultados del seguimiento fueron totalmente satisfactorios.

Supervisores: *E. Joven* y *F. Gago*.

- José Caraquitená (Licenciado en Físicas, especialidad de Óptica, por la Univ. de Valencia). Beca de Verano en el Dpto. de Óptica, donde trabajó en la puesta a punto de un sistema para la caracterización espectral en el visible e infrarrojo, orientado a transmisiones e interfases. También trabajó en un montaje para la visualización y verificación cosimétrica de filtros interferenciales. Supervisor: *R. López*.

- Luis Fabiani (Estudiante de 4º curso de Informática en la Univ. de Zaragoza).

Beca de Verano en el Dpto. de Software, donde trabajó desarrollando un sistema de monitorización de los Telescopios Nocturnos. El objetivo era soportar la monitorización y visualización del sistema de control de los telescopios TTNN de forma no obstructiva y marcando como metas el alcanzar un alto grado de modularidad, reusabilidad y flexibilidad, usando para ello técnicas de Orientación a Objetos, patrones, CORBA, Java y C++. El sistema desarrollado es de gran utilidad para aplicaciones distribuidas en tiempo real en las que se visualiza información procedente de sensores u otras fuentes de información. El sistema se ha desarrollado basándose en el framework DOVE (Distributed Object Visualization Environment).

Supervisor: *J.C. López*.

- Marcos Suárez (Ingeniero en Electrónica y Automática por la Univ. de Gijón).

Beca de Verano asignado al Proyecto de Creación de un Espacio Acústico Virtual (Dpto. de Electrónica). Trabajó en la implementación eficiente del cálculo de la respuesta impulsional de un sistema. Para ello, empleó patrones de ruido pseudoaleatorio en forma de Secuencias de Longitud Máxima (MLS) como señales de prueba mediante la Transformada Rápida de Hadamard (FHT). Dicho desarrollo ha permitido sustituir ventajosamente al software utilizado anteriormente para el procesamiento asociado a las medidas de HRTF, reduciendo significativamente el tiempo empleado. Supervisor: *H. Chulani*.

- R. Abreu, (Licenciado en Física, especialidad de Astrofísica por la Univ. de La Laguna).

Beca de Verano (Dpto. de Electrónica) para trabajar en el Proyecto Planck de la Agencia Espacial Europea, participando en las pruebas del radiómetro de baja frecuencia (30 y 44 GHz) que lleva a cabo el IAC. También participó en la fase de diseño, pruebas y construcción de un conmutador de fase para microondas igualmente desarrollado en el IAC.

Durante este período trabajó durante dos semanas en los Lab. Rutherford Appleton (Oxford, Reino Unido), en el Lab. de Tecnología Espacial, usando métodos de construcción adecuados para la elaboración del prototipo en condiciones para la elaboración del prototipo en condiciones más cercanas a la realidad del diseño final. El informe sobre el trabajo realizado en el prototipo del conmutador de fase será parte de la documentación final que empleará la industria para fabricar el modelo de vuelo.

Supervisor: *R. Hoyland*.

- Santiago A. Correa (Ingeniero mecánico por la Univ. EAFIT, Medellín, Colombia).

Becario de marzo-junio en el Dpto. de Mecánica. Su trabajo se centró en el cálculo de estructuras mecánicas por elementos finitos para el Proyecto LIRIS. Durante su estancia impartió un curso introductorio sobre "Elementos finitos con el programa ANSYS".

Supervisores: *V. Sánchez y el Prof. C. Militello (Univ. de La Laguna)*.

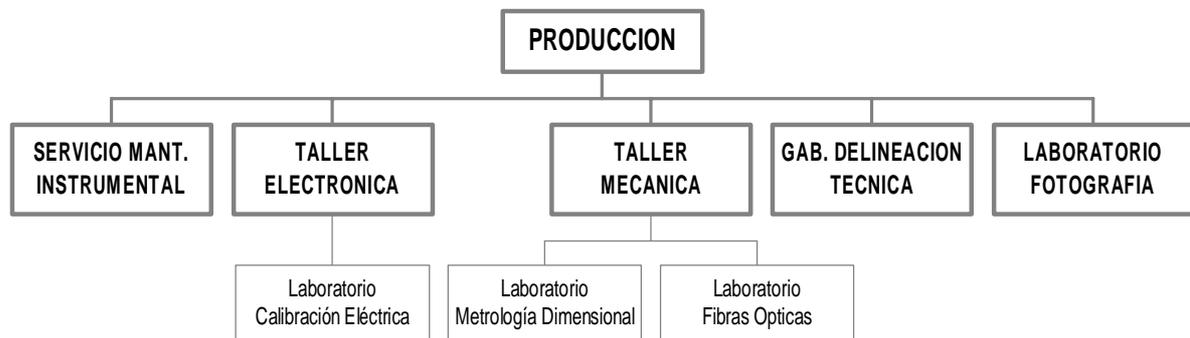
- Andrew James Lerwill (Estudiante de Física de la Univ. de Hertfordshire, Reino Unido).

Desde el mes de septiembre de 1999 y por una estancia de prácticas de un año en el Dpto. de Optica. Las tareas que está realizando están relacionadas, por un lado, con el mantenimiento y gestión del Laboratorio de Optica y por otro, con dar soporte a los proyectos que requieran el uso del Laboratorio o su instrumentación. Así, está organizando y gestionando el material del Laboratorio, controlando la climatización de la sala, verificando y caracterizando filtros, lentes, etc. y poniendo a punto los principales equipos del Laboratorio. También ha participado y lo seguirá haciendo en aquellos proyectos donde se requieran montajes ópticos, alineados y pruebas.

Supervisa su trabajo: *R. López*.

PRODUCCION

Con un total de 28 personas, Producción se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica, Servicio de Mantenimiento Instrumental y Laboratorio de Fotografía.



Jefe de Producción: **J. Calvo Tovar**

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURA

Durante 1999 las mejoras en infraestructura realizadas en el Taller de Mecánica se enfocaron hacia el aumento de las prestaciones de la maquinaria existente y la mejora de la calidad ambiental y seguridad de las personas que trabajan y acceden al Taller. Para cumplir estos objetivos se adquirió el siguiente material: un recuperador de disolvente, un equipo para producir agua destilada, un armario de alta seguridad para productos inflamables, un limpiador de pistolas de pintura y un depósito y electrobomba de gasóleo que mejoren la calidad del acabado del proceso de pintura y, finalmente, un medidor de Ph con la suficiente precisión que asegure con fiabilidad las fases de anodizado.

El Taller de Electrónica adquirió una nueva herramienta de desarrollo para microcontroladores PICs, concretamente el MPLAB-ICD que permite la emulación y la depuración de código en tiempo real, así como con sendos softwares para la programación de Automatas Programables (TLX PL7M) y de Terminales de Diálogo (XBTL1000) que se enmarcan en una nueva línea de trabajo de este taller enfocada a la automatización de procesos.

Respecto al Laboratorio de Calibración, se han realizado varias adquisiciones entre las que cabe destacar el programa METCAL que constituye una potente herramienta para la automatización de las calibraciones, y un módulo de adquisición de datos DAS-8000, que proporciona una mejora importante en el control y registro de condiciones ambientales de la Sala de Calibración.

Por otro lado, un Convenio de Colaboración con el Instituto Tecnológico de Canarias y la cesión, por su parte, de un Calibrador Multifunción Fluke 5520A ha permitido dotar a este laboratorio de la instrumentación necesaria para realizar calibraciones de pinzas amperimétricas por el método de bobina en corriente continua y alterna hasta un máximo de 1.000 amperios.

Por último, destaca la reciente implantación de un nuevo programa de facturación y gestión de los Almacenes de Mecánica y Electrónica, desarrollado por el Centro de Cálculo del IAC, que permitirá entre otras prestaciones, consultar desde cualquier PC las existencias de los artículos de ambos almacenes.

Con el fin de completar y ampliar el archivo fotográfico con las imágenes de todo lo que se considere interesante documentar de forma gráfica, el Laboratorio de Fotografía adquirió un escáner Cool Scan 2000 de Nikon con alimentador de diapositivas. Un CD-ROM, una Tarjeta SCSI ADAPTEC 1505, un disco duro de 8,4 GB y una ampliación de memoria a 128 MB completaron el equipamiento necesario para proceder a las digitalizaciones y procesado de las imágenes. Esta información podrá ser consultada desde los distintos puestos de trabajo permitiendo la selección y exportación de imágenes a través de la red.

Para poder obtener una documentación gráfica en formato digital con la rapidez que muchas veces requieren algunos montajes, configuraciones, instalaciones etc., se ha adquirido una cámara digital de uso general para el Area de Instrumentación.

El Servicio de Mantenimiento Instrumental ha visto renovado su parque móvil con una Pickup con doble cabina. La adquisición de un software de diseño y simulación de circuitos electrónicos, un lector grabador de CD-ROM y una unidad ZIP completan la infraestructura de este Servicio.

Mejoras de hardware y software para procesar más rápidamente y tener mayores prestaciones en los cada día más extensos ficheros con los que trabajan en Delineación Técnica han sido las mejoras en su infraestructura a lo largo de 1999. La compra de un monitor de 21", dotar con lectores ZIP los puestos de trabajo, instalar en uno de ellos un disco duro de 6,4 GB y ampliar todas las estaciones de trabajo a 192 MB de RAM han sido las adquisiciones realizadas para este Servicio.

FORMACION

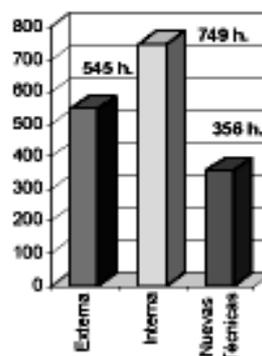
Al igual que en años pasados, la formación fue considerada de tres tipos: interna, externa y nuevas tecnologías. Interna: se trata de transferir los conocimientos de personas cualificadas en unos

determinados temas al resto de sus compañeros, incluida la lectura de documentos, manuales, etc. Externa: se trata de mejorar y ampliar conocimientos de procesos y uso de maquinaria, mediante cursos impartidos por personal no perteneciente a Producción. Nuevas técnicas: aprendizaje sobre técnicas hasta ahora no utilizadas en Producción.

El reparto de horas dedicadas a cada tipo de formación queda reflejado en el gráfico siguiente (Gráfico IV):

Gráfico IV

Distribución en horas según el tipo de formación



Comparando los valores con respecto a 1998 se aprecia una gran variación en número de horas dedicadas a la Formación Interna: ha pasado de 1.373 horas en 1998 a 749 horas en 1999. La razón principal ha sido un cambio en la organización y seguimiento de trabajos realizada por el nuevo Jefe del Taller de Electrónica. Dicho Taller facturó este año en Formación Interna 379 horas frente a las 1.138 del pasado año. Los demás Talleres o Servicios, a excepción de Mantenimiento Instrumental, tienen una dedicación similar a la de 1998. Mantenimiento Instrumental incrementó prácticamente en 2,5 veces su dedicación a la Formación Interna; además de la invertida en revisar procesos, hubo una alta dedicación a practicas con el programa Protel para realizar esquemas de circuitos electrónicos. De forma general, la dedicación ha sido del 5,73% del total de horas trabajadas.

MEMORIA
IAC 1999

107

Durante 1999 se impartieron los siguientes cursos dentro de Formación continua:

- "Word '97"
- "Contraincencios"
- "Prevención de Riesgos Laborales"
- "Modelo Europeo de Gestión y Dirección de Equipos"
- "Aplicación de Habilidades Sociales a las Relaciones Interpersonales en el IAC"
- "Reingeniería de Procesos"

- "Modelo Europeo de Calidad (EFQM)"
- Charlas sobre "Costes de Calidad"

En el Taller de Electrónica se impartió un curso avanzado sobre los módulos de "Diseño de Esquemas" y "Diseño de Circuitos Impresos" del programa Protel '98. Este curso fue impartido por personal de Protel Technology S.L. Continuando en la línea del año pasado se ampliaron los conocimientos sobre microcontroladores asistiendo a un curso avanzado de "Autómatas Programables". Cursos de "Gestión de Proyectos" y actividades de autoformación en simulación de circuitos con el Protel '98, "Microcontroladores", "Autómatas Programables", "Compatibilidad Electromagnética" y "Metrología Eléctrica" han completado la formación de este Taller. Una novedad ha sido la aportación de sus técnicos a la formación de personal del Dpto. de Electrónica, impartiendo una sesión de "Introducción al programa Protel".

El personal del Taller de Mecánica asistió a cursos de "Soldabilidad de los metales y aleaciones no férreas", "Métodos de calibración y verificación en máquinas de medición por coordenadas", "Unión mediante adhesivos", "Gestión de residuos" y "Gestión de Proyectos".

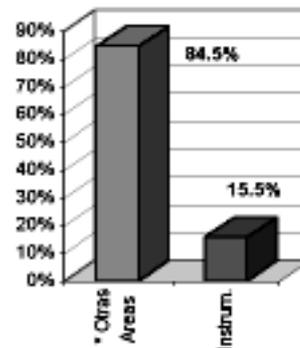
Mantenimiento Instrumental recibió formación muy especializada en el Obs. de Jodrell Bank y la Univ. de Cambridge para el mantenimiento de equipos criogénicos en el Proyecto Anisotropía de la Radiación de Fondo Cósmico de Microondas. También desplazó a uno de sus técnicos a la empresa Zeiss (Alemania) para asistir a un entrenamiento de mantenimiento de uno de los elementos ópticos de la OGS (FPM). Se realizó también un curso de "Gestión de Proyectos".

Delineación Técnica, a excepción de un curso de "Gestión de Proyectos", dedicó su formación a mejorar el uso de sus programas de forma personal.

El Laboratorio de Fotografía ha dedicado su formación específica al uso del escáner Nikon Coolscan LS-2000 y al manejo del programa Adobe Photoshop hasta un nivel aceptable para el retoque y confección de fotomontajes, etc.

Gráfico V

Distribución del tiempo invertido por Producción



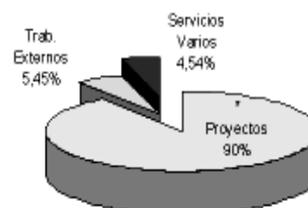
* Ver Gráfico VI

La parte que corresponde al Area de Instrumentación sólo comprende, como se verá más adelante, el tiempo empleado en formación de Producción y el soporte que da al resto de Departamentos, Laboratorios, Talleres, y Servicios que la componen. Normalmente esta dedicación oscila entre un 15% y un 20% de su tiempo efectivo.

El apartado denominado "OTRAS AREAS", se compone de los grupos "Total Proyectos", "Servicios Varios", y "Trabajos Externos". La distribución del porcentaje total de este apartado se muestra en el siguiente gráfico (Gráfico VI):

Gráfico VI

Distribución del tiempo invertido en otras Areas



* Ver Gráfico VII

Respecto a 1998, la dedicación a Proyectos, tomando como referencia el total dedicado a otras Áreas, aumentó en un 6,42%. Los Servicios Varios disminuyeron en un 1,72%, y los Trabajos al Externos en un 4,7%. La dedicación principal sigue centrándose en los proyectos internos del IAC.

El grupo de Servicios Varios lo forman los distintos Departamentos, Servicios ó actividades internas propias del funcionamiento del IAC a los que personal

ACTIVIDAD

La actividad desarrollada en Producción durante 1999 ha estado principalmente relacionada, al igual que otros años, con trabajos solicitados por Proyectos, Departamentos y Servicios del IAC.

En el siguiente gráfico (Gráfico V) se puede ver la distribución total del tiempo facturado durante 1999. Se puede apreciar que los porcentajes, salvo por las décimas, son prácticamente iguales a los del año pasado.

de Producción ha prestado sus servicios. Quedan por tanto excluidos Proyectos, Trabajos Externos, Departamentos, Talleres, Laboratorios ó Servicios pertenecientes al Area de Instrumentación. El tiempo dedicado ha disminuido un 1,43% respecto al año pasado.

Proyectos. Para observar en qué proyectos ha dedicado Producción su actividad se han clasificado en cuatro grupos. Estos grupos y el porcentaje de dedicación, dentro del total de proyectos, se puede ver en el siguiente gráfico (Gráfico VII). A diferencia de otros años, el grupo “proyectos instrumentos y telescopios” se ha dividido en dos, “Instrumentos” y “Telescopios”.

Gráfico VII



Telescopios e Instrumentos astronómicos son los que continúan requiriendo más dedicación, habiéndose incrementado un 4,65% con respecto a 1998. El grupo de Instrumentos se refiere a fabricación de nuevos instrumentos y el de Telescopios a mejoras y mantenimiento de los ya finalizados o adquiridos en el exterior. Se consideran las cajas de adquisición y guiado como partes del telescopio.

El reparto del tiempo dedicado a Proyectos se puede ver en el siguiente gráfico (Gráfico VIII):

Gráfico VIII



En “Otros” se han agrupado una serie de Proyectos a los que la dedicación no llegó al 1%, tales como: “Sismología Solar”, “Espectropolarimetría”, “Desarrollo de Sistemas de Alta Resolución” y “Leónidas ‘99”.

Laboratorio de Calibración Eléctrica y Laboratorio de Metrología Dimensional

Estos Laboratorios forman el grupo de proyectos denominados, anteriormente, como “Nuevos Desarrollos Tecnológicos”.

La tercera auditoría de seguimiento del Laboratorio de Calibración Eléctrica tuvo lugar a principios del mes de diciembre. Es importante destacar el gran esfuerzo que ha realizado durante todo el año el personal del Laboratorio, tanto su nuevo Responsable como los técnicos. Se ha dado un giro total en la organización y seguimiento del Laboratorio. Hubo que revisar todos los Procedimientos de Calibración, mejorar el sistema de control y archivo de documentos y registros, plan de calibración, tabla de alcance etc. El buen hacer quedó ampliamente demostrado con el resultado de la auditoría de seguimiento, el auditor felicitó a todo el equipo por el gran trabajo realizado. Las horas dedicadas supusieron el 6,82% del total de Proyectos.

Se participó en otra Intercomparación a nivel nacional con el número LC-ENAC-036/E15 sobre medidas de Tensión continua y alterna, Corriente continua y alterna y Resistencia, que utilizaba como patrón circulante un Multímetro Digital de 8½ dígitos HP-3458A. Por último destaca que se ha venido desarrollando un procedimiento de calibración de Pinzas Amperimétricas para aprovechar las nuevas capacidades tecnológicas de este Laboratorio.

Laboratorio de Fotografía

Las actividades en este Laboratorio han estado relacionadas con la digitalización del archivo de fotografía y dirección. Hasta el momento se han grabado 7 CD's completos con unas 200 imágenes de promedio y se han realizado al menos 600 imágenes más para diversos trabajos de digitalización con carácter de urgencia. También se ha mejorado la base de datos, aunque todavía se están sugiriendo mejoras, tales como la coordinación de los procesos dependientes del Centro de Cálculo y Fotografía y las prestaciones de la base de datos.

ACCIONES DE APOYO TECNOLÓGICO

Este grupo abarca todos los trabajos que se realizan para otros organismos o empresas nacionales e internacionales. Como más relevantes se podrían citar los siguientes:

- Para el Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING) se han realizado los siguientes trabajos:

Realización de tres piezas en aluminio y una en acero inoxidable, utilizando torno convencional según croquis.

Fabricación en aluminio, acero inoxidable y teflón de dos conjuntos de soportes de filtros, según planos aportados, utilizando torno convencional y centro de mecanizado.

- Para el Hospital Nuestra Sra. de la Candelaria se han realizado los siguientes trabajos:

Fabricación en aleación de aluminio de dos cápsulas de equilibrio para cámara de ionización.

Diseño, fabricación y montaje de un brazo soporte en aleación de aluminio para posicionar un láser con repetibilidad de ≤ 1 MM.

- Para ESA-ESOC. Suministro de nitrógeno para la cámara de SPACE DEBRIS.

- Para RAHN CANARIAS S.A. Calibración de un Multímetro Fluke 88 con certificado IAC.

- Para GRANTECAN S.A. se han realizado los siguientes trabajos:

Fabricación de una maqueta a escala 1/50 del GTC similar a la ya entregada en 1998.

Fabricación de una "caja de transporte" realizada en laminado marino con medidas interiores de 80x80x80 cms.

- Para el Inst. Universitario de Bio-Orgánica "Antonio González", de la Univ. de La Laguna. Realización en acero inoxidable de una válvula para vacío según datos aportados.

- Para el Telescopio Themis se han realizado los siguientes trabajos:

Fabricación en aleación de aluminio de cinco soportes rebajados según croquis y acabados en pintura negra.

Fabricación en aluminio de 14 piezas según esquemas aportados.

- Para el GRUPO SUECO (SVTS). Aluminizado, sin recubrimiento protector, de un espejo rectangular de aproximadamente 30x15 cm. denominado M3 de la SVTS. La reflectancia solicitada es la máxima que dé el recubrimiento, el área de aluminizado debe ser la máxima.

- Para CARL ZEISS JENA GmbH. Uso del Laboratorio Optico (cámara limpia y bomba de vacío) para trabajar en el criostato de la cámara SPACE DEBRIS.

- Para el IES de Granadilla de Abona. Recubrimiento con aluminio de seis espejos con 140 mm de diámetro y 25 mm de espesor. La superficie tiene calidad óptica (uso en telescopio) y se pide una capa cerrada (>100 mm).

CREACION DE UN ESPACIO ACUSTICO VIRTUAL DE APLICACION MEDICA EN PERSONAS CIEGAS O DEFICIENTES VISUALES (EAV) (411295)

L.F. Rodríguez Ramos.
H.M. Chulani, L. Díaz Saco y N. Sosa García.
R. Socas (Becario de verano, Univ. de Las Palmas de Gran Canaria).

J.L. González Mora (Dpto. de Fisiología Externa, Univ. de La Laguna); A. Rodríguez Hernández (Becario de la Univ. de La Laguna); M. Suárez Vallés (Becario de verano, Univ. de Oviedo).

Introducción

Se trata de un proyecto de aplicación médica, desarrollado en colaboración con la Facultad de Medicina de la Univ. de La Laguna, en el que se pretende desarrollar un sistema prototipo capaz de crear un Espacio Acústico Virtual, a tiempo real, a partir de la información proporcionada por un sistema de visión artificial. Se trata a la vez de un sistema de ayuda para invidentes y de un nuevo mecanismo de percepción en general, con el que el entorno que rodea al usuario queda definido por los sonidos generados, y no por la luz reflejada en los objetos.

La propiedad intelectual de este desarrollo está protegida por la patente número P9602283.

Algunos resultados relevantes

Durante el año 1999 se realizó una batería de pruebas del sistema prototipo desarrollado con anterioridad y funcionalmente disponible en el Laboratorio de Experimentación, efectuadas con la colaboración de un conjunto de personas ciegas y de sujetos de control con visión normal, las cuales permitieron confirmar la capacidad de lograr la percepción del entorno utilizando únicamente sonidos, así como extraer un cierto número de características y limitaciones de dicha percepción.

También durante este año se profundizó en la relación del Proyecto con empresas y organizaciones regionales, nacionales e internacionales. Fruto de ese esfuerzo compartido fue la redacción y presentación de una solicitud de financiación a la convocatoria de fondos FEDER-CICYT, con la aportación de más de 100 millones de Pesetas. por parte de ocho empresas interesadas en los resultados del presente Proyecto, con el objetivo de abordar la siguiente etapa natural, que consistirá en el desarrollo de una preserie de veinte unidades de sistema portátil capaz de reproducir con mayor libertad de movimientos las percepciones logradas en laboratorio.

Esta solicitud recibió la máxima nota en la evaluación de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva, siendo financiada con 120 millones de Pesetas. complementarios, lo que permitirá abordar el desarrollo mencionado a lo largo de los años 2000 y 2001.

Evolución del Proyecto

El desarrollo del Proyecto durante 1999 ha estado marcado por el retraso en la concesión de la financiación necesaria para abordar la siguiente etapa, la cual persigue un sistema portátil inspirado en las técnicas cuyo funcionamiento se ha demostrado en laboratorio. No obstante, se ha extraído todo el partido posible al sistema prototipo de laboratorio, mediante su utilización rutinaria en pruebas con personas ciegas.

Como componente fundamental del trabajo asignado al becario de verano del Proyecto, se realizó una implementación eficiente del cálculo de la respuesta impulsional de un sistema empleando patrones de ruido pseudoaleatorio en forma de Secuencias de Longitud Máxima (MLS) como señales de prueba, mediante la Transformada Rápida de Hadamard (FHT). Dicho desarrollo ha permitido sustituir ventajosamente al software utilizado anteriormente para el procesado asociado a las medidas de HRTF, reduciendo significativamente el tiempo empleado.

Mientras se preparaban las experimentaciones con Resonancia Magnética Funcional (RMNf) previstas en el Proyecto, para la profundización en el conocimiento de las percepciones provocadas por los estímulos que se utilizan, se procedió a caracterizar un sistema de presentación de sonidos utilizable en el interior del imán del sistema RMNf, proporcionado por el fabricante General Electric. Tras la realización de un conjunto de medidas y de ensayos, se emitió un informe que recogía la posible adecuación del mencionado sistema al propósito aludido, aunque con algunas reservas en lo que al logro de sonidos externalizados y localizados se refiere.

En el campo de la visión artificial se profundizó en el cálculo de distancias mediante la técnica de desenfoque, realizando inicialmente una búsqueda y recopilación bibliográfica, seguida de la implementación simulada de los métodos más adecuados y finalizando con un análisis comparativo de los mismos, todo lo cual deja las puertas abiertas a su utilización como técnica complementaria a estereovisión para el sistema prototipo portátil.

También en lo que a visión artificial se refiere, se procedió a adquirir y analizar el funcionamiento de un sistema de visión estereoscópica comercial basado en tres cámaras de vídeo montadas y calibradas en fábrica, como complemento de los sistemas de los que se venía disponiendo en el Proyecto.

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACION (OTRI)

**J. Burgos Martín, M. Núñez y E. Torres.
C. Westendorp, A. Sosa Méndez (Beca DGUI del Gobierno Autónomo de Canarias) y J. Ravelo (Esc. de Secretariado Internacional).**

Introducción

Las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), repartidas por todo el territorio nacional, son unidades adscritas a centros públicos de investigación centros de innovación y tecnología, fundaciones Universidad-Empresa, así como algunas y asociaciones empresariales y similares, y forman parte de la Red Nacional OTRI. Esta estructura fue creada por el Plan Nacional de I+D con objeto de lograr una mayor integración de los elementos del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Industria, y un mejor aprovechamiento de los recursos a disposición de la I+D y la Innovación. En la actualidad la Red cuenta con más de 1.000 profesionales especialistas en temas de transferencia de resultados de investigación, y el volumen de facturación de la Red superó en 1999 los 66.000 millones de Pesetas, gestionando un total de 57.067 millones en contratos de diversa naturaleza. La OTRI del IAC viene desempeñando estas funciones desde 1989.

La importancia creciente que empieza a tener ese proceso de integración en temas de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, y el incremento cuantitativo y cualitativo de los recursos que institucionalmente se ponen a disposición de este tipo de actividades, hace que el IAC haya reforzado durante los últimos años su OTRI, fortaleciendo así sus mecanismos de comunicación y relación entre sus investigadores y el sector empresarial, y con las entidades públicas involucradas en temas de I+D y su financiación.

Algunos resultados relevantes y evolución del Proyecto

Durante 1999 la OTRI ha llevado a cabo actividades de muy diversa índole con objeto de mejorar sus servicios y actuaciones en cuatro grandes frentes que se resumen a continuación.

El V Programa Marco Europeo de apoyo a la I+D y otras acciones de ámbito europeo

Este Programa Marco recoge y coordina el conjunto de convocatorias que a nivel europeo se publican en apoyo de la I+D y la Innovación. Las primeras convocatorias aparecen en marzo y desde la OTRI

se realiza una importante labor de difusión y asesoramiento, con objeto de ubicar la actividad investigadora del centro dentro de las líneas y prioridades marcadas. Se imparten charlas orientativas, dentro y fuera del IAC, sobre las posibilidades que presentan las distintas modalidades. Destaca la participación como ponentes en las Jornadas y Cursos sobre este Programa Marco organizados por las Universidades de La Laguna, León y Valladolid.

Siendo el programa específico de "Mejora del Potencial Investigador" aquél en el que los Proyectos del IAC encuentran mejores oportunidades, se tramita o colabora activamente en la presentación de cuatro nuevas propuestas para el establecimiento de redes de formación, una nueva propuesta para renovar el status del IAC de Gran Instalación Científica Europea, una propuesta para participar en una red de cooperación y otra para el desarrollo de un instrumento, cuatro propuestas para adquirir la consideración de centros de excelencia para la formación de doctores y doctorandos, dos becas individuales postdoctorales, una Euroconferencia y una nueva propuesta de financiación para la Canary Islands Winter School de 1999. Los resultados han sido muy satisfactorios, aprobándose gran parte de lo presentado. Cabe destacar el nuevo contrato conseguido que garantiza y financia el acceso de astrónomos europeos a los telescopios del Observatorio Norte Europeo, considerado así, una vez más, Gran Instalación Europea; la gestión de este nuevo contrato institucional se lleva desde la OTRI. También es de destacar la aprobación de las últimas cinco propuestas presentadas - desde 1998 - para la financiación de tres Euroconferencias y dos Canary Islands Winter School consecutivas, lo que sitúa al IAC a la cabeza en Europa en cuanto a las instituciones que mayor éxito han conseguido en este subprograma.

Se presentaron propuestas bajo todas y cada una de las modalidades posibles del programa de "Mejora del Potencial Investigador", consiguiendo, en mayor o menor medida, éxito en todas ellas. La oficina ha adquirido así una experiencia considerable en este programa, que se ha visto reconocida desde la propia Oficina de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Presidencia al proponer a J. Burgos como Punto Nacional de Contacto para este programa. Su misión es la de asesorar y atender las consultas y dudas de investigadores y empresarios españoles referidas a este programa horizontal - abarcando todas las áreas de conocimiento - así como participar en mesas de trabajo con otros Puntos Nacionales de Contacto de otros estados miembros.

También, la OTRI se responsabilizó del *stand* sobre el Observatorio Norte Europeo que, por invitación de la propia Comisión Europea, se habilitó durante la "presentación en sociedad", del V Programa Marco de I+D en Essen (Alemania). El evento, al que asistieron unas 4.500 personas, contó con una exposición de 90 *stands* sobre grandes proyectos financiados por la Comisión Europea.

Una vez más se ha animado a los investigadores del IAC a convertirse en Evaluadores Científicos de Propuestas de I+D bajo el V Programa Marco. Como consecuencia de esta actuación, siete investigadores del centro forman parte del tribunal de evaluadores de la Comisión Europea.

Finalmente, bajo la coordinación de la Fundación Universitaria de Las Palmas, se gestionó un paquete de becas "Leonardo da Vinci" para estudiantes y recién licenciados de la Univ. de La Laguna. Estas becas permitieron a dos astrofísicos, un físico (F. Aplicada) y una Licenciada en Derecho, realizar prácticas de seis meses en empresas del Reino Unido, Irlanda e Italia.

Otros Servicios y Actuaciones orientadas al exterior

Dando continuidad al Proyecto iniciado en 1998, y con financiación de la Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación Científica, esta oficina ha llevado a cabo una serie de actividades encaminadas a fortalecer e incrementar sus servicios y actuaciones en el entorno de la Comunidad Canaria.

En esta línea, cabe destacar la organización de visitas de carácter tecnológico con las que difundir abiertamente la oferta científico-tecnológica del centro, especialmente a las empresas del entorno. Estas visitas se han desarrollado de forma ocasional durante 1999 y se pretende que se haga en un futuro de forma sistemática. En este sentido cabe destacar también la actualización de un dossier sobre las capacidades tecnológicas del IAC y la edición de dos folletos informativos sobre los servicios de la oficina tanto para el cliente interno - los investigadores y tecnólogos del IAC -, como para las empresas y demás instituciones del entorno que nos rodea.

Durante este año, y con la colaboración de varias Direcciones Generales del Gobierno Autónomo de Canarias, el Instituto Tecnológico de Canarias, GRANTECAN, S.A., la Sociedad Canaria de Fomento Económico y otras instituciones, se ha

procedido a diseñar y elaborar una base de datos de empresas, en continuo crecimiento y actualización, a las que poder dirigir estos esfuerzos.

Asimismo, se ha diseñado una base de datos, accesible desde Internet, en la que jóvenes doctores de toda España pueden incluir y mantener actualizado su Curriculum Vitae. De este modo, se pretende servir de apoyo a aquellas empresas que deseen incorporar jóvenes doctores, especialmente al amparo de la Acción IDE, que financia este tipo de incorporaciones. El diseño de esta base de datos está terminado y se encuentra en fase de pruebas finales previas a su utilización.

Sin lugar a dudas, la actividad orientada al exterior que la OTRI del IAC ha llevado a cabo durante el año, y que debe destacarse por su marcado carácter innovador y original, es la realización de un programa de radio en colaboración con la emisora ONDA INTERIOR. El programa semanal, "CANARIAS INNOVA", con secciones de información, debate y asesoramiento, está orientado a difundir las capacidades científico-tecnológicas de los centros de investigación de Canarias, informar sobre convocatorias de apoyo a la I+D y la innovación empresarial, fomentar la movilidad e incorporación de titulados superiores en empresas, y, en definitiva, ofrecer a través de la radio los servicios que habitualmente se ofrecen en una OTRI. Se realizaron 10 programas con la colaboración de la OTRI de la Univ. de La Laguna. Los resultados de esta experiencia-piloto han sido evaluados muy positivamente lo que ha llevado a plantear una segunda etapa del programa CANARIAS INNOVA. Esta segunda etapa, con novedades y un paquete inicial de 40 programas, es una de las actuaciones que posiblemente vea la luz durante el 2000.

En 1999, la actividad que llevó al límite los recursos humanos de esta oficina fue la organización de las Jornadas Técnicas de la Red Nacional OTRI 1999. Durante los cuatro primeros días de junio se congregaron en el Puerto de la Cruz más de 150 técnicos y directores de las distintas OTRI de toda España. Por primera vez, la inauguración y las sesiones de apertura relativas al nuevo IV Plan nacional de I+D, al V Programa Marco de I+D y a la situación de Canarias en el Sistema Ciencia-Tecnología-Industria, fueron sesiones abiertas al público en general, lo que hizo posible un mayor impacto en nuestro entorno. Los resultados más que satisfactorios de esta actuación compensaron notablemente los esfuerzos realizados por esta OTRI.

Gestión interna de los servicios de la OTRI del IAC

Las actividades y servicios nuevos que esta OTRI comenzó a ofrecer de modo ocasional en 1996, y que ahora se llevan a cabo de forma habitual, obligan a organizar estos servicios y mejorar la gestión interna, con objeto de incrementar la calidad y cantidad de los mismos. Además, la incorporación a la OTRI de nuevo personal exigió una mayor organización del trabajo con objeto de favorecer la correcta coordinación de las actuaciones.

Viendo la gran aceptación que dentro y fuera del IAC tiene el servicio ofrecido de difusión e información de convocatorias de apoyo a la I+D, se procedió a automatizar al máximo este servicio. Actualmente, esta información está disponible en su totalidad a través de nuestra página Web: secciones con las últimas novedades y plazos inminentes, el sistema de búsqueda selectiva de información OTRI-Index, el boletín mensual electrónico, apartados especiales para convocatorias de Diarios Oficiales, regionales y nacionales, y una lista de información con más de 300 usuarios inscritos son algunas de las particularidades de la Web de la OTRI. Todas esas secciones se actualizan de modo automático con una única introducción de la noticia o convocatoria a través del software desarrollado al efecto.

Durante 1999 se ha elaborado además un procedimiento para la apertura y seguimiento de consultas y servicios que ofrece la OTRI tanto a clientes internos del IAC como a clientes externos.

El desarrollo informático de un sistema accesible ya desde Internet, que alimenta a su vez una potente base de datos de uso interno, ha permitido la optimización de este procedimiento y una mejora notable en la organización, seguimiento y archivo de las actuaciones que se solicitan a esta oficina. El usuario puede consultar ya en todo momento, de forma privada, el estado de su consulta o solicitud a través de Internet hasta que ésta se da por concluida.

Difusión de convocatorias, elaboración de propuestas y seguimiento de proyectos

Como ya viene siendo habitual, esta oficina asesora sobre las convocatorias de apoyo a la I+D más adecuadas, participa muy activamente en la elaboración de propuestas, y en el ulterior seguimiento y justificación de los proyectos aprobados.

Además de las propuestas y proyectos europeos ya referenciados, cabe destacar la participación en la elaboración de tres propuestas del IAC a la convocatoria nacional de Fondos FEDER para I+D, y de cuatro propuestas a la convocatoria de proyectos de investigación del Gobierno de Canarias. Los resultados han sido muy positivos con las tres primeras, y se está a la espera de noticias en relación con las segundas.



AREA DE ENSEÑANZA

Corresponde al Area de Enseñanza organizar y coordinar las actividades del Instituto para la difusión de los conocimientos astronómicos, la colaboración con la enseñanza universitaria especializada en Física y Astronomía y la formación y capacitación de personal científico y técnico en todos los campos relacionados con la Astrofísica. Para la formación y capacitación pre y post-doctoral existe la Escuela de Post-graduados. La formación de nuevos doctores en Astrofísica es uno de los cometidos fundamentales del Area.

El Area organiza, en particular, el programa de Becas de Formación de Doctores en Astrofísica (Residentes y Becas en el Extranjero), así como de la "Canary Islands Winter School of Astrophysics" - este año se organizó la XI - y el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica, estos últimos ambos de carácter internacional.

El IAC participa activamente en las enseñanzas adscritas al Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna. Se imparten enseñanzas de primer y segundo ciclo en las Facultades de Físicas y Matemáticas, incluyendo la docencia de las orientaciones de Astrofísica (Facultad de Física) y Astronomía (Facultad de Matemáticas). en los respectivos planes de estudio. En el tercer ciclo se impartieron este año dos programas de doctorado simultáneamente, a saber, el Programa de título *Astrofísica* (bienio 1998-2000) y el Programa *Física del Cosmos* (bienio 2000-2002). Este último se enmarca dentro de la nueva normativa de estudios de doctorado contenida en el Real Decreto de mayo de 1998.

Dentro de la actividad docente correspondiente a 1999 se impartieron los cursos monográficos de Doctorado, los cursos específicos para estudiantes de tercer ciclo y los seminarios que se relacionan a continuación:

CURSOS DE DOCTORADO

Programa de Doctorado "Astrofísica"

"Estructura estelar: métodos sismológicos"
Prof. Teodoro Roca Cortés (IAC)
Del 12 al 22 de enero.

"Introducción a la turbulencia"
Prof. Fernando Moreno Inertis y Dres. Kristof Petrovay y Casiana Muñoz-Tuñón (IAC)
Del 25 de enero al 5 de febrero.

"Física solar"
Dr. Valentín Martínez Pillet (IAC)
Del 1 al 12 de febrero.

"Dinámica galáctica"
Dr. Marc Balcells Comas (IAC)
Del 1 al 12 de febrero.

"Lentes gravitatorias"
Dres. Peter Scheneider (Max-Planck-Institut für Astrophysik, Munich, Alemania) y Evencio Mediavilla (IAC)
Del 8 al 12 de febrero y del 8 al 12 de marzo.

"Discos de acreción"
Dres. Ignacio González Martínez-Pais y Jorge Casares (IAC)
Del 22 de febrero al 5 de marzo.

"Galaxias"
Dres. Antonio Aparico y Jordi Cepa Nogué (IAC)
Del 8 al 19 de marzo.

"Física estelar"
Prof. Willi Deinzer (Univ. de Göttingen, Alemania)
Del 8 al 26 de marzo.

"Medio interestelar"
Dr. Arturo Manchado (IAC)
Del 15 al 26 de marzo.

"Física estelar"
Dr. Carlos Lázaro (IAC)
Del 25 de octubre al 19 de noviembre.

"Galaxias"
Dres. Antonio Aparicio y Jordi Cepa Nogué (IAC)
Del 25 de octubre al 19 de noviembre.

"Cosmología"
Dres. Carlos M. Gutiérrez de la Cruz y Juan Betancort (IAC)
Del 29 de noviembre al 17 de diciembre.

Programa de Doctorado "Física del Cosmos"

"Estructura y evolución estelar"

Dr. Carlos Lázaro (IAC)

Del 25 de octubre al 19 de noviembre.

"Fundamentos de Física Galáctica"

Dres. Antonio Aparico y Jordi Cepa Nogué (IAC)

Del 25 de octubre al 19 de noviembre.

"Evolución de Galaxias y Cosmología"

Dres. Juan Betancort y Jordi Cepa Nogué (IAC)

Del 29 de noviembre al 17 de diciembre.

"LIRIS un espectrógrafo infrarrojo para el WHT"

Dr. Arturo Manchado (IAC)

1 de junio

"Galaxias luminosas compactas azules: la clave para la evolución de las galaxias" (El Proyecto Cosmos)

Dr. Rafael Guzmán (Univ. de Yale, EEUU)

4 de junio

"Las anisotropías de la radiación cósmica de fondo en microondas no tienen origen cosmológico sino galáctico"

Dr. Martín López Corredoira (IAC)

8 de junio

"Czech stellar astronomy"

Prof. Pavel Koubsky (Astronomical Inst., Ondrejov Obs., República Checa)

10 de junio

"The ROTSE Project - Past, Present, Future"

Prof. Carl Akerlof (Univ. de Michigan, EEUU)

22 de junio

"Alignment and phasing of the Keck Telescopes"

Prof. Gary Chanan (Univ. de California, EEUU)

22 de junio

"Bridging the gap between cool stars and giant planets"

Dr. Eduardo Martín Guerrero de Escalante (Univ. de Berkeley, EEUU)

28 de junio

"The infrared side of galaxy formation. The local galaxies in the framework of semi-analytical models"

Dr. A. Bressan (Obs. de Padua, Italia)

29 de junio

"El programa REGION y sus aplicaciones a la catalogación y análisis de mapas de galaxias en Halphi"

Sr. Mathieu Richard (Imperial College, Londres, Reino Unido)

8 de julio

"The Southern Africa Large Telescope Project"

D. David Buckley and D. Kobus Meiring (South African Astronomical Obs., Sudáfrica)

22 de noviembre

"Diseño y análisis estructural y térmico de la mecánica de Abel"

D. Pablo Redondo (IAC)

25 de noviembre

SEMINARIOS

"MUSICA un espectrógrafo IR multiofrendija para GTC"

Dr. Arturo Manchado (IAC)

12 de enero

"The inner Intracluster Medium: the influence of the magnetic pressure"

Dr. Denise Gonçalves (IAC)

23 de marzo

"Measuring Proper Motions in Clusters of Galaxies"

Dr. Mike Merrifield (Univ. de Nottingham, Reino Unido)

26 de marzo

"The use of LMTs for cosmological research. A case study: the Large Zenith Telescope project"

Dr. Remi Cabanac (Inst. de Astrofísica de París, Francia)

16 de abril

"Tip-AGB stellar evolution and dust-driven superwinds"

Dr. Klaus Peter Schoder (Univ. de Berlín, Alemania)

19 de abril

"El telescopio espacial de la próxima generación"

Dr. Santiago Arribas (IAC)

27 de abril

"The Nature and Evolution of Radio Galaxies and Quasars"

D. Chris Willot (IAC)

4 de mayo

"TRACE/La Palma Coordinated observations of a New Transition Region Phenomenon: the Moss"

Dr. Thomas E. Berger (Lookheed-Martin Solar and Astrophysics Lab., Canadá)

14 de mayo

MEMORIA
1999 IAC

116

COLOQUIOS IAC

(Ver COLOQUIOS Y SEMINARIOS-TERTULIAS CIENTIFICAS)

SEMINARIOS-TERTULIAS CIENTIFICAS

(Ver COLOQUIOS Y SEMINARIOS-TERTULIAS CIENTIFICAS)

BECAS

De iniciación a la investigación en Astrofísica

El Programa de Verano 1999 (1 de julio - 15 de septiembre) ha ofrecido 8 becas a estudiantes de los últimos cursos universitarios, para integrarse en grupos de investigación del IAC, como iniciación a la investigación en Astrofísica. La convocatoria tiene carácter internacional.

En 1999 se concedieron becas de verano a las siguientes personas:

- Fabiola Isabel Martín Luis (Univ. de La Laguna)
Trabajo: "Desarrollo inicial de una red de estrellas de calibración para el infrarrojo entre 1 y 30 micras"
Director: Dr. M. Kidger.

- Roy Alonso Sobrino (Univ. de La Laguna)
Trabajo: "Heliosismología en el laboratorio solar del observatorio del Teide"
Director: Dr. A. Jiménez.

- Lilián de Fátima Rodríguez Palmero (Univ. de La Laguna)
Trabajo: "Construcción de un catálogo objetivo de cúmulos de galaxias usando el POSS-II"
Director: Dr. I. García de la Rosa.

- Daniel Sebastián de Erice Navarrete (Univ. de La Laguna)
Trabajo: "Catalogación de Regiones HII en una muestra de galaxias de grupos compactos"
Directores: Dres. J. Iglesias y C. Muñoz-Tuñón.

- Carlos Hoyos Fernández de Córdoba (Univ. Autónoma de Madrid)
Trabajo: "Fotometría de galaxias satélites"
Director: Dr. C. Gutiérrez.

- Angel Serrano Sánchez de León (Univ. Complutense de Madrid)

Trabajo: "Características de las observaciones de objetos débiles en el IR cercano con EMIR"

Directores: Dres. M. Balcells y M. Prieto.

- Lilit Kandevoosyan (Univ. Yerevan Pedagogical, Armenia)

Trabajo: "Síntesis espectral de bandas moleculares de carbono y nitrógeno en estrellas pobres en metales"

Director: Dr. R. Rebolo.

- Elena Khomenko (Univ. de Kiev, Ucrania)

Trabajo: "Reducción y análisis de series temporales de datos espectropolarimétricos infrarrojos en regiones activas solares"

Directores: Dres. M. Collados, B. Ruiz, L. Bellot e I. Rodríguez.

Becas externas para trabajos de doctorado

Se concedieron dos becas para realizar trabajos de doctorado en el extranjero:

- Jesús Falcón Barroso.

Se le concedió una beca para trabajar en la Univ. de Nottingham, Reino Unido.

- Juan Carlos Suárez Yanes.

Se le concedió una Beca para trabajar en el Obs. de París-Meudon, Francia.

Becas SOCRATES/ERASMUS

El Area de Enseñanza colabora estrechamente con el Departamento de Astrofísica en lo referente a estancias de estudiantes extranjeros en el IAC en el marco del Programa Europeo SOCRATES/ERASMUS.

Becas en el Centro Cultural "Blas Cabrera"

Desde el mes de abril de 1997, el IAC colabora con el Centro Cultural "Blas Cabrera" (Arrecife, Lanzarote) seleccionando a los becarios, licenciados recientes en Astrofísica, que trabajan en dicho Centro. En 1999 se han concedido las siguientes becas:

- David Rodríguez Real (enero-diciembre)

- Raúl Martínez Morales (enero-diciembre)

TESIS DOCTORALES

En 1999 se leyeron 8 tesis doctorales y 2 tesinas. (Ver PRODUCCION CIENTIFICA)

MEMORIA
IAC 1999

117

XI ESCUELA DE INVIERNO

“Galaxias a alto corrimiento al rojo”

Este año tuvo lugar la XI edición de la Canary Islands Winter School of Astrophysics (Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias), cuyo título fue "Galaxias a alto corrimiento al rojo". El IAC contó con el apoyo económico y la colaboración de la Comisión Europea (Euroconferencia dentro del Programa IHP, Improving Human Research Potential Programme), el Ministerio de Educación y Cultura, los Cabildos Insulares de Tenerife y La Palma, IBERIA y el Hotel Taburiente. Se celebró del 15 al 26 de noviembre, en el Hotel Taburiente de Santa Cruz de Tenerife. En esta edición, los cursos fueron impartidos por ocho profesores expertos en distintos campos de la astrofísica de las galaxias a alto corrimiento al rojo, formación y evolución de las galaxias. Se impartieron un total de 40 horas de clases y asistieron 69 participantes de 13 países.

Se concedieron 41 becas. Dentro de las actividades paralelas a la Escuela los estudiantes presentaron, en forma de pósters y artículos, sus trabajos y/o proyectos de tesis que fueron discutidos en sesiones especiales. Además, estudiantes y profesores visitaron el Instituto de Astrofísica y los Observatorios del Teide (Tenerife) y del Roque de los Muchachos (La Palma).

La dirección y organización estuvo a cargo de los doctores I. Pérez Fournon, M. Balcells, F. Moreno-Insertis y F. Sánchez. Cambridge University Press editará el curso dentro de su serie dedicada a las Escuelas de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias.

La relación de profesores y programa es la siguiente:

“UNDERSTANDING THE HIGH-REDSHIFT UNIVERSE USING QUASAR ABSORPTION LINES”
Dr. Jill Bechtold

- 1) Introduction, historical overview, basic formalism in interpretation of quasar spectra
- 2) The Lyman alpha Forest, and intergalactic medium: observations and theoretical modeling. Cosmology with quasar absorbers
- 3) The ISM in galaxies at $z > 1$: Damped Lyman alpha absorbers. Chemical evolution, star formation history, and kinematics of high redshift galaxies
- 4) ISM in Galaxies and IGM at $z < 1$
- 5) Molecules: Search for molecular emission and absorption from galaxies. The formation of primordial molecules

- Contribution from different stellar groups
- Uncertainties introduced by stellar evolution models
- Uncertainties introduced by model stellar atmospheres
- Uncertainties introduced by observational uncertainties
- Uncertainties introduced by different algorithms
- 3) Properties of local stellar populations
 - Globular clusters:
 - Isochrone fitting in the CMD
 - Spectral Energy distributions
 - Nearby galaxies:
 - Spectral Energy distributions
 - Dependence on IMF, age, and metallicity
 - Dependence on dust content
 - Star forming galaxies
- 4) Spectral Evolution:
 - Color and luminosity evolution
 - Spectral indices and their evolution
 - Chemically evolving stellar populations
 - Expected properties of high redshift galaxies
 - Uncertainties introduced by population synthesis models in the interpretation of distant galaxy properties
- 5) Applications to high redshift galaxies:
 - Number counts
 - Color and redshift distributions
 - The age of galaxies derived from different indicators: colors, spectral breaks, spectral indices
 - The role of dust
 - Uncertainties

MEMORIA
1999 IAC

118

“STELLAR POPULATION SYNTHESIS MODELS AT LOW AND HIGH REDSHIFT”
Dr. Gustavo Bruzual

- 1) Basic concepts:
 - Spectral synthesis vs. evolutionary synthesis
 - Ingredients from the physics of stellar evolution
 - Ingredients from the physics of model stellar atmospheres
 - Ingredients from observational astronomy
- 2) Model predictions:
 - Basic results

“HIGH-REDSHIFT GALAXIES IN THE HDF AND ELSEWHERE”

Dr. Mark Dickinson

- 1) How (and why) we find galaxies at $z > 1$
- 2) The Hubble Deep Fields: background and lessons learned
- 3) Properties of Lyman Break selected galaxies at $z > 2$
- 4) Near-infrared properties of high redshift galaxies
- 5) Galaxy clustering at $z > 1$ and miscellaneous topics

“GALAXY FORMATION AND EVOLUTION: RECENT PROGRESS”

Prof. Richard Ellis

1) The Growth of Structure

The cosmological model, dark matter, hierarchical assembly versus monolithic collapse, bias and feedback, assumptions and tests

2) Primordial Galaxies

Classical searches, the history of spheroidals in clusters and the field, Lyman drop outs, emission line surveys, surveying the ‘Dark Ages’

3) Environmental Evolution through Cluster Studies
Hubble’s morphological sequence, morphology-density relation, the enigmatic S0s, the Butcher-Oemler effect - infall, gas stripping and dynamical friction

4) Disk Galaxies

Tully-Fisher relation, disk formation and angular momentum, bars, bulges and secular evolution, HST imaging

5) Faint Blue Galaxies - what are they?

Irregulars, merger rates and future programmes

“STAR FORMATION IN GALAXIES: THE FIR AND SUBMM VIEW”

Prof. Alberto Franceschini

- 1) Effects of dust in population synthesis: the properties of galaxies at long wavelengths
- 2) Star formation in the local universe: interactions and mergers, the hyper-luminous galaxies, dynamical modelling and simulations
- 3) Confrontation with spectro-photometric data on distant galaxies selected in the FIR and SUBMM

4) The distant and very distant universe: the history of star-formation and metal production, constraints from the background radiation

5) Relationship between galaxy and quasar formation

“GALAXY FORMATION AND EVOLUTION: CLUES IN THE LOCAL UNIVERSE”

Prof. Ken Freeman

The oldest objects in nearby galaxies formed long ago: they give insight into the chemical and dynamical conditions when the universe was young, and into the processes that were active during galaxy formation and the subsequent evolution. Also, the local universe provides a reference frame for studies of galaxies at high redshift. The lectures will discuss these general issues in the context of:

- disks and bars
- bulges and ellipticals
- the Milky Way
- dwarf galaxies
- dark matter

“HIGH-REDSHIFT RADIO GALAXIES”

Dr. Steve Rawlings

1) Finding high-redshift radiogalaxies: radio source counts, redshift surveys and biases, filtered surveys, space densities

2) Radiosource physics: radio emission mechanisms, properties of radio jets, jet-related emissions at other wavelengths, the P-D diagram and physical models for the time-evolution of powerful radio sources

3) Truly unified schemes for radiosources: central black-hole and the jet-accretion link, orientation-based unification schemes, the alignment effect, the radio-loud/radio-quiet dichotomy

4) Radiosource environments: galaxies and the K-z relation, X-ray/lensing/radio depolarisation probes of environments, clustering around radio sources, clustering of radio sources

5) Radiosources as cosmic probes: mapping large-scale structure, determining evolution of gas and stars in elliptical galaxies, links with galaxy formation at high redshift, use in constraining cosmological parameters

“ANALYTICAL AND NUMERICAL MODELS OF GALAXY FORMATION”
Prof. Simon White

- 1) Outline of the «standard picture» of structure formation and summary of the evidence supporting it. Linear theory of structure growth, nonlinear scaling laws, origin of angular momentum. Heating, cooling, enrichment and feedback - scaling laws for the evolution of the baryonic component
- 2) Poisson solvers for large-scale simulations. Grid and particle-based hydrodynamics schemes. Setting initial conditions. «Sub-grid» models for star-formation and feedback. Strengths and weaknesses of current simulation techniques
- 3) Hierarchical growth of structure. Mass distributions, merging histories and their dependence on cosmology. Origin, evolution and parameter dependence of clustering bias
- 4) Disk galaxy models. Analytic models of disk formation and evolution. Simulations of disk galaxy formation. Relation to damped Lyman alpha absorbers. Outstanding problems
- 5) Elliptical galaxy models. Dissipational versus dissipationless models. Elliptical progenitors in a hierarchical model. Origin of fundamental plane and luminosity-metallicity correlations. Observational tests of models. Outstanding problems



COLOQUIOS Y SEMINARIOS-TERTULIAS CIENTIFICAS

COLOQUIOS IAC

Siguiendo el programa iniciado en 1991, el IAC organiza una serie de conferencias de especial relevancia a las que asiste como invitado un científico de prestigio internacional. Con ello se pretende que los distintos grupos de Investigación tengan una oportunidad complementaria de establecer relaciones con personalidades científicamente relevantes, activas y en vanguardia a nivel mundial. Durante 1999 tuvieron lugar los siguientes:

"The Alternative to Cosmic Dark Matter"
Dr. Robert H. Sanders (Kapteyn Astronomical Inst., Países Bajos)
6 de mayo

"Transport processes in stars"
Prof. Evry Schatzman (Obs. de París-Meudon, Francia)
11 de mayo

"Riemann solvers in relativistic astrophysics"
Dr. José M. Ibañez (Univ. de Valencia)
1 de octubre

"Massive Star Evolution in Galaxies"
Prof. André Maeder (Univ. de Ginebra, Suiza)
18 de noviembre

SEMINARIOS-TERTULIAS CIENTIFICAS

Siguiendo el programa de seminarios-charlas informativas para el personal iniciado en 1995, cada dos semanas aproximadamente y con cierto carácter informal, vienen dándose en el IAC, bajo el título de "Tertulias Científicas", una serie de breves charlas informativas sobre el trabajo científico individual del personal del Instituto y visitantes. En 1999 han tenido lugar las siguientes tertulias:

"Non-linear perturbations of gravitating gaseous disk and Spiral Structure of Galaxies"
Prof. Martin Abramian (Univ. de Yerevan, Armenia)

"The Nature of Boxy/Peanut-Shaped Bulges in Spiral Galaxies"
Dr. Martin Bureau (Obs. de Leiden, Alemania)

"Evidencia de una Supernova como precursora del agujero negro en el sistema Groj1655-40"
Dr. Rafael Reboló (IAC)

"Fractal Flow on the Solar Surface"
Dr. Dawn Lenz (IAC)

"Hacia la detección de exo-planetas con Interferometría"
Dr. Jesús Jiménez Fuensalida (IAC)

"Dwarf Galaxies: Structure, Dynamics and Dark Matter Content"
Dr. Rob Swaters (DMT - Carnegie Institution, Washington, EEUU)

"El servicio de corrección lingüística del IAC"
D. Terry Mahoney (IAC)

"Doppler Imaging of velocity fields in stellar atmospheres"
Dr. Slobadan Jankov (Astronomical Obs. Beograd, Yugoslavia)

"¿Cabe el Universo en nuestro cerebro de mono?"
Dres. Antonio Mampaso e Ignacio García de la Rosa (IAC)

"OSIRIS: Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy para el GTC"
Dr. Jordi Cepa Nogué (IAC)

"ODIN: Espectrógrafo óptico de dispersión intermedia para el GTC"
Dr. Ramón García (IAC)

"ATLANTIS: Atlantic Integral Spectrograph para GTC"
Dr. Jesús Jiménez Fuensalida (IAC)

"EMIR: Espectrógrafo Multi-objeto Infrarrojo para GTC"
Dr. Marc Balcells (IAC)

"CANARI-CAM: A Thermal Infrared Camera-Spectrograph para GTC"
Dr. Mark Kidger (IAC)

"ISO Observations of circumstellar matter around intermediate mass stars"
Dr. Peter Abraham (Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg, Alemania)

"La galaxia starburst NGC 6090 vista por ISO"
Dr. José Acosta (IAC)

"Centro de Atención al Usuario: El nuevo modelo operativo del Centro de Cálculo"
Dr. Reinhold Kroll (IAC)

"El Deuterio, el Litio y el Campo Profundo del Hubble"
Dr. Emilio Casuso (IAC)

ADMINISTRACION DE SERVICIOS GENERALES

La Administración de Servicios Generales tiene a su cargo las funciones administrativas y operacionales para dar soporte a la actividad del Instituto y sus Observatorios.

INSTITUTO DE ASTROFISICA

Durante el ejercicio de 1999, la Gerencia Operacional ha continuado con la planificación y trabajos de mantenimiento generales de la Sede Central, así como de diversos servicios (cafetería, vigilancia, residencia, jardinería, teléfonos, suministro eléctrico, etc).

Se ha llevado a cabo una actualización y modernización de las centralitas telefónicas Ibercom, adaptándolas a las últimas versiones e introduciendo el sistema de mensajería vocal.

Se ha reparado la impermeabilización de la zona del Area de Instrumentación.

Se han completado las mejoras de jardinería iniciadas en el año anterior.

Se han sustituido varias fotocopiadoras introduciendo dos máquinas con opciones múltiples (servicios integrados de fotocopiadora, scanner y fax) que ha supuesto una importante mejora en los sistemas de trabajo.

Se ha mejorado la urbanización en zonas de la Sede Central, en los entornos del edificio de GRANTECAN S.A. (Gran Telescopio Canarias).

El Comité de Seguridad y Salud ha continuado sus trabajos de control y asesoramiento al IAC, sobre lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Por sugerencia de este Comité se han ido sustituyendo un porcentaje importante de las sillas de los diversos puestos de trabajo, por otras que reúnen mejores condiciones ergonómicas. Se ha asistido a la Feria de Seguridad y a varios cursos sobre prevención e higiene en el trabajo. Se ha impartido un curso sobre Prevención de Riesgos laborales, dirigido principalmente a los jefes de Departamento y miembros del Comité, que fue impartido por M. Gómez Cano, del Ministerio de Trabajo.

Durante 1999 se ha mejorado la informatización de los procedimientos administrativo-contables con la edición inteligente de documentos contables y la incorporación al sistema Red de la Seguridad Social. Asimismo se ha implantado el modelo abierto

SIC'2, (Sistema de Información Contable), que permite integrar la contabilidad presupuestaria y financiera en la red del IAC, facilitando la utilización de datos en los diferentes programas de gestión, el acceso remoto a las bases y el mantenimiento de los equipos.

Actividades desarrolladas en relación con el efecto 2000

Durante 1999 se contestaron los cuestionarios para la recogida de información sobre el estado de la situación de la adaptación de operaciones para el año 2000. Estos cuestionarios forman parte de los trabajos llevados a cabo en la Administración General del Estado en cumplimiento de las previsiones del Acuerdo del Consejo de Ministros del 12 de junio de 1998.

El 11 de marzo de 1999, la Dirección del IAC nombró coordinador del efecto 2000 al Administrador de Servicios Generales y estableció un grupo de trabajo con las siguientes misiones:

- Confeccionar un inventario pormenorizado de equipos, instrumentos e instalaciones que pudieran verse afectados por el efecto 2000.
- Determinar los niveles de riesgo y valorar el efecto del posible fallo en "despreciable", "asumible", "controlable" y "grave o crítico".
- Planificar las acciones correctivas y en su caso proponer simulaciones en aquellos equipos/ instalaciones que lo requieran.

El grupo de trabajo estuvo compuesto por:

- Responsable efecto 2000, IAC y ORM: *R. Arnay*
- Responsable de los equipos informáticos: *R. Kroll*
- Responsable Area de Instrumentación: *J. Calvo*
- Responsable de equipos, maquinaria, etc. adscritos al OT: *M. Serra-Ricart*
- Responsable Area de Investigación: *J. Iglesias*
- Responsable Sede Central del IAC: *J. Ruiz Agüí*

Durante todo el año se actuó sobre prácticamente la totalidad de los instrumentos informatizados y sobre la totalidad de los ordenadores, no detectándose ningún sistema catalogado como crítico.

Se realizaron simulaciones en aquellas instalaciones telescópicas que ofrecían dudas, con resultados positivos. Con relación a los agentes externos (energía eléctrica, comunicaciones, etc.) se tomaron medidas correctoras para cada uno de los equipos/instalaciones afectadas, activando con carácter excepcional los planes de emergencia existentes para el tránsito del 31 de diciembre de 1999 al 1 de enero de 2000.

Durante la última semana de diciembre se coordinaron las acciones con el Director del Gabinete de la SEUID, en Madrid.

OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

El Experimento TOM (Inst. Tesre, Bolonia, Italia), perteneciente al conjunto de instrumentos del Experimento de Tenerife, realizó durante el mes de noviembre sus primeras pruebas de funcionamiento. A finales de año empiezan las obras para la instalación del VSA (Very Small Array). Este interferómetro perteneciente a la Univ. de Cambridge (Reino Unido) y situado enfrente del Laboratorio del Fondo de Microondas, estará operativo antes del verano del año 2000.

En el mes de septiembre, personal de la empresa TERMA Elektronik (Dinamarca) realizó, en Cielo Nocturno, pruebas con guidores estelares para satélites.

En el mes de julio, la Dra. T. Gómez y colaboradores (INTA, Madrid) calibraron placas solares para su uso en satélites.

Durante todo el año se realizan pruebas de apuntado y localización del láser de la OGS (Optical Ground Station), edificio que pertenece a la ESA (European Space Agency).

A lo largo del verano se cubren las cúpulas de los edificios VNT, Centro Visitantes y Randow con un material aislante de color blanco. Con el pintado de estas tres cúpulas homogeneiza el aspecto exterior de todas las cúpulas del OT.

Diversos grupos de estudiantes realizaron sus prácticas de astronomía en el MONS. Las distintas Universidades que nos han visitado han sido:

- Estudiantes de la Univ. de La Laguna. Meses de abril y noviembre.

- Estudiantes de las Univ. de Southampton y Liverpool (Reino Unido). Mes de abril.

Se han continuado con los trabajos de repoblación y reconstitución del paisaje natural del OT, con protección (y plantación en caso necesario) de cualquier parcela del Observatorio afectada por obras.

Durante la gran nevada del mes de enero se puso a prueba el funcionamiento del procedimiento de seguridad y emergencias del OT, obteniendo resultados muy satisfactorios.

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

El Observatorio del Roque de los Muchachos incrementará significativamente su infraestructura con las obras que comenzaron durante 1999 con el inicio de la construcción de los telescopios:

- MERCATOR (Bélgica)
- Liverpool (Reino Unido)
- Gran Telescopio Canarias (GTC) (España)

Las Jornadas de Puertas Abiertas (JJPPAA) contaron con más visitantes que en años anteriores. Se contabilizaron un total de 6.601 visitantes durante los tres días en los cuales abrieron sus puertas los telescopios WHT, ING, TNG, NOT y HEGRA.

La Exposición "20 años de Astronomía en la Palma", inaugurada en noviembre en el Convento de San Francisco (S/C de La Palma), fue un elemento importante de acercamiento de la Astrofísica a la sociedad palmera. La Exposición fue visitada por unas 900 personas.

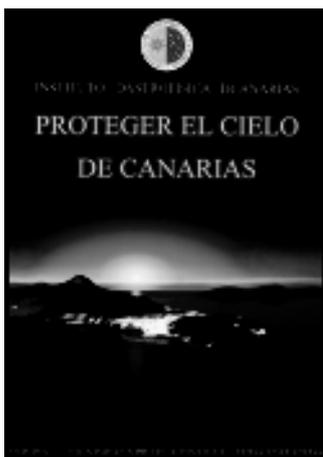
Durante 1999 se establecieron los primeros contactos en el ORM con los responsables del pabellón de España en la Expo '2000 de Hannover. Está previsto que La Palma sirva de ejemplo de la convivencia de su población con instalaciones de alta tecnología en un entorno medioambiental de alta calidad.

El Cabildo Insular de La Palma amplía su colaboración con el ORM, asumiendo el mantenimiento de la carretera interna del Observatorio.

HEGRA desmontó 14 de sus detectores de mayor volumen y restauró parcialmente el terreno, devolviendo de esta forma al área un aspecto más ordenado y menos saturado.

Es destacable la buena colaboración de las instituciones usuarias del ORM con los servicios comunes, en especial de los telescopio ING, TNG y HEGRA en el mes de enero, cuando el Observatorio fue azotado por un fuerte temporal y la nieve dificultó la operación del mismo durante más de una semana.

OFICINA TECNICA PARA LA PROTECCION DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)



La OTPC ha continuado con las labores de inspección y denuncia a instalaciones de alumbrado. Se ha aumentado la cantidad de inspecciones (48%) y denuncias del año anterior (38%), así como el de denuncias resueltas (13%) y el número de informes técnicos (80%). Este

aumento se ha debido a tres causas: rotura de los aparatos de medición en reparación durante 6 meses (mayor dedicación a la actividad de inspección), a la celebración de las elecciones locales y autonómicas (aumento de instalaciones de alumbrado público) y al auge económico en el sector de la construcción (incremento de alumbrados en nuevas urbanizaciones).

Se continúa con las mediciones periódicas del fondo del cielo con instrumentación propia de la OTPC y de campo eléctrico en el OT. Durante 1999 sólo se pudo medir durante los últimos meses del año por avería de los instrumentos.

Se completaron las obras de adaptación por parte de los Ayuntamientos de la Isla de La Palma con la finalización de la 3ª fase del Ayuntamiento de Los Llanos de Aridane en Montaña Tenisca y Argual, en el mes de febrero.

Durante 1999 no ha habido denuncias por invasión del espacio aéreo protegido en ambos observatorios, registrándose un perfecto cumplimiento de esta Norma.

Labores realizadas por la OTPC en 1999

Divulgación

- Se dieron un total de 3 charlas-seminarios impartidos: 2 en Tenerife y 1 en Gran Canaria.
- Participación en temas sobre contaminación lumínica en el "XXV Simposium de Alumbrado" en Lugo y sobre "Contaminación lumínica" en Viena (Austria).
- Elaboración de un boletín informativo "Proteger el Cielo de Canarias" que ilustra la Ley de Protección contra la contaminación lumínica.

Colaboraciones, Medidas y Control

- Se continúa colaborando con el Comité Internacional de Iluminación (CIE) C.T.4.21 para la actualización de la recomendación sobre instalaciones de iluminación en el entorno de los observatorios astronómicos.
- Se realizaron medidas del fondo del cielo: 2 noches en el ORM y 2 en el OT.
- Durante 1999 se han realizado 314 inspecciones, 84 denuncias y 146 informes técnicos a instalaciones de alumbrado exterior. De los 146 informes técnicos 110 han sido favorables (60 con medidas correctoras), 19 desfavorables y 17 de petición de información. Hasta 1999 se han realizado 1.150 inspecciones y 40 denuncias al respecto de las instalaciones de alumbrado exterior, con un resultado del 62% favorable y el 38% desfavorable. Se han realizado tres informes técnicos de estaciones de telefonía móvil y 14 estaciones de televisión.
- Realización periódica de medidas del fondo de radiofrecuencia en ambos Observatorios por parte de la Dirección de Telecomunicaciones. Este año se ha realizado una medida en el OT y una en el ORM. En el OT se ha detectado una nueva emisión

EJECUCION DEL PRESUPUESTO

1999

GASTOS

DESTINO FONDOS	(Mils de Ptas.)	
- Personal	1.00,71	
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	203,41	
- Financieros	0,10	
- Inversiones reales	200,92	
- Activos financieros	5,50	
- Compras	444,42	
TOTAL GASTOS		1.855,06

FINANCIACION

ORIGEN FONDOS	(Mils de Ptas.)	
DE LAS ADMINISTRACIONES CONSORCIADAS		1.237,51
- Administración del Estado	740,15	
- Comunidad Autónoma	262,00	
- Universidad de La Laguna	128,88	
- CSIC	106,48	
DE OTRAS INSTITUCIONES		531,60
- SEUID	101,76	
- MAP (INAP)	5,00	
- Comunidad Autónoma	7,41	
- Unión Europea	25,42	
- Venta de Servicios	379,26	
- Otros ingresos	12,75	
TOTAL FINANCIACION		1.769,11
VARIACION FONDO DE MANIOBRA		85,95

CENTRO DE CALCULO

Parque informático

El parque informático del IAC está compuesto por:

- Ordenadores:

Intel Pentium, P-II, P-III AMD	321
Estaciones de trabajo SUN	260

- Impresoras:

Chorro de Tinta	19
Laser B/N	36
Laser Color	1

- Dispositivos:

Disco Duro entorno SUN	2000Gb
Dats (DDS-2, 3, 4)	30
Exabytes	20
JukeBoxes de CD's (500 CD's)	1
JukeBoxes de AIT's	2
Lectoras de cdrom	70
Grabadoras de cdrom	10
Zip	20

Se consiguieron fondos para sustituir las antiguas máquinas IPX, LX y Sparc 10 de la Sede Central y del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna, por máquinas Ultra Sparc 5. Este cambio afectó a un total de 45 máquinas.

En la sala de usuarios se instalaron algunas de las máquinas retiradas como terminales X.

La Empresa Sun Microsystems Ibérica donó al IAC un total de 10 "Sun Rays" ("clientes ligeros", similares a terminales X) para la dotación de conferencias, como puntos de conexión a Internet.

Dentro de las adquisiciones de nuevos periféricos, destacaremos la compra de una impresora Laser de color, otras de chorro de tinta de calidad semifotográfica y digitalizadores.

MEMORIA
1999 IAC

Red

126 La red interna del IAC se amplió con conmutadores Ethernet, que proporcionan puntos de 10 y de 100Mbps, y algunos puntos adicionales ATM.

En el ORM se instaló infraestructura ATM y equipos de conmutación, preparados para dar servicio a los distintos telescopios.

En el OT se instalaron redes de par trenzado, en sustitución de la que existía en coaxial, en la Residencia, y en los telescopios IAC-80 y TCS.

Páginas internas WWW

Se ha reestructurado la información contenida en la página interna. Este año, "Calidad" se encuentra integrada dentro de esta página interna, como información de uso general.

Bases de Datos

- Elaboración de un documento en el que se analiza la situación actual de las bases de datos del IAC y su futura integración. En dicho documento se describen también las bases de datos más importantes del mercado; se incluyen presupuestos para la compra de una base de datos en la que se integren las existentes en el IAC.

- Migración de las bases de datos de Administración de Servicios Generales (Analítica, Caja, Compras, Viajes y Export) de Access '97 a SQL Server 6.5.

- Desarrollo del programa "Archivo de documentación del Area de Instrumentación", base de datos desarrollada en Access '97 de la documentación técnica del Area de Instrumentación.

- Registro de Entrada/Salida del IAC, base de datos desarrollada en Access '97 para Administración de los Servicios Generales.

- Actualización de la base de datos de reservas de la Residencia del ORM de Access 2.0 a Access '97.

- Desarrollo de los programas "Almacenes de Mecánica y Electrónica" bases de datos desarrolladas en Access '97 para la gestión de los almacenes del Area de Instrumentación.

- Programación de páginas WWW con acceso a bases de datos, utilizando tecnología ASP (Active Server Pages), con bases de datos SQL Server 6.5 y Access '97, y servidor Web IIS (Internet Information Server).

Seguridad informática

Se ha activado la capacidad de recolección de información, sobre intentos de acceso a servicios bloqueados al exterior y se han desarrollado scripts de análisis que permiten la detección de ataques.

Los resultados de estos análisis muestran una continua actividad en los intentos de accesos ilegales

a través de Internet. La media es de una tentativa cada dos días, en períodos normales, y aproximadamente dos diarios, en períodos de vacaciones (agosto y diciembre).

Se adquirieron etiquetas antirrobo que hacen posible la identificación de equipos robados en una base de datos.

Se colocaron cerraduras con códigos de acceso en las salas de operadores y ordenadores.

Servicio de Imagen Digital (SID)

La demanda de tipos de trabajo de vídeo e infografía y el porcentaje que representan es el siguiente:

- Animaciones 3D (5%) y grabaciones de vídeo (12%) como apoyo gráfico a notas de prensa y tesis doctorales (agujeros negros y supernovas, Ley del Cielo, cúmulos, Vía Láctea, grupo local, Leónidas).
- Tratamientos varios de imágenes digitales (53%) (investigadores, Gabinete).
- Carteles anunciadores (3%) (OTRI, Cool Stars, Leónidas).
- Portadas de documentos (5%) (Unidad Didáctica Leónidas, Guía de Docencia del Dpto. de Astrofísica de la Universidad de La Laguna, FIRST, tesis doctorales, libro "Búsqueda de inteligencia extraterrestre").
- Varios (9%). Otros trabajos de vídeo: digitalizar, copias, edición digital.
- Filmación de diapositivas (6%).
- Pósters científicos (7%) (L.M. Cairós, A. Graham, A. Oscoz, C. Gutiérrez).

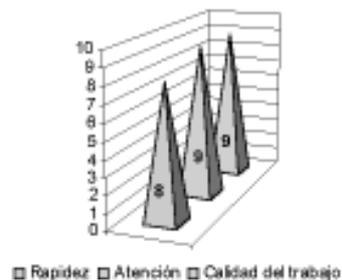
En los siguientes gráficos podemos ver el uso de este servicio por Areas (Gráfico I) y el grado de satisfacción de los usuarios con el mismo (Gráfico II).

Gráfico I



Gráfico II

Grado de satisfacción de los usuarios



Efecto 2000

Se terminó de preparar la transición al año 2000, en la que colaboró un grupo formado por personal de las diferentes Areas encabezado por el Administrador de los Servicios Generales. El cambio al año 2000 no registró incidencias.

Comunicación interna

Se facilitaron informes semestrales (primer semestre), sobre el estado de la infraestructura informática a los responsables de las Areas y Biblioteca.

Se informó a los responsables de Proyectos sobre el consumo de fungibles.

Centro de Atención al Usuario (CAU)

En el mes de febrero se puso en funcionamiento el "Centro de Atención al Usuario" (CAU). Este nuevo servicio ofrece al usuario la posibilidad de tener un punto de conexión directo con el Centro de Cálculo para la resolución de sus problemas y atención de consultas. Se puede establecer contacto con el CAU de las siguientes maneras:

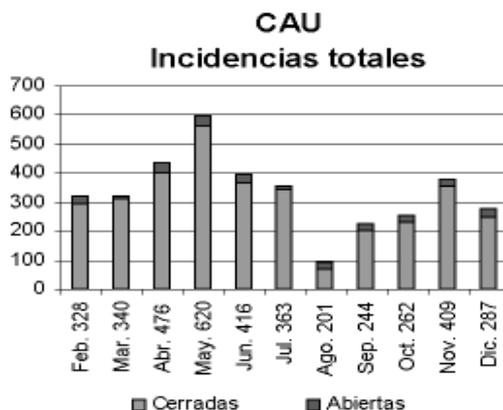
- A través de la extensión 333
- Enviando un email a cau@ll.iac.es
- Contactando directamente con el puesto del CAU (despacho de los operadores)

El CAU permite llevar una base de datos de las incidencias, de manera que si un problema se repite, haremos uso de la información archivada en ésta. De esta forma será el propio usuario o el personal del Centro de Cálculo directamente quienes puedan resolver el problema.

TOTALES	Totales	Cerradas	Abiertas	Observación	Reparación	Remitido
Base de datos	246	242	4	0	0	0
Documentación	59	59	0	0	0	0
Impresoras	127	123	1	1	0	2
Linux	52	49	2	0	0	1
PC's	1738	1693	21	6	5	13
Redes	193	176	14	0	0	3
SID	141	136	5	0	0	0
Software Unix	219	192	21	6	0	0
Unix	885	834	29	6	9	7
Varios	209	202	4	0	0	3
TOTALES	3869	3706	101	19	14	29

En el siguiente gráfico (Gráfico III) se puede ver el número de incidencias (total, abiertas y cerradas) registradas por el CAU desde que se inició este servicio en febrero de 1999.

Gráfico II



CURSOS – CHARLAS ORGANIZADOS POR EL CENTRO DE CALCULO

Cursos Post-doc impartidos por personal del IAC

“Introducción al Sistema Operativo Unix”
F. Cabrera (IAC)

“Fortran-77”, “Optimización de Programas” y “Fortran-90”
G. Israelian (IAC)

“IRAF”
N. Caon (IAC)

“Edición de documentos en Latex”
O. Pols (IAC)

“IDL”
R. Kroll (IAC)

Seminarios impartidos en el IAC, organizados por terceros

“Formación Técnica en la Herramienta Visible
Analyst”
Deiser

“Introducción a los Sistemas de Colaboración: Trabajo
en Grupo”
Deiser

BIBLIOTECA

La biblioteca del IAC ha mantenido un buen nivel de adquisición de publicaciones durante 1999. Se han comprado 468 libros que se han repartido en Astrofísica (41%), Física y Matemáticas (17%), Ingeniería e Informática (38%), Normas (2,5%) y otros temas (1,5%). Se ha mantenido la suscripción a 253 revistas científicas. Aparte de la suscripción en papel a las revistas, la biblioteca ha mantenido contratos de acceso electrónico a través de WWW a 40 de ellas.

A lo largo de todo el año, se han prestado 2.476 libros a usuarios internos. A través del préstamo interbibliotecario, la biblioteca del IAC ha pedido a otras bibliotecas 4 libros y la fotocopia de 46 artículos; y ha recibido 56 solicitudes de fotocopia de artículos y 1 de préstamo de libro.

El Comité de Biblioteca está formado por:

Jorge Sánchez Almeida (Presidente)
Monique Gómez (Secretaria)
Arturo Manchado Torres (Vocal)
M^a Francisca Gómez Reñasco (Vocal)

Este Comité se ha reunido con mayor regularidad que en los últimos 2 años. Su meta principal para este año ha sido replantearse la política de suscripciones. Para ello, se ha llevado a cabo una encuesta sobre el uso de una selección de revistas de Física y de Ingeniería. A la vista de los resultados de dicha encuesta, el Comité decidió cancelar las suscripciones a 4 revistas (2 de cada disciplina), caras y de poco uso.

Durante el primer trimestre, terminó la catalogación de todos los títulos de revistas del fondo de la biblioteca, con la intención de dar a los usuarios acceso a dicho catálogo desde cualquier punto de la red del IAC. Por problemas de software este servicio se ofrecerá a principios del 2000.

En marzo, el programa de gestión de biblioteca fue actualizado a la versión Windows, adaptándolo al entorno informático del IAC y facilitando así el trabajo de gestión.

En el último trimestre, se hicieron pruebas con un nuevo programa Glas@ccess que permite la búsqueda desde Internet en las bases de datos de la biblioteca. Puesto que ese nuevo programa resuelve los problemas de acceso desde estaciones SUN, se ha decidido comprar un PC servidor que será instalado a principios del 2000.

A nivel de formación, el personal ha participado en cursos de formación internos organizados por el Departamento de Recursos Humanos u otros Departamentos: Curso de comunicación, Curso de trabajo en equipo, Curso de reingeniería de procesos, Curso sobre el Modelo Europeo de Gestión de la Calidad, Curso de Seguridad e Higiene en el trabajo, Curso sobre el procedimiento administrativo, así como en cursos externos y congresos: Gestión y Management de Bibliotecas, Gestión de revistas electrónicas, Conference on Managing the library in the electronic era.



PUBLICACIONES CIENTIFICAS

ARTICULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ARBITRO

González Hernández I., Patrón J., Bogart R.S. and the SOI Team. "Meridional Flows from Ring Diagram Analysis"
Astrophysical Journal Letters, **510**, L153.

Castro-Tirado A.J. et al. (Incluye Zapatero Osorio M.R., Kemp S.N., Oscoz A.). "The Optical Infrared Counterpart of the 1998 July 3 g-Ray Burst and its Evolution"
Astrophysical Journal Letters, **511**, L85.

Sobotka M., Vázquez M., Bonet J.A., Hanslmeier A., Hirzberger J. "Temporal Evolution of Fine Structures in and around Solar Pores"
Astrophysical Journal, **511**, 436.

Arribas S., Mediavilla E., del Burgo C., García-Lorenzo B. "Two-dimensional Spectroscopy in the Circumnuclear Region of the Seyfert 1 Ring Galaxy NGC 985"
Astrophysical Journal, **511**, 680.

González Delgado R.M., García Vargas M.L., Goldader J., Leitherer C., Pasquali A. "Multiwavelength Study of the Starburst Galaxy NGC 7714. I. Ultraviolet-Optical Spectroscopy"
Astrophysical Journal, **513**, 707.

García-Lario P., Manchado A., Ulla A., Manteiga M. "Infrared Space Observatory Observations of IRAS 16594-4656: A New Proto-Planetary Nebula with a Strong 21 Micron Dust Feature"
Astrophysical Journal, **513**, 941.

MEMORIA
1999 IAC
130

Colina L., Arribas S. "The Starburst-AGN Connection in Active Galaxies: The Massive Nuclear Star-Forming Disk in NGC 4303"
Astrophysical Journal, **514**, 637.

Gallart C., Freedman W.L., Mateo M., Chiosi C., Thompson I., Aparicio A., Bertelli G., Hodge P.W., Lee M.G., Olszewski E.W., Saha A., Stetson P.B., Suntzeff N.B. "HST Observations of the Local Group Dwarf Galaxy Leo I"
Astrophysical Journal, **514**, 665.

Hirzberger J., Bonet J.A., Vázquez M., Hanslmeier A. "Time Series of Solar Granulation Images. II. Evolution of Individual Granules"
Astrophysical Journal, **515**, 441.

Trujillo Bueno J., Manso Sainz R. "Iterative Methods for the Non-LTE Transfer of Polarized Radiation: Resonance Line Polarization in 1D Atmospheres"
Astrophysical Journal, **516**, 436.

Prada F., Gutiérrez C.M. "A Counter-Rotating Central Component in the Barred Galaxy NGC 5728"
Astrophysical Journal, **517**, 123.

Iglesias-Páramo J., Vílchez J.M. "On the Influence of the Environment in the Star Formation Rates of a Sample of Galaxies in Nearby Compact Groups"
Astrophysical Journal, **518**, 94.

García-Lorenzo B., Mediavilla E., Arribas S., del Burgo C. "Spectroscopic Atlas of the Central 24"x20" of the Seyfert 2 Galaxy NGC 1068"
Astrophysical Journal, **518**, 190.

Miranda L.F., Vázquez R., Corradi R.L.M., Guerrero M.A., López J.A., Torrelles J.M. "Detection of Collimated Bipolar Outflows in the Planetary Nebula NGC 6572 Shaping Its Nebular Shell"
Astrophysical Journal, **520**, 714.

Béjar V.J.S., Zapatero Osorio M.R., Rebolo R. "A Search for Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs in the Young σ Orionis Cluster"
Astrophysical Journal, **521**, 671.

Guerrero M.A., Manchado, A. "On the Chemical Abundances of Multiple-Shell Planetary Nebulae with Halos"
Astrophysical Journal, **522**, 378.

Raposo A.P., Goicoechea L.J., Buitrago J. "Eulerian Perturbative Approximation in the Planar Symmetry"
Astrophysical Journal, **523**, 16.

Israelian G., Lobel A., Schmidt M.R. "The Yellow Hypergiants HR 8752 and ϵ Cassiopeiae near the Evolutionary Border of Instability"
Astrophysical Journal Letters, **523**, L145.

Corradi R.L.M., Perinotto M., Villaver E., Mampaso A., Gonçalves D.R. "Jets, Knots and Tails in Planetary Nebulae: NGC 3918, K 1-2 and Wray 17-1"
Astrophysical Journal, **523**, 721.

Graham A.W., Prieto M. "The Influence of Bulge Profile Shapes on Claims for a Scale-free Hubble Sequence for Spiral Galaxies"
Astrophysical Journal Letters, **524**, L23.

Zapatero Osorio M.R., Béjar V.J.S., Rebolo R., Martín E.L., Basri G. "An L-Type Substellar Object in Orion: Reaching the Mass Boundary between Brown Dwarfs and Giant Planets"
Astrophysical Journal Letters, **524**, L115.

- Jiménez A., Roca Cortés T., Severino G., Marmolino C. "Phase Differences and Gains between Intensity and Velocity in Low-degree Acoustic Modes Measured by SOHO"
Astrophysical Journal, **525**, 1042.
- Serra-Ricart M., Oscoz A., Sanchís T., Mediavilla E., Goicoechea L.J., Licandro J., Alcalde D., Gil-Merino R. "BVRI Photometry of QSO0957+561 A, B. Observations, New Reduction Method, and Time Delay"
Astrophysical Journal, **526**, 40.
- García-Lario P., Riera A., Manchado A. "Optical and Infrared Observations of the Bipolar ProtoPlanetary Nebula Henize 401"
Astrophysical Journal, **526**, 854.
- Allende Prieto C., García López R.J., Lambert D.L., Gustafsson B. "Spectroscopic Observations of Convective Patterns in the Atmospheres of Metal-poor Stars"
Astrophysical Journal, **526**, 991.
- Sánchez Almeida J., Trujillo Bueno J. "Radiative Transfer in Weakly Polarizing Media"
Astrophysical Journal, **526**, 1013.
- Oliveira-Costa A., Tegmark M., Gutiérrez C.M., Jones A.W., Davies R.D., Lasenby A.N., Rebolo R., Watson R.A. "Cross-Correlation of Tenerife Data with Galactic Templates Evidence for Spinning Dust?"
Astrophysical Journal Letters, **527**, L9.
- Colina L., Arribas S., Borne K.D. "Integral Field Spectroscopy of Markarian 273: Mapping High-Velocity Gas Flows and Off-Nucleus Seyfert 2 Nebula"
Astrophysical Journal Letters, **527**, L13.
- Hirzberger J., Bonet J.A., Vázquez M., Hanslmeier A. "Time Series of Solar Granulation Images. III. Dynamics of Exploding Granules and Related Phenomena"
Astrophysical Journal, **527**, 405.
- Allende Prieto C., García López R.J., Lambert D.L., Gustafsson B. "A Consistency Test of Spectroscopic Gravities for Late-type Stars"
Astrophysical Journal, **527**, 879.
- Esteban C., Peimbert M., Torres-Peimbert S., García Rojas J., Rodríguez M. "Faint Emission Lines and Temperature Fluctuations in M 8"
Astrophysical Journal Supp. Series, **120**, 113.
- Peletier R.F., Knapen J.H., Shlosman I., Pérez Ramírez D., Nadeau D., Doyon R., Rodríguez Espinosa J.M., Pérez García A.M. "A Subarcsecond Resolution Near-Infrared Study of Seyfert and Normal Galaxies: I. Imaging Data"
Astrophysical Journal Supp. Series, **125**, 363.
- Bellot Rubio L.R., Ruiz Cobo B., Collados M. "Probing Downflows in Solar Magnetic Elements: The Fe II Tests"
Astronomy & Astrophysics, **341**, L31.
- Delfosse X., Forveille T., Mayor M., Burnet M., Perrier C. "GJ 2069A, a New M Dwarf Eclipsing Binary"
Astronomy & Astrophysics Lett., **341**, L63.
- Pallé P.L., Régulo C., Roca Cortés T., García R.A., Jiménez A., Boumier P., Gabriel A., Grec G., Robillot J.M., Turck-Chièze S., Ulrich R.K. and the SOI Team. "On the Nature of the Current GOLF p -mode Signal"
Astronomy & Astrophysics, **341**, 625.
- Esteban C., Peimbert M., Torres-Peimbert S. "Physical Conditions in the Partially Ionized Zone of the Orion Nebula"
Astronomy & Astrophysics, **342**, L37.
- Michel E., Hernández M.M., Houdek G., Goupil M.J., Lebreton Y., Pérez-Hernández F., Baglin A., Belmonte J.A., Soufi F. "Seismology of d Scuti Stars in Praesepe Cluster I. Ranges of unstable Modes as Predicted by Linear Analysis Versus Observations"
Astronomy & Astrophysics, **342**, 153.
- Martín E.L., Magazzù A. "On the Evolutionary Status of X-ray Selected Weak-line T Tauri Star Candidates in Taurus-Auriga"
Astronomy & Astrophysics, **342**, 173.
- Jiménez-Vicente J., Battaner E., Rozas M., Castañeda H.O. "Fabry-Perot Observations of the Ionized Gas in NGC 3938"
Astronomy & Astrophysics, **342**, 417.
- Maiz-Apellaniz J., Muñoz-Tuñón C., Tenorio-Tagle G., Mas-Hesse M. "Kinematical Analysis of the Ionized Gas in the Nuclear Region of NGC 4214"
Astronomy & Astrophysics, **343**, 64.
- Fossat E. et al. (Incluye Pallé P.L.) "Full Disk Helioseismology: Repetitive Music and the Question of Gap Filling"
Astronomy & Astrophysics, **343**, 608.
- Corradi R.L.M., Brandi E., Ferrer O., Schwarz H.E. "A Narrowband Imaging Survey of Symbiotic Stars"
Astronomy & Astrophysics, **343**, 841.
- Berilli F. et al. (Incluye Briand C., Ceppatelli G.) "Dependence of the Photospheric Vertical Flow Characteristics on the Granule Dimension"
Astronomy & Astrophysics, **344**, L29.

Consolini G. et al. (Incluye Briand C., Ceppatelli G.) "Scaling Behaviour of the Vertical Velocity Field in the Solar Photosphere"
Astronomy & Astrophysics, **344**, L33.

Shahbaz T., Kuulkers E., Charles P.A., van der Hooft F.A., Casares J., van Paradijs. "The Rotation Speed of the Companion Star in V395 Car (=250921-630)"
Astronomy & Astrophysics, **344**, 101.

Delfosse X., Forveille T., Beuzit J.-L., Udry S., Mayor M., Perrier C. "New Neighbours. I. 13 New Companions to nearby M Dwarfs"
Astronomy & Astrophysics, **344**, 897.

Pietilä H. et al. (Incluye Corradi R.L.M., Licandro J., Zurita A.). "OJ 287 and the Predicted Fade of 1998"
Astronomy & Astrophysics, **345**, 760.

Holmgren D.E., Hadrava P., Harmanec P., Eenens P., Corral L.J., Yang S., Ak H., Bozic H. "Search for Forced Oscillations in Binaries III. Improved Elements and Detection of Line-Profile Variability of the B4V+A6V: System AR Cassiopeiae"
Astronomy & Astrophysics, **345**, 855.

Tripicchio A., Gómez M.T., Severino G., Covino E., García López R.J., Terranegra L. "Probing the Na I D and K I 7699 Resonance Lines Sensitivity to Background Opacity in Late-type Stars"
Astronomy & Astrophysics, **345**, 915.

Renaud C., Grec G., Boumier P., Gabriel A.H., Robillot J.M., Roca Cortés T., Turck-Chièze S., Ulrich R.K. "Solar Oscillations: Time Analysis of the GOLF p -mode Signal"
Astronomy & Astrophysics, **345**, 1019.

García R.A., Jefferies S.M., Tonner C.G., Pallé P.L. "Improving the Signal-to-Noise Ratio in Solar Oscillation Spectra"
Astronomy & Astrophysics, **346**, L61.

López Corredoira M. "A Conspicuous Increase of Galactic Contamination over CMBR Anisotropies at Large Angular Scales"
Astronomy & Astrophysics, **346**, 369.

Magnier E.A., Waters L.B.F.M., Groot P.J., van den Ancker M.E., Kuan Y.-J., Martín E.L. "The Circumstellar Environment of IRAS 05327+3404"
Astronomy & Astrophysics, **346**, 441.

Oblak E. et al. (Incluye Martín E.L.). "CCD Photometry and Astrometry for Visual Double and Multiple Stars of the HIPPARCOS Catalogue. I. Presentation of the Large Scale Project"
Astronomy & Astrophysics, **346**, 523.

Pérez Hernández F., Claret A., Hernández M.M., Michel E. "Photometric Parameters for Rotating Models of A- and F-Type Stars"
Astronomy & Astrophysics, **346**, 586.

García R.A., Boumier P., Charra J., Foglizzo T., Gabriel A.H., Grec G., Régulo C., Robillot J.M., Roca Cortés T., Turck-Chièze S., Ulrich R.K. "The Integrated Magnetic Field of the Sun as Seen by GOLF on Board SOHO"
Astronomy & Astrophysics, **346**, 626.

Gorosabel J. et al. (Incluye Zapatero Osorio M.R.). "Early Detection of the Optical Counterpart to GRB 980329"
Astronomy & Astrophysics, **347**, L31.

Perinotto M., Bencini C.G., Pasquali A., Manchado A., Rodríguez Espinosa J.M., Stanga R. "The Iron Abundance in Four Planetary Nebulae"
Astronomy & Astrophysics, **347**, 967.

Rodríguez M. "Fluorescence of [Fe II] in H II Regions"
Astronomy & Astrophysics, **348**, 222.

Esteban C., Méndez D.I. "The Interacting Wolf-Rayet Galaxy Mkn 8"
Astronomy & Astrophysics, **348**, 446.

Herrero A., Corral L.J., Villamariz M.R., Martín E.L. "Fundamental Parameters of Galactic Luminous OB Stars III. Spectroscopic Analysis of O Stars in Cyg OB2"
Astronomy & Astrophysics, **348**, 542.

Henney C.J. et al. (Incluye Roca Cortés T.). "Power Spectra Comparison between GOLF and Spatially Masked MDI Velocity Signals"
Astronomy & Astrophysics, **348**, 627.

Radovich M., Klaas U., Acosta Pulido J.A., Lemke D. "The 10-200 mm Spectral Energy Distribution of the Prototype Narrow-Line X-Ray Galaxy NGC 7582"
Astronomy & Astrophysics, **348**, 705.

Corradi R.L.M., Ferrer O.E., Schwarz H.E., Brandi E., García L. "The Optical Nebulae around the Symbiotic Miras He 2-147, HM Sagittae and V1016 Cygni"
Astronomy & Astrophysics, **348**, 978.

Molaro P., Bonifacio P., Centurion M., Vladilo G. "Low Deuterium Abundance in the $z_{\text{abs}}=3.514$ Absorber towards APM 08279+5255"
Astronomy & Astrophysics, **349**, L13.

Epchtein N. et al. (Incluye Garzón F.). "A Preliminary Database of DENIS Point Sources"
Astronomy & Astrophysics, **349**, 236.

Esteban C., Peimbert M. "Radial Velocities of Optical Lines in Three Bright Galactic H II Regions"
Astronomy & Astrophysics, **349**, 276.

Bouvier J. et al. (Incluye Martín E.L.). "Magnetospheric Accretion onto the T Tauri Star AA Tauri"
Astronomy & Astrophysics, **349**, 619.

- Kurtev R.G., Corral L.J., Georgiev L. "Photometric Variability of LBV-Candidate Stars and Hubble-Sandage Variables A, B, C and 2 in M33" *Astronomy & Astrophysics*, **349**, 796.
- Méndez D.I., Esteban C., Filipovic M.D., Ehle M., Haberl F., Pietsch W., Haynes R.F. "A Complex Bipolar Outflow in the Wolf-Rayet BCDG He 2-10" *Astronomy & Astrophysics*, **349**, 801.
- Delfosse X., Forveille T., Udry S., Beuzit J.L., Mayor M., Perrier C. "Accurate Masses of Very Low Mass Stars. II. The Very Low Mass Triple System Gl 866" *Astronomy & Astrophysics*, **350**, L39.
- Kudritzki, R.P., Puls J., Lennon D.J., Venn K.A., Reetz J., Najarro F., McCarthy J.K., Herrero A. "The Wind Momentum-Luminosity Relationship of Galactic A- and B-supergiants" *Astronomy & Astrophysics*, **350**, 970.
- Goldman B. et al. (Incluye Delfosse X., Martín E.L.). "EROS 2 Proper Motion Survey: A Field Brown Dwarf, and an L Dwarf Companion to LHS 102" *Astronomy & Astrophysics*, **351**, L5.
- Aguerri, J.A.L. "A Strong Correlation between Bar Strength and Global Star Forming Activity in Isolated Barred Galaxies" *Astronomy & Astrophysics*, **351**, 43.
- Montalban J., Schatzman E. "Effect of Internal Waves on the Solar Neutrino Flux" *Astronomy & Astrophysics*, **351**, 347.
- Forveille T., Beuzit J.L., Delfosse X., Segransan D., Beck F., Mayor M., Perrier C., Tokovinine A., Udry S. "Accurate Masses of Very Low Mass Stars. I. Gl 570BC ($0.6 M_{\odot} + 0.4 M_{\odot}$)" *Astronomy & Astrophysics*, **351**, 619.
- López Corredoira M., Beckman J.E., Casuso E. "High-Velocity Clouds as Dark Matter in the Local Group" *Astronomy & Astrophysics*, **351**, 920.
- Rodríguez M. "The Abundances of O, S, Cl, N, Ar, He and C in Seven Galactic HII Regions" *Astronomy & Astrophysics*, **351**, 1075.
- Fernández J.A., Tancredi G., Rickman H., Licandro J. "The Population, Magnitudes, and Sizes of Jupiter Family Comets" *Astronomy & Astrophysics*, **352**, 327.
- Karachentsev I., Aparicio A., Makarova L. "The Sagittarius Dwarf Irregular Galaxy (SagDIG): Distance and Star Formation History" *Astronomy & Astrophysics*, **352**, 363.
- Del Río M.S., Cepa J. "The Nature of Arms in Spiral Galaxies. IV Symmetries and Asymmetries" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **134**, 333.
- Zapatero Osorio M.R., Rebolo R., Magazzù A., Martín E.L., Steele I.A., Jameson R.F. "Brown Dwarfs in the Pleiades Cluster. III: A Deep IZ Survey" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **134**, 537.
- Delfosse X., Tinney C.G., Forveille T., Epchtein N., Borsenberger J., Fouquè P., Kimeswenger S., Tiphène D. "Searching for Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs with DENIS" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **135**, 41.
- Rozas M., Zurita A., Heller C., Beckman J.E. "Global Properties of the Population of HII Regions in NGC 7479 from Photometric Ha Imaging" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **135**, 145.
- Górny S.K., Schwarz H.E., Corradi R.L.M., van Winckel H. "An Atlas of Images of Planetary Nebulae" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **136**, 145.
- Arribas S., Mediavilla E., García-Lorenzo B., del Burgo C., Fuensalida J.J. "Differential Atmospheric Refraction in Integral-Field Spectroscopy: Effects and Correction. Atmospheric Refraction in IFS" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **136**, 189.
- Ferrari F., Pastoriza M.G., Macchetto F., Caon N. "A Survey of the ISM in Early-type Galaxies. II. The Dust" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **136**, 269.
- Gutiérrez C.M., García López R.J., Rebolo R., Martín E.L., Francois P. "Lithium Abundances in Metal-poor Stars. I. New Observations" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **137**, 93.
- Sivarani T., Parthasarathy M., García-Lario P., Manchado A., Pottasch S.R. "Spectroscopy of the Post-AGB Star HD 101584 (IRAS 11385-5517)" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **137**, 505.
- Gorosabel J. et al. (Incluye Guerrero M., Oscoz A., Sabalisk N., Villaver E.). "Optical and Near-Infrared Observations of the GRB 970616 Error Box" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **138**, 455.
- Guarnieri A. et al. (Incluye Zapatero-Osorio M.R., Rebolo R., Corradi R.L.M., Guerrero M., Kemp S.) "An Optical Counterpart to GRB 971227?" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **138**, 457
- Alonso A., Arribas S., Martínez Roger C. "The Effective Temperature Scale of Giant Stars (F0-K5). I. The Effective Temperature Determination by Means of the IRFM" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **139**, 335.
- Alonso A., Arribas A., Martínez-Roger C. "The Effective Temperature Scale of Giant Stars (F0-K5). II. Empirical calibration of versus colours and [Fe/H]" *Astronomy & Astrophysics Supp. Series*, **140**, 261.

Blundell K.M., Rawlings S., Willott C.J. "The Nature and Evolution of Classical Double Radio Sources from Complete Samples"
Astronomical Journal, **117**, 677.

Cuesta L., Phillips, J.P. "The Density, Extinction and Excitation Characteristics of NGC 6445"
Astronomical Journal, **117**, 974.

Guerrero M.A., Vázquez R., López J.A. "The Kinematics of Point-Symmetric Planetary Nebulae"
Astronomical Journal, **117**, 967.

Méndez D.I., Esteban C., Balcells M. "Zw 0855+06: A Wolf-Rayet Dwarf Triggered by a Dwarf-Dwarf Interaction"
Astronomical Journal, **117**, 1229.

Miranda L.F., Guerrero M.A., Torrelles J.M. "Multiwavelength Imaging and Long-Slit Spectroscopy of the Planetary Nebula NGC 6884: The Discovery of a Fast Precessing, Bipolar Collimated Outflow"
Astronomical Journal, **117**, 1421.

Méndez D.I., Cairós L.M., Esteban C., Vílchez J.M. "Imaging and Spectrophotometry of Mrk 1094: Implications for the Recent Star Formation"
Astronomical Journal, **117**, 1688.

Cohen M., Walker R.G., Carter B., Hammersley P.L., Kidger M.R., Noguchi K. "Spectral Irradiance Calibration in the Infrared. X. A Self-Consistent Radiometric All-Sky Network of Absolutely Calibrated Stellar Spectra"
Astronomical Journal, **117**, 1864.

López-Corredoira M., Garzón F., Beckman J.E., Mahoney T.J., Hammersley P.L., Calbet X. "A Major Star Formation Region in the Receding Tip of the Stellar Galactic Bar. II. Supplementary Information and Evidence that the Bar is not the same Structure as the Triaxial Bulge Previously Reported"
Astronomical Journal, **118**, 381.

Lee M.G., Aparicio A., Tikonov N., Byun Y-I, Kim E. "Stellar Populations and the Local Group Membership of the Dwarf Galaxy DDO 210"
Astronomical Journal, **118**, 853.

Martínez-Delgado D., Gallart C., Aparicio A. "The Stellar Content of the Local Group Dwarf Galaxy Phoenix"
Astronomical Journal, **118**, 862.

Martín E.L., Basri G., Zapatero Osorio M.R. "The Lithium Test in Young Brown Dwarf Candidates"
Astronomical Journal, **118**, 1005.

Arévalo M.J., Lázaro C. "Time-Resolved Spectroscopy of RS Canum Venaticorum Short-Period Systems. II. RT Andromedae, WY Cancri, and XY Ursae Majoris"
Astronomical Journal, **118**, 1015.

Casuso E., Beckman J.E. "Deuterium, Lithium and the Hubble Deep Field"
Astronomical Journal, **118**, 1907.

Martínez-Delgado D., Aparicio A., Gallart C. "The Star Formation History of the Local Group Dwarf Elliptical Galaxy NGC 185. II. Gradients in the Stellar Population"
Astronomical Journal, **118**, 2229.

Gallart C., Freedman W.L., Aparicio A., Bertelli G., Chiosi C. "The Star Formation History of the Local Group Dwarf Galaxy Leo I"
Astronomical Journal, **118**, 2245.

Rosenberg A., Saviane I., Piotto G., Aparicio A. "Galactic Globular Cluster Relative Ages"
Astronomical Journal, **118**, 2306.

Martín E. L., Delfosse X., Basri G., Goldman B., Forveille T., Zapatero Osorio M.R. "Spectroscopic Classification of Late-M and L Field Dwarfs"
Astronomical Journal, **118**, 2466.

Méndez D.I., Esteban C. "POX 4 and Tol 35: Two Peculiar Wolf-Rayet Dwarf Galaxies"
Astronomical Journal, **118**, 2723.

Phillips J.P., Cuesta L. "Density and Excitation Mapping of M 2-9"
Astronomical Journal, **118**, 2919.

Phillips J.P., Cuesta L. "The Structure of NGC 2392"
Astronomical Journal, **118**, 2929.

Rosado M., Esteban C., Lefloch B., Cernicharo J., García López R.J. "The Kinematics of the HH 399 Jet in the Trifid Nebula"
Astronomical Journal, **118**, 2962

Martín E.L. "Utrecht Echelle Spectroscopy of a Flare in VB8"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **302**, 59.

Aguerri J.A.L., Membrado M. "A General Model of X-matter"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **302**, 625.

Melhuish S.J., Dicker S., Davies R.D., Gutiérrez C.M., Watson R.A., Davis R.J., Hoyland R.J., Rebolo R. "A 33 GHz Interferometer for CMB Observations on Tenerife"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **305**, 399.

Martínez-Pais I.G., Rodríguez Gil P., Casares J. "S193: A Low Inclination SW Sex Star"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **305**, 661.

Bloom J.S., Sigurdsson J.S., Pols O.R. "The Spatial Distribution of Coalescing Neutron Star Binaries: Implications for Gamma-ray Bursts"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **305**, 763.

- Shahbaz T., van der Hooft F.A., Casares J., Charles P.A., van Paradijs J. "The Mass of X-Ray Nova Scorpii 1994 (=GRO J1655-40)" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **306**, 89.
- Harlaftis E.T., Steeghs D., Horne K., Martín E.L., Magazzú A. "Spiral Shocks in the Accreting Disc of IP Peg During Outburst Maximum" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **306**, 348.
- Hau G.K.T., Carter D., Balcells M. "The Shell Elliptical NGC 2865: Evolutionary Population Synthesis of a Kinematically Decoupled Core" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **306**, 437.
- Roche N., Eales S.A., Hippelein H., Willott C.J. "The Angular Correlation Function of $K'=19.5$ Galaxies and the Detection of a Cluster at $z=0.775$ " *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **306**, 538.
- Hammersley P.L., Cohen M., Garzón F., Mahoney T., López Corredoira M. "Structure in the First Quadrant of the Galaxy: An Analysis of "TMGS" Star Counts Using the "SKY" Model" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **308**, 333.
- Hambly N.C., Smartt S.J., Hodgkin S.T., Jameson R.F., Kemp S.N., Rolleston W.R.J., Steele I.A. "On the Parallax of WD 0346++246: A Halo White Dwarf Candidate" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **309**, L33.
- Gonçalves D.R., Friaça A.C.S. "Does Magnetic Pressure Affect the ICM Dynamics?" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **309**, 651.
- Dicker S.R., Melhuish S.J., Davies R.D., Gutiérrez C.M., Rebolo R., Harrison D.L., Davis R.J., Wilkinson A., Hoyland R.J., Watson R.A. "Cosmic Microwave Background Observations with the Jodrell Bank-IAC Interferometer at 33 GHz" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **309**, 750.
- Willott C.J., Rawlings S., Blundell K.M., Lacy M. "The Emission Line-Radio Correlation for Radio Sources using the 7C Redshift Survey" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **309**, 1017.
- Jones A.W., Lasenby A.N., Mukherjee P., Gutiérrez C.M., Davies R.D., Watson R.A., Hoyland R., Rebolo R. "A Multifrequency Maximum-Entropy Joint Analysis of COBE and Tenerife Data" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **310**, 105.
- Peletier R.F., Balcells M., Davies R.L., Andredakis Y., Vazdekis A., Burkert P., Prada F. "Galactic Bulges from Hubble Space Telescope NICMOS Observations: Ages and Dust" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **310**, 703.
- Peletier R.F., Vazdekis A., Arribas S., Del Burgo C., García Lorenzo B., Gutiérrez C.M., Mediavilla E., Prada F. "Two-dimensional Line Strength Maps in Three Well-Studied Early-type Galaxies" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **310**, 863.
- Castro-Tirado A.J. et al. (Incluye Zapatero Osorio M.R., Caon N., Cairós L.M., Béjar V.J.S., Gutiérrez C., Oscoz A. "Decay of the GRB 990123 Optical Afterglow: Implications for the Fireball Model" *Science*, **283**, 2069.
- Hjorth J. et al. (Incluye Caon N., Cairós L.M., Zapatero-Osorio M.R.). "Polarimetric Constraints on the Optical Afterglow Emission from GRB990123" *Science*, **283**, 2073.
- Andersen M.I. et al. (Incluye Caon N., Cairós L.M., Zapatero-Osorio M.R.). "Spectroscopic Limits on the Distance and Energy Release of GRB 990123" *Science*, **283**, 2075.
- Aparicio A., Escartín J., Santamaría L., Valverde P. "Toxic Spill Caught Spain off Guard" *Nature*, **395**, 110.
- Israelian G., Rebolo R., Basri G., Casares J., Martín E.L. "Evidence of a Supernova Origin for the Black Hole in the System GRO J1655-40" *Nature*, **401**, 142.
- Petrovay K., Szakály G. "Transport Effects in the Evolution of the Global Solar Magnetic Field" *Solar Physics*, **185**, 1.
- Petrovay K., Martínez Pillet V., van Driel-Gesztelyi L. "Making Sense of Sunspot Decay - II. Deviations from the Mean Law and Plage Effects" *Solar Physics*, **188**, 315.
- Martín Mateos I., Pallé P.L. "A New Observational Strategy in Research for Solar g-Modes" *Solar Physics*, **189**, 2.
- Esteban C., Peimbert M., Torres-Peimbert S., Cruz-González I., García Rojas J. "Chemical Composition and Temperature Fluctuations in M17" *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, **35**, 65.
- Kidger M.R., González Pérez J.N. "Infrared and Optical Microvariability Observations of TeV Blazars" *Astroparticle Physics*, **11**, 201.
- Kidger M.R., González Pérez J.N. "Visible and Infrared Blazar Monitoring in the Canary Islands – 1986-1998" *Astroparticle Physics*, **11**, 205.
- Augusto P., González-Serrano J.I., Edge A.C., Gizani N.A.B., Wilkinson P.N., Pérez-Fournon I. "The kpc-scale Radio Source Population" *New Astronomy Reviews*, **43**, 663.

Israeli G., de Groot M. "P Cygni: An Extraordinary Luminous Blue Variable"
Space Science Reviews, **90**, 493.

Licandro J., Bellot Rubio L.R., Casas R., Gómez A., Kidger M.R., Sabalisk N., Santos Sanz P., Serra-Ricart M., Torres Chico R., Oscoz A., Jorda L., Denicolo G. "The Spin Axis Position of C/1995 O1 (Hale-Bopp)"
Earth Moon and Planets, **77**, 199.

Santos-Sanz P., Sabalisk N., Kidger M.R., Licandro J., Serra-Ricart M., Bellot Rubio L.R., Casas R., Gómez A., Sánchez Portero J., Osip D. "A Comparison between Near-infrared and Visible Imaging of the Inner Coma of Comet Hale-Bopp at Perihelion"
Earth Moon and Planets, **78**, 235.

Kidger M.R., Hurst G., James N. "The Visual Light Curve of C/1995 O1 (Hale-Bopp) from Discovery to Late 1997"
Earth Moon and Planets, **78**, 169.

Kidger M.R. "Dust Activity in Comet Hale-Bopp"
Earth Moon and Planets, **79**, 79.

Goicoechea L.J., Mediavilla E., Oscoz A., Serra-Ricart M., Buitrago J. "Gravitational Lenses and the Hubble Constant: Present and Future"
Astrophysics & Space Sciences, **261**, 341.

Gil-Merino R., Goicoechea L.J., Serra-Ricart M., Oscoz A., Mediavilla E., Buitrago J. "Analysis of the Difference Light Curve of the Gravitational Mirage QSO 0957+561"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 47.

Pérez García A.M., Rodríguez Espinosa J.M. "Seyfert Galaxies: A Perspective with the Infrared Space Observatory (ISO)"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 103.

Tomás-Calderón L., Acosta-Pulido J.A., Vila-Vilaró B., Pérez Fournon I. "Spectroscopy of the Extended Emission Line Region in NGC 4388"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 123.

Vega Beltrán J.C., Pignatelli E., Zeilinger W.W., Pizzella A., Corsini E.M., Bertola F., Beckman J.E. "Kinematic of Gas and Stars in Spiral Galaxies"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 163.

Monteverde M.I., Herrero A. "Stellar a Elements Abundance Gradient in M 33"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 171.

Esteban C. "Temperature Fluctuations in Galactic HII Regions"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 193.

Fabiani Bendicho P. "Radiative Transfer under Inhomogeneous Configurations"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 223.

Villamariz M.R., Herrero A. "The Most Luminous Stars in Our Galaxy"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 247.

Corral L.J., Herrero A., Villamariz R., Martín E.L. "Spectroscopic Analysis of Stars in Cyg OB2"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 255.

Suárez O., Manteiga M., Ulla A., García-Lario P., Manchado A. "Optical Classification of IRAS Post-AGB Candidates"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 283.

Gómez G., López R. "Standard Spectral Evolutionary Sequence for Type Ia Supernovae"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 295.

Patrón J., González Hernández I., Jiménez A., Jiménez Reyes S.J., Martín I., Pallé P.L., Pérez Hernández F., Régulo C., Roca Cortés T. "3-D Helioseismology: Rings and Horizontal Flows"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 327.

Ruiz Cobo B. "SIR: an Inversion Technique of Spectral Lines"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 331.

González Hernández I., Patrón J., Roca-Cortés, T., Pérez Hernández F., Jiménez A., Jiménez Reyes S.J., Martín I., Pallé P.L., Régulo C. "Probing the Solar Subphotospheric Layers using Ring Analysis"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 335.

Martín I., González Hernández I., Jiménez A., Jiménez Reyes S.J., Patrón J., Pallé P.L., Pérez Hernández F., Régulo C., Roca Cortés T. "A New Observational Strategy to Search for g -Modes"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 339.

Sánchez Cuberes M., Bonet J.A., Vázquez M., Wittmann D. "Centre To-Limb-Variation of the Solar Granulation"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 343.

Eff-Darwich A., Korzennik S.G., Roca Cortés T., Pérez Hernández F., Pallé P.L. "The Solar Rotation Rate $\Omega(r, \theta)$ "
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 347.

Rodríguez Espinosa J.M., Alvarez P., Sánchez F. "The GTC: An Advanced 10m Telescope for the ORM"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 355.

INVITED REVIEWS (ARTICULOS DE REVISION INVITADOS)

Balcells M. "The EMIR Near-Infrared Multi-Object Spectrograph for GTC"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 361.

García López R.J. "An Optical Intermediate Dispersion Spectrograph for the GTC (ODIN: Espectrógrafo Óptico de Dispersión Intermedia)"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 365.

Cepa J. "OSIRIS Imaging and Spectroscopy for the GTC"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 369.

Varela A.M., Muñoz-Tuñón C., Mahoney T. "Site-Testing Results at La Palma Observatory"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 373.

Torrelles J.M., Alberdi A., Rius A., Paredes J.M., Barcons X., Briones F., Cepa J., Vilchez J.M., Eiroa C., Marcaide J.M., Mas J.M. "Spanish Participation in the Millimeter Array"
Astrophysics & Space Sciences, **263**, 381.

Trujillo Bueno J. "Towards the Modelling of the Second Solar Spectrum"
Solar Polarization, 73.

Manso Sainz R., Trujillo Bueno J. "The Hanle Effect in 1D, 2D and 3D"
Solar Polarization, 143.

Dittmann O. "3D Polarised Radiative Transfer with Weak Magnetic Fields"
Solar Polarization, 201.

Fabiani Bendicho P., Trujillo Bueno J. "Three-Dimensional Radiative Transfer with Multilevel Atoms"
Solar Polarization, 219.

Sánchez Almeida J. "The Current Status of the MISMA Hypothesis"
Solar Polarization, 251.

Socas Navarro H., Trujillo Bueno J., Ruiz Cobo B. "A New Diagnostic Tool for the Solar Chromosphere"
Solar Polarization, 263.

Gabriel A.H., Turck-Chieze S., Garcia R.A., Pallé P.L., Boumier P., Thiery S., Baudin F., Grec G., Ulrich R.K., Bertello L., Roca Cortes T., Robillot J.M. "Results from the GOLF Instrument on SOHO"
Advances in Space Research, **24** (2), 147.

Belmonte J.A., Esteban C., Cuesta L., Perera Betancort M.A., Jiménez González J.J. "Pre-Islamic Burial Monuments in Northern and Saharan Morocco"
Archaeoastronomy (Supplement to the Journal for the History of Astronomy), **24**, S21.

Zapatero Osorio M.R. "Brown Dwarfs in Open Clusters" en "Very Large Telescope Opening Symposium", 1-4 marzo, Antofagasta, Chile.

Forveille T., Delfosse X. "Brown dwarfs with DENIS" en "Very Large Telescope Opening Symposium", 1-4 marzo, Antofagasta, Chile.

Arribas S., Mediavilla E. "3D Observations with Optical Fibers of Active Galaxies" en "Imaging the Universe in Three Dimensions: Astrophysics with Advanced Multi-Wavelength Imaging Devices" 29 marzo-1 abril, California, EEUU.

Beckman J.E. "Multifrequency Observations of the Interstellar Medium in Spiral Galaxies" en "Frascati Workshop 1999: Multifrequency Behaviour of High Energy Cosmic Sources", 24-29 mayo, Vulcano, Italia.

Rebolo R. "Brown Dwarfs in Orion and Pleiades" en "From Giant Planets to Cool Stars", 7-11 junio, Arizona, EEUU.

Esteban C. "Astronomy in Islands: A Peculiar Evolution" en "Oxford VI and SEAC99 Conference on Astronomy and Cultural Diversity", 21-29 junio, La Laguna, Tenerife.

Belmonte J.A. "From the Atlas to the Caucasus: The Other Side of the Mediterranean" en "Oxford VI and SEAC99 Conference on Astronomy and Cultural Diversity", 21-29 junio, La Laguna, Tenerife.

van Driel-Gesztelyi L., Martínez Pillet V. "Magnetic Field Structuring" en "8th SOHO Workshop: Plasma Diagnostics and Dynamics in the Solar Transition Region and Corona", 22-25 junio, París, Francia.

Corradi R.L.M. "Morphology Vs Physical Properties: Some Comments and Questions" en "Asymmetrical Planetary Nebulae II. From Origins to Microstructures", 3-6 agosto, Cambridge, EEUU.

Manchado A., Villaver E., Stanghellini L., Guerrero M.A. "On the Morphological and Structural Classification of Planetary Nebulae" en "Asymmetrical Planetary Nebulae II. From Origins to Microstructures", 3-6 agosto, Cambridge, EEUU.

Casares J. "X-Ray Binaries and Black Hole Candidates" en "Selected Topics on Binary Stars: Observations and Physical Processes", 6-17 septiembre, La Laguna, Tenerife.

MEMORIA
IAC 1999

137

COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

Willot C.J. "Radio-optical Correlations in High-z Radio Sources" en "JENAM'99", 7-11 septiembre, Toulouse, Francia.

Esteban C. "Local High-Mass Star-forming Regions" en "The Interplay between Massive Stars and the ISM", 9-12 septiembre, Toulouse, Francia.

Beckman J.E. "The Interstellar Medium as a Culture Medium for Biological Molecules?" en "The Bridge between the Big Bang and Biology", 13-17 septiembre, Stromboli, Italia.

Israelian G., Rebolo R., García López R.J. "Early Galactic Evolution of Carbon, Nitrogen and Oxygen" en "The Chemical Evolution of the Milky Way: Stars Versus Clusters", 20-24 septiembre, Vulcano, Italia.

Zapatero Osorio M.R. "Evidence for Free-Floating Very Young Giant Planet" en "11th Cambridge Workshop "Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun", 4-8 octubre, Puerto de la Cruz, Tenerife.

Pallé P.L. "Asteroseismology of the Sun" en "11th Cambridge Workshop "Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun", 4-8 octubre, Puerto de la Cruz, Tenerife.

Rebolo R. "Lithium in Brown Dwarfs" en "IAU Symp. N° 198: The Light Elements and their Evolution", 22-27 noviembre, Natal, Brasil.

"193st Meeting of the American Astronomical Society", 5-9 enero, Texas, EEUU

Allende Prieto C. *Dissertation Talk* "Surface Inhomogeneities and Semi-Empirical Modeling of Metal-Poor Stellar Photospheres". AAS **193**, 2202.

"2nd INSAP Conference: The Inspiration of Astronomical Phenomena", 11-15 enero, Malta

Belmonte J.A., Esteban C., Perera Betancort M.A., Jiménez J.J. "Celestial Manifestations in the Culture of Pre-Islamic Al Maghrib"

"Very Large Telescope Opening Symposium", 1-4 marzo, Antofagasta, Chile

Herrero A., Kudritzki R.P., Smartt J., Venn K., Przybilla N., Lennon D.J., McCarthy K., Monteverde M.I. "Abundance Determinations in Massive Blue Stars within the Local Group"

Zapatero Osorio M.R., Béjar V.J.S., Rebolo R., Martín E.L., Basri G. "Approaching the Deuterium Burning Limit in the Sigma Orionis Cluster"

"XIXth Moriond Astrophysics Meeting on Building Galaxies: From the Primordial Universe to the Present", 13-20 marzo, Les Arcs, Francia

Martínez Delgado D.I. "Stellar Population Gradients in the Local Group Dwarf Galaxy Phoenix"

Cairós L.M., Muñoz-Tuñón C., Vílchez J.M. "Multiband Observations of the Blue Dwarf Galaxy Haro 4"

García Lorenzo B., Arribas S., Mediavilla E. "Kinematical View of NGC 2992"

"GOLF-MDI Meeting", 17-19 marzo, Los Angeles, EEUU

Pallé P.L., Roca Cortés T. "The Low Frequency GOLF Signal"

Roca Cortés T., Pallé P.L. "Physical Parameters of Solar p-modes deduced from GOLF Data"

“GONG 99: A Workshop on Helioseismology at Moderate and High Spherical Harmonic Degree”, 22-24 marzo, Tucson, EEUU

Pallé P.L., Jiménez Reyes J., Roca Cortés T. “Solar Cycle Variations in Low-Degree p -modes Spectrum using the *Mark-I* Database: 1980-1998. Preliminary Results”

“Imaging the Universe in Three Dimensions: Astrophysics with Advanced Multi-Wavelength Imaging Devices” 29 marzo–1 abril, California, EEUU

García López B., Arribas S., Mediavilla E. “INTEGRAL Field Spectroscopy of NGC 2992”

Colina L., Arribas S., Borne K. “Integral Field Spectroscopy of Mrk 273”

Cepa J., Bland-Hawthorn J., González J. “OSIRIS: A Tunable Spectrograph for the GTC 10m Telescope”

“Cataclysmic Variables: A 60th Birthday Symposium in Honour of Brian Warner”, 12-16 abril, Oxford, Reino Unido

Zurita A. et al. (Incluye Casares J.). “Optical Studies of the X-Ray Transient XTE J2123-058. I. Photometry”

Rodríguez Gil P., Casares J., Dhillon V., Martínez Pais I. “The Eclipsing Nature of the SW Sex Star WX Arietis”

Pérez Torres M.A., Casares J., Martínez Pais I. “Doppler Imaging of V404 Cyg in Outburst”

Martínez-Pais I.G., Martín-Hernández N.L., Casares J., Rodríguez-Gil P. “VY Scl: A Cataclysmic Variable with a Third Component?”

Hynes R.I., Charles P.A., Haswell C.A., Casares J., Zurita C. “Optical Studies of the X-Ray Transient XTE J2123-058. II. Doppler Tomography. Echoes of the SW Sex Phenomenon”

“Science with Minisat 01”, 26-28 abril, Madrid

Génova R., Beckman J.E. “The Local Interstellar Medium towards the Galactic Anticenter”

“OJ-94 Annual Meeting 1999: Blazars Monitoring towards the Third Millennium”, 19-21 mayo, Turin, Italia

González Pérez J.N., Kidger M.R. “Simultaneous Optical-IR Microvariability of Blazars”

“Frascati Workshop 1999: Multifrequency Behaviour of High Energy Cosmic Sources”, 24-29 mayo, Vulcano, Italia

Zurita A., Beckman J.E., Rozas M. “How the most Highly Luminous HII Regions in Galaxies Ionize the Interstellar and Intergalactic Medium”

“Stellar Clusters and Associations: Convection, Rotation and Dynamos”, 25-28 mayo, Palermo, Italia

Pols O.R. “New Evolution Models for Cool Stars with a Calibrated Mixing Length”

Hurley J.R., Tout C.A., Aarseth S.J., Pols O.R. “A Load of BS: N-body Models of M67”

Montalbán J., Schatzman E. “Mixing by Internal Waves. Li and Be Abundance Dependence on Spectral Type, Age and Rotation”

“194th Meeting of the American Astronomical Society”, 30 mayo–3 junio, Chicago, EEUU

Henney C.J., Ulrich R.K., Bertello L., Bogart R.S., Bush R.I., Scherrer P.H., Pallé P.L., Roca Cortés T., Turck-Chieze S. “Power Spectra Comparison between GOLF and MDI Velocity Observations”

Bertello L., Henney C.J., Ulrich R.K., Varadi F., Kosovichev A.G., Roca Cortés T., García R.A., Scherrer P.H. “Frequencies and Splittings of Low-degree Acoustic Modes: A Comparison between MDI and GOLF Observations”

Peimbert M., Esteban C., Torres-Peimbert S., García-Rojas J. “Chemical Composition and Temperature Fluctuations in M17”. *Bulletin of AAS*, 31, 945.

“IAU Coll. nº 174: Small Galaxy Groups”, 13-18 junio, Turku, Finlandia

Iglesias J. “Star Formation and Environment in Galaxies of Compact Groups”

“IV Workshop Guillermo Haro: The Energy Input from Stars: Supernovae and Chemodynamical Evolution”, 14 junio-30 julio, Puebla, México

Muñoz-Tuñón C. “Starbursts in Compact Groups of Galaxies”

Cairós L.M., Vílchez J.M. "Surface Photometry of a Large Sample of Blue Compact Dwarf Galaxies"

"Star Formation 1999", 21-25 junio, Nagoya, Japón

Cedrés B., Cepa J., de Pablos F. "Properties of HII Regions in a Sample of Spiral Galaxies"

Cepa J. "Three Dimensional SSPSF Plus Density Wave Models"

"Oxford VI and SEAC99 Conference on Astronomy and Cultural Diversity", 21-29 junio, La Laguna, Tenerife

Mahoney T. "Historical Lexicography and the Astronomical Lexicon"

Belmonte J.A. "Arato of Soloi and the Origin of the Constellations"

"Satellite Galaxies", 27 junio-2 julio, Tegernsee, Alemania

Martínez Delgado D. "The Star Formation History of the Local Group Dwarf Galaxy NGC185"

"IAU Coll. No 175: The Be Phenomenon in Early-type Stars", 28 junio - 2 julio, Alicante

Israelian G. "Rapid Variations of Discrete Absorption Components in the Spectrum of P Cygni"

"35th Liège International Astrophysics Colloquium: The Galactic Halo From Globular Clusters to Field Stars", 5-8 julio, Lieja, Bélgica

Alonso A., Martínez Roger C., Arribas S. "The Stellar Effective Temperature Scale. Giant Stars (F0-K5)"

"XVth IAP Meeting: Dynamics of Galaxies from the Early Universe to the Present", 9-13 julio, París, Francia

Gutiérrez C.M., Prada F., Azzaro M. "Kinematic and Structure of Satellite Galaxies" Eds. F. Combes, G. A. Mamon y V. Charmandaris ASP Conf. Series, 122.

"IX SOHO Workshop: Heliosismic Diagnostics of Solar Convection", 12-15 julio, Stanford, California, EEUU

Haber D.A., González Hernández I., Patrón J. "Large-scale Flows in the Convective Zone"

"Wavefront Sensing and its Applications", 19-22 julio, Canterbury, Reino Unido

Bello C.D., Devaney N. "Modal Wavefront Sensing Adapted to Segmented Telescopes"

"Gravitational Lensing: Recent Progress and Future Goals", 25-30 julio, Boston, EEUU

Mediavilla E., Motta V., Arribas S., Oscoz A., Serra-Ricart M., Falco E.E., Goicoechea L., Alcalde D., Ramella M., Barrena R. "Two Dimensional Spectroscopy of Gravitational Lenses"

Oscoz A., Serra-Ricart M., Alcalde D., Mediavilla E., Motta V., Licandro J., Goicoechea L.J. "Time Delay of Q0957+561A,B from the IAC's 96-99 Data"

Goicoechea J.L., Gil-Merino R., Serra-Ricart M., Mediavilla E., Oscoz A., Alcalde D. "The Nature of Dark Matter in Elliptical (cD) Galaxies: Main Lens Galaxy of Q0957+561"

Alcalde D., Serra-Ricart M., Oscoz A., Motta V., Mediavilla E., Goicoechea L.J., Licandro J. "A New Reduction Method to Perform Multi-band Photometry on Multiple Lens Systems"

"Asteroids - Comets - Meteors 1999", 26-30 julio, Ithaca, EEUU

Licandro J., Osip D., Oscoz A., Alcalde D., V. Motta, Kidger M. "CCD Imaging of Comets 21P/Giacobini-Zinner using the New Narrowband Cometary Filters"

Licandro J., Serra-Ricart M., Oscoz A., Duffard R. "Stellar Occultations by Cometary Cone: Occultations by Comets 78P/Gehrels 2, 69P/Taylor and 81P/Wild 2"

Licandro J., Serra-Ricart M., Oscoz A., Casas R., Osip D. "Time-series Inner Coma Photometry of Comets: Real Variations or Seeing Effect?"

Alonso S., Licandro J., Oscoz A., Casas R., Motta V., Alcalde D., Gómez A., Serra-Ricart M. "CCD Photometry of the *Dormant Comet* Candidate Asteroid 3200 Phaeton"

"Asymmetrical Planetary Nebulae II. From Origins to Microstructures", 3-6 agosto, Cambridge, EEUU

Corradi R.L.M., Schwarz H., Livio M., Munari U. "Symbiotic Stars can do it"

Villaver E. "The Formation of Asymmetries in Multiple Shell Planetary Nebulae due to Interactions with the ISM"

Gonçalves D.R., Corradi R.L.M., Villaver E., Mampaso A., Perinotto M. "Low-Ionization Structures in Planetary Nebulae"

García Lario P., Manchado A., Ulla A., Manteiga M. "ISO Spectroscopy and Optical Morphology of Protoplanetary Nebulae and Young Pne".

“ESO/MPA Meeting on The First Stars”, 4-6 agosto, Munich, Alemania

Israelian G., Rebolo R., García López R.J. “CNO Abundances in Metal Poor Stars”

“ESOP XVIII”, 5-11 agosto, Stuttgart, Alemania

Casas R. “Minor Planets Approaches to Stars: CCD Observations” (CO+P).

“Solar Eclipse August 1999 Symposium: Research Amateur Astronomy in the VLT Era”, 7-13 agosto, Garching, Alemania

Kidger M.R. “Amateur Blazar Monitoring - Outburst Alerts”

Kidger M.R. “Meteor Outbursts - Amateur Visual Observations are more Valuable than Ever”

Kidger M.R. “Asteroid Research at the IAC – Opportunities for Amateur Collaboration”

“IAU Coll. No 176: The Impact of Large-Scale Surveys on Pulsating Star Research”, 8-12 agosto, Budapest, Hungría

Fox Machado L. et al. (Incluye Hernández M.M., Belmonte J.A., Pérez Hernández F.) “Frequency Oscillations in the δ Scuti Star V534 Tauri. Preliminary Results of the STEPPI IX Campaign”

“United Kingdom National Astronomy Meeting 1999”, 9-13 agosto, Guernsey, Channel Isles, Reino Unido

Kemp S., Beckman J.E., Chan S.J., Hammersley P.J., Lourenso S., Prieto M. “Infrared Imaging of Barred Spiral Galaxies with the Carlos Sánchez Telescope, Teide Observatory”

“NATO Advanced Study Institute on Advances in Solar Research at Eclipses, from Ground and from Space”, 9-20 agosto, Bucarest, Rumania

Pérez I., Roca Cortés T. and the GOLF Team “Excitation of Solar Acoustic Modes”

“Thermal and Ionization Aspects of Flows from Hot Stars: Observations and Theory”, 23-27 agosto, Tartu, Estonia

Corradi R.M.L. “Fast Winds from Symbiotic Stars Shaping Large Ionized Nebulae”

“The Dynamic Sun”, 30 agosto-10 septiembre, Treffen, Austria

Sánchez Cuberes M. “Center to Limb Variation of Solar Granulation”

Hirzberger J., Hanslmeier A., Bonet J.A., Vázquez M. “High Resolution Observations of a Photospheric Light Bridge”

Steinegger M., Bonet J.A., Vázquez M., Martínez Pillet V. “A Photometric and Magnetic Analysis of the Wilson Effect”

“ESO Workshop on Black Holes in Binaries and Galactic Nuclei”, 6-8 septiembre, Munich, Alemania

Israelian G. “Evidence for a Supernova Origin of the Black Hole in GROJ 1655-40”

“JENAM’99”, 7-11 septiembre, Toulouse, Francia

Petrovay K. “On the Characteristic Scales of Turbulent Magnetic Fields on the Sun”

Gallegos J.E., Hoyland R.J., Gutiérrez C.M., Watson R.S., Rebolo R., Macías J. “The COSMOSOMAS Project: Mapping CMB Anisotropies with Circular Scans”

“IX European Meeting on Solar Physics: Magnetic Fields and Solar Processes”, 12-18 septiembre, Florencia, Italia

Jiménez-Reyes S.J., Pallé P.L., Fierry-Fraillon D. “Solar Cycle Variations in the Low Degree p -mode Spectrum using *Mark-I* Database: 1980-1999”

Roca Cortés T., Jiménez A., Pallé P.L. and the GOLF & VIRGO Teams “Frequencies of Solar p -modes from GOLF and VIRGO-SPM (SOHO)”

Pérez I., Roca Cortés T. and the GOLF Team “Excitation of Solar Acoustic Modes”

Collados M., Ruiz Cobo B., Bellot Rubio L.R., Rodríguez Hidalgo I. “Analysis of Temporal Series of Near IR Full Spectropolarimetric Data in Network and Active Regions”

Rodríguez Hidalgo I., Abajas C., The Shelios’99 Team “The Last Total Solar Eclipse of the Millennium as seen by Shelios’99”

Khomenko E., Collados M., Bellot Rubio L.R., Rodríguez Hidalgo I., Ruiz Cobo B. “Formation and Destruction of a Weak Magnetic Feature in the Solar Photosphere”

Rodríguez Hidalgo I. “Recent Instrumental Developments in Solar Physics at the Instituto de Astrofísica de Canarias”

“Toward a A New Millennium in Galaxy Morphology Conference”, 13-18 septiembre, Johannesburgo, Sudáfrica

Prieto M., Aguerri J.A. “Correlations between Structural Parameters of Disk Galaxies”

Graham A., Prieto M. “On the Light Profiles of Spiral Galaxy Bulges and the Hubble Sequence for Spirals”

Graham A.W. “Evidence Against a Scale-free Hubble Sequence for Spiral Galaxies”.

“ISO Beyond Point Sources”, 14-17 septiembre, Madrid

Rodríguez Espinosa J.M., Pérez A.M., Fuensalida J.J. “Extended Far IR Emission in Seyfert Galaxies”

“The Changes in Abundances in AGB Stars”, 16-18 septiembre, Roma, Italia

Pols O., Tout C. “Thermal Pulses and Dredge-up with a consistent Solution for Stellar Structure and Composition”

Pols O., Tout C.A. “Thermal Pulses and Dredge-up in AGB Stars with a Consistent Solution for Stellar Structure and Composition”

“Alexander von Humbolt Workshop”, 17-19 septiembre, La Coruña

Herrero A. “Extragalactic Stellar Spectroscopy: Stars beyond the Milky Way”

“The Chemical Evolution of the Milky Way: Stars Versus Clusters”, 20-24 septiembre, Vulcano, Italia

Israelian G., Rebolo R., García López R.J. “CNO Abundances in unevolved Metal-poor Stars”

“Ann Astronomische Gessellschaft 73rd Annual Meeting: New Astrophysical Horizons; Solar Observation with High Resolution”, 21-24 septiembre, Göttingen, Alemania

Bonet J.A., Hirzberger J., Vázquez M., Sobotka M., Hanslmeier A. “Granulation in Active Regions as Compared to Quiet Regions” AGM **15**, 2.

Martínez Pillet V., Collados M., Bellot Rubio L.R., Rodríguez Hidalgo I., Ruiz Cobo B., Soltau D. “TIP: The Tenerife IR Polarimeter” AGM **15**, 5.

Bellot Rubio, L.R. “The IAC Stokes Profile Inversion Codes” AGM, **15**, 6.

Bellot Rubio, L.R., Collados M., Ruiz Cobo B., Rodríguez Hidalgo I., Bodgan T.J. “Oscillations in a Sunspot Umbra from the Inversion of Infrared Stokes Profiles” AGM, **15**, 7.

Sánchez Almeida J. “Influence of Unresolved Optically-Thin Irregularities on Quiet Sun Magnetic Field Determinations” AGM, **15**, 10

Collados M., Rodríguez Hidalgo I., Bellot Rubio L.R., Ruiz Cobo B., Soltau D. “TIP (Tenerife Infrared Polarimeter): A Near IR Full Stokes Polarimeter for the German Solar Telescopes at the Observatorio del Teide” AGM **15**, 13.

Khomenko E., Collados M., Bellot Rubio L.R., Rodríguez Hidalgo I., Ruiz Cobo B. “Observational Evidence for Convective Collapse and Subsequent Destruction of a Weak Magnetic Feature”

“Astronomical Data Analysis Software and Systems 99”, 4-6 octubre, Kona, Hawaii, EEUU

Acosta-Pulido J.A. “TwoFitlines: Another Spectrum and Line Analysis System in IRAF”

“The 11th Cambridge Workshop: Cool Stars, Stellar Systems and the Sun”, 4-8 octubre, Puerto de La Cruz, Tenerife

Sánchez Almeida J. “Ghost Magnetic Structures Haunting the Sun and Solar-Type Stars”.

Jiménez Reyes S.J., Pallé P.L., Fierry Fraillon, D. “Solar Cycle Variations in the Low Degree p -modes Spectrum Using *Mark-I* Database: 1980-1999”

Bellot Rubio L.R. “The IAC Stokes Profile Codes Based on Response Functions”

Khomenko E., Collados M., Bellot Rubio L.R., Rodríguez Hidalgo I., Ruiz Cobo B. “Formation and Destruction of Magnetic Elements in the Quiet Sun”

Pérez I., Roca Cortés T and the GOLF Team. “Energetic Distribution of Solar Acoustic Oscillations”.

Régulo C., Roca Cortés T, Solanki S.K., Fligge M. “Noise Reduction in Golf Spectra Using Wavelets”

Rempel M., Schüssler M., Moreno Insertis F. “Storage of Toroidal Magnetic Field below the Solar Convection Zone”

Allende Prieto C., Asplund M., García López R.J., Lambert D., Nordlund A. “Spectroscopic Observations of Procyon. Surface Convection and Radial Velocity”

Shchukina N.G., Trujillo Bueno J. “Fe I Lines in the Spectra of Solar-like Stars: Non-LTE Effects, Temperature Diagnostics and the Iron Abundance”

Trujillo Bueno J. “Chromospheric Magnetic Field and Non-LTE Spectro-polarimetry”

Arévalo M.J., Lázaro C., Martínez País I.G., Rovithis-Livaniou H, Rovithis P. "Infrared Lights Curves and Absolute Parameters of the Algol Binary AI Draconis"

Domínguez R., Lázaro C., Martínez País I.G., Arévalo M.J. "A Study of the Algol Binary VV Uma from Photometric and Spectroscopic Observations"

García López R.J., Randich S., Zapatero Osorio M.R., Pallavicini R. "Searching for New, Unknown, Late Type Stars in the Coma Berenices Open Cluster"

Hernández M.M., Belmonte J.A., Michel E., Pérez Hernández F. "Asteroeismology in the Main Sequence: The d Scuti Stars of Praesepe Cluster"

Lázaro C., Arévalo M.J., Claret A. "Infrared Light Curves and Absolute Parameters of the Algol Binary d Librae"

Ardila D., Martín E.L., Basri G., Sánchez Béjar V. "A Search for Brown Dwarfs and Low Mass Stars in the Upper-Scorpius OB Association"

Basri G. et al. (Incluye Delfosse X.) "An Effective Temperature Scale for Late M and L Dwarfs, from Resonance Absorption Lines of CsI and RbI"

Zapatero Osorio M.R., Béjar V.J.S., Rebolo R., Barrado D., Bayler Jones C., Mundt R. "The Substellar Population of the s-Orionis Cluster"

Pavlenko Y., Zapatero Osorio M.R., Rebolo R. "Formation of Alkali Lines Spectrum Of L-Dwarfs"

Israelian G., Lobel A., Schmidt M.R. "Stella Evolution of the Hypergiants HR 8752 and r Cassiopeiae on Human Timescales"

Hempelmann A., Schmitt J.H.M.M., Ruediger G., Rebolo R. "STELLA: An Automatic Telescope for Monitoring Stellar Activity"

Pols O.R. "Models for Cool Stars with an Improved Equation of State and a Hydrodynamically Calibrated Mixing Length"

"Astrophysical Plasmas: Codes, Models and Observations", 25-29 octubre, México

Zurita A., Beckman J.E., Rozas M. "The Ionization of the Diffuse Gas in Spiral Galaxies"

Villaver E. "The Interactions of Multiple Shell Planetary Nebulae with the Interstellar Medium"

Gonçalves D.R., Corradi R.M.L., Villaver E., Mampaso A., Perinotto M. "Jets and Jet-Like Structures of Low-Ionization in Planetary Nebulae."

"ISO Surveys of a Dusty Universe", 8-12 noviembre, Ringberg Castle, Alemania

Rodríguez Espinosa J.M., Pérez García A.M. "Seyfert Galaxies in the Far Infrared".

"III Guillermo Haro Conference. Cosmic Evolution and Galaxy Formation: Structure, Interaction and Feedback", 15-19 noviembre, Puebla, México

Rozas M., Sempere M.J. "Two Pattern Speeds in the Barred Spiral Galaxy NGC 3359"

Rozas M., Zurita A., Cardwell A., Beckman J.E. "HII Region Luminosity Functions: A New Standard Candle for Extragalactic Distances?"

Cairós L.M., Vílchez J.M. "Multiband Analysis of a Sample of Blue Compact Dwarf Galaxies: Surface Brightness Distributions and Morphology"

Garzón F., Rozas M. "NIR 2D Images of a Selected Sample of nearby Spiral Galaxies"

Iglesias J. "Density-Bounded HII Regions and their Effects on the Ionized Diffuse Interstellar Medium"

Muñoz-Tuñón C., Caon N. "The Double Ring of NGC4736: A Post-starburst Example?"

Zeilinger W.W., Vega Beltran J.C., Rozas M., Beckman J.E., Pizzella A., Corsini E.M., Bertola F. "Stellar Counter-Rotation Induced by a Bar Component"

Cairós L.M., Caon N., Muñoz-Tuñón C., Vílchez J.M. "Spectrophotometric Observations of Blue Compact Dwarf Galaxies: Mkn36 & Mkn 370"

Caon N., Pastoriza M., Macchetto D. "Gaseous and Stellar Kinematics in Gas-Rich Early-Type Galaxies"

Rozas M., Relaño M., Beckman J.E. "Fabry-Perot Observations of the Spiral Galaxy NGC 6951".

Caon N. "Gas and stellar kinematics in gas-rich early-type galaxies".

"XI Canary Islands Winter School of Astrophysics: Galaxies at High Redshift", 15-26 noviembre, Santa Cruz de Tenerife, Tenerife

Marín Franch A. "Galaxy Formation Clues from Globular Cluster Systems: Preliminary Results for NGC 4874"

García Lorenzo B. "Two-Dimensional Spectroscopy with Optical Fibers"

ARTICULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ARBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS

González Solares E.A., Pérez Fournon I., Willott C., Cabrera F. "The European Large Area ISO Survey"

Trujillo Cabrera I., Gutiérrez C.M., Aguerri J.A.L., Cepa J. "A New Algorithm to Determine the Morphological Parameters of Galaxies"

Rubiño Martín J.A., Gutiérrez C.M., Rebolo R., Watson R.A. "Interferometric Observations of the Anisotropies of the Cosmic Microwave Background from the Teide Observatory"

Azzaro M., Gutiérrez C.M., Prada F. "Structure Analysis of Satellite Galaxies Systems".

"IAU Symp. Nº 198: The Light Elements and their Evolution", 22-27 noviembre, Natal, Brasil

Israelian G., García López R.J., Rebolo R. "Early Galactic Evolution of Berillium and Oxigen"

"Atelier-Themis", 30 noviembre - 3 diciembre, París, Francia

Collados M., Trujillo Bueno J. "Can THEMIS Reach a 10^{-3} Polarimetric Sensitivity?"

Trujillo Bueno J., Collados M. "THEMIS and the Second Solar Spectrum"

"SOI Workshop: Helioseismology at Low Angular Degree", 9-11 diciembre, California, EEUU

Régulo C. "Noise Reduction in Solar Spectra using Wavelets"

"IAU Coll. No 179: Cyclical Evolution of Solar Magnetic Field", 13-16 diciembre, Kodikanal, India

Sobotka M., Vázquez M., Sánchez Cuberes M., Bonet J.A., Hanslmeier A., "Infrared Observations of Active Regions"

Iglesias Páramo J. "Star Formation and the Environment in a Sample of Galaxies in Compact Group"
Dissertation Summary PASP, 111, 118.

Allende Prieto C. "Surface Inhomogeneities and Semi-Empirical Modeling of Metal-Poor Stellar Photospheres"
Dissertation Summary PASP, 111, 522.

Casares J., Dubus G., Homer L. "XTE J1550-564"
Circular IAU 7113

Kidger M.R., Altozano J., Marti J., Ugarte I., Hernádenz D., Buczinsky D. James N. "1999 CV"
Circular IAU, 7151.

Kidger, M.R. "Eclipse Produces Spectacular Views Across Europe!"
The Astronomer, 36, 94.

Vega Beltrán J.C. "Comparative Kinematics of Gas and Stars in Disc Galaxies"
Dissertation Summary PASP, 111, 1331.

Graham A. "The Fate of the Universe"
Sky & Space, Feb.

Graham A. "Solar Outbursts – Storm Warning"
Sky & Space, Dic.

Liu Y., Michel E., Hernández M.M., Alvarez M., Chevreton M., Zhou A., Li Z., Fang M., Barban C. "Multi-site Observation of the d-Scuti Star V 647 Tau. Preliminary Results of the Eighth STEPHI Campaign"
Chinese Astron. & Astrophys., 23, 349.

Rebolo R., Zapatero Osorio M.R., Deeg H.J., Licandro J., Marti J. "HD209458"
Circular IAU, 7314.

Arlt R., Bellot Rubio L.R., Brown P., Gyssens M. "Bulletin 15 of the International Leonid Watch: First Global Analysis of the 1999 Leonid Storm"
WGN (The Journal of the International Meteor Organization), 286.

Beckman J.E., Mahoney T.J. "The Evolution of Galaxies on Cosmological Timescales"
PASP 111, 523.

COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES

“I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia: Comunicar la Ciencia en el Siglo XXI”, 25-27 marzo, Granada

Rodríguez Hidalgo I. “Hablar de Astrofísica a/y con niños de 10 años: Una experiencia única”

Belmonte J.A. “Sobre la precesión de los equinoccios y otros misterios científicos”

Vázquez M. “El problema del calentamiento global y la opinión pública”

Vázquez M., Jiménez A., Martínez Pillet V., Herzog A., Yallow G. “Contribución del IAC al Programa SUN (Students Understanding Nature)”

Serra Ricart M., Gómez A. “El último eclipse del milenio a través de la Web”

Rodríguez Espinosa J.M. “Ciencia y Sociedad: Hacia una sociedad tecnológicamente avanzada”

Bellot Rubio L.R. “Divulgar la ciencia promoviendo la participación activa”

Del Puerto C. “Apaga una luz y enciende una estrella”

“IV Congreso para la Enseñanza de la Astronomía”, septiembre, Granada

Bellot Rubio L.R. “Qué pueden aportar los investigadores en la enseñanza de la Astronomía?”

“V Jornadas de Astronomía en Cartagena”, 21-23 octubre, Cartagena

Mampaso A. “Universos y Pseudo-Universos”

“IV Semana Astronómica de Gran Canaria”, 2-5 noviembre, Las Palmas de Gran Canaria

Rodríguez Hidalgo I. “El Sol, una estrella de película”

Zapatero Osorio M.R. “Explosiones cósmicas: Una nueva visión del Universo”

Aparicio A. “Galaxias al descubierto: Torrentes de estrellas en el Universo”

Kidger M. “La Luna, 30 años después”

Vázquez M. “La búsqueda de vida en el sistema solar: Una historia de decepciones y expectativas”

Bellot L. “Caidos del cielo: Asteroides, Cometas y Meteoroides”

ARTICULOS EN REVISTAS NACIONALES

Jiménez A. “Variaciones en la irradiancia solar”
Tribuna de Astronomía, **160**.

Muñoz-Tuñón C., Tenorio-Tagle G. “Brotos de Formación Estelar”
Investigación y Ciencia, *Vol Dic*.

Alonso A., Bermúdez T., Martínón A. “Julia Robinson: Gran matemática, gran desconocida”. Números.
Revista de Didáctica de las Matemáticas; **40**, 29.

Belmonte J.A., Springer Bunk R., Perera Betancort M.A. “Análisis estadístico y estudio comparativo de las escrituras líbico-beréberes de las Islas Canarias, el noroeste de Africa y el Sahara”
Revista de la Academia Canaria de Ciencias, *X*, nº 2-3, 9.

Bellot Rubio, L.R. “La lluvia de las Leónidas en 1998”
Universo, **47**, 20.

PUBLICACIONES DEL IAC

Esteban C., Cernicharo J. “Formación de estrellas en la nebulosa Trífida”
IAC Noticias 1/99, *pg 3*.

Aparicio A. “Las nuevas galaxias del grupo local”
IAC Noticias 1/99, *pg 6*.

Israelian G. “Detectada una llamarada gigantesca de plasma en la estrella Rigel de la constelación de Orión”
IAC Noticias 1/99, *pg 8*.

Arribas S. “El NGST, el sucesor del Hubble”
IAC Noticias 1/99, *pg 10*.

Pérez Fournon I., Balcells M., Moreno-Insertis F. “Galaxias a alto corrimiento al rojo”
IAC Noticias Especial 99, *pg 4-5*.

Bellot Rubio L.R., Martínez Delgado D., Serra-Ricart M. “Unidad Didáctica Leónidas 1999”
Instituto de Astrofísica de Canarias IAC

MEMORIA
IAC 1999

145

LIBROS

"Internet Resources for Professional Astronomy" (IX Canary Islands Winter School, 1997)
Cambridge University Press. Eds. Kidger M.R., Pérez Fournon I., Sánchez F.

"Globular Clusters" (X Canary Islands Winter School, 1998)
Cambridge University Press. Eds. Martínez Roger C., Pérez Fournon I., Sánchez F.

Kidger M.R. "The Star of Bethlehem: An Astronomer's View"
Princeton University Press.

"Stellar Dynamos: Non-linearity and Chaotic Flows"
Astronomical Society of the Pacific Conf. Series 178. Eds. Nuñez M., Ferriz A.

"Las Leyes del Cielo. Astronomía y civilizaciones antiguas"
Temas de Hoy. Madrid. Ed. J.A. Belmonte.

"The Evolution of Galaxies on Cosmological Time Scale"
Astronomical Society of the Pacific Conf. Series 187. Eds. Beckman J.E., Mahoney T.J.

"First International Conference on Comet Hale-Bopp"
Earth, Moon & Planets, 77-79. Eds. A'Hearn M., Boehnhardt H., Kidger M.R., West R.

"Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs in Stellar Clusters and Associations"
Cambridge University Press. Eds. Rebolo R., Martín E.L., Zapatero Osorio M.R.

Cepa J. "Star Formation in Early Type Galaxies"
Astronomical Society of the Pacific Conf. Series 163. Eds. Carral P., Cepa J.

Vázquez M., Martín E.L. "La Búsqueda de Vida Extraterrestre"
McGraw-Hill, XVIII, Madrid.

Belmonte J.A. "La astronomía y las culturas aborígenes canarias" en "Introducción a la Astronomía"
F. Fernández Porredón y O. González. p. 227-231. Editorial Afortunadas. Santa Cruz de Tenerife.

MEMORIA
1999 IAC

146

TESIS DOCTORALES

Pérez Raposo A. "El formalismo perturbativo en la evolución no lineal de estructuras cosmológicas"
Directores: J. González de Buitrago y L. Goicoechea.

Vega Beltrán J.C. "Comparative Kinematics of Gas and Stars in Disc Galaxies"
Directores: J. Beckman y F. Bertola.

de Pablos Caño F. "Razones de formación estelar y funciones iniciales de masa en los brazos y discos de galaxias espirales"
Director: J. Cepa Nogué.

Westendorp Plaza C. "Optical Tomography of a Sunspot"
Director: J. C. del Toro Iniesta.

Méndez Alcaraz D.I. "Gas ionizado y formación estelar en galaxias Wolf-Rayet"
Director: C. Esteban.

Socas Navarro H.D. "NLTE Inversion of Spectral Lines and Stokes Profiles"
Directores: B. Ruiz Cobo y J. Trujillo.

Rosenberg González A. "Galactic Globular Cluster Relative Ages: Clues on the Milky Way Formation and Evolution"
Directores: A. Aparicio y J.P. Piotto.

Martínez Delgado D. "Stellar Populations in the Local Group Dwarf Galaxies NGC 185 and Phoenix"
Director: A. Aparicio.

TESINAS

Abajas Bustillo C. "Microlensing en imágenes múltiples de cuásares y estructura de la BLR"
Directores: E. Mediavilla y J. González de Buitrago.

Pérez Torres M.A. "Estudio espectroscópico de las binarias de rayos X transitorias Centaurus X-4 y V404 Cygni"
Director: J. Casares.

RESUMEN

ARIA	IR	CI	L	ARIS	ARN	CN	PIAC	T	t
180	18	138	11	12	5	16	6	8	2

- ARIA** Artículos en revistas internacionales con árbitros.
IR Invited Reviews (Conferencias invitadas).
CI Comunicaciones a congresos internacionales.
L Libros.
ARIS Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas.
ARN Artículos en revistas nacionales.
CN Comunicaciones a congresos nacionales.
PIAC Publicaciones del IAC.
T Tesis doctorales.
t Tesinas.



REUNIONES CIENTIFICAS

REUNIONES CIENTIFICAS CON PARTICIPACION DE INVESTIGADORES DEL IAC

"193st Meeting of the American Astronomical Society"
Texas (EEUU). Enero.

"2nd INSAP Conference: The Inspiration of
Astronomical Phenomena"
Malta. Enero.

"Very Large Telescope Opening Symposium"
Antofagasta (Chile). Marzo.

"XIXth Moriond Astrophysics Meeting on Building
Galaxies: From the Primordial Universe to the Present"
Les Arcs (Francia). Marzo.

"GOLF-MDI Meeting"
Los Angeles, California (EEUU). Marzo.

"GONG 99: A Workshop on Helioseismology at
Moderate and High Spherical Harmonic Degree"
Tucson, Arizona (EEUU). Marzo.

"I Congreso sobre Comunicación Social de la
Ciencia: Comunicar la Ciencia en el Siglo XXI"
Granada. Marzo.

"Imaging the Universe in Three Dimensions:
Astrophysics with Advanced Multi-Wavelength
Imaging Devices"
California (EEUU). Marzo-abril.

"Cataclysmic Variables: A 60th Birthday Symposium
in Honour of Brian Warner"
Oxford (Reino Unido). Abril.

"Science with Minisat 01"
Madrid. Abril.

"OJ-94 Annual Meeting 1999: Blazars Monitoring
towards the Third Millennium"
Turín (Italia). Mayo.

"Frascati Workshop 1999: Multifrequency Behaviour
of High Energy Cosmic Sources"
Vulcano (Italia). Mayo.

"Stellar Clusters and Associations: Convection,
Rotation and Dynamism"
Palermo (Italia). Mayo.

"194th Meeting of the American Astronomical Society"
Chicago, Illinois (EEUU). Mayo-junio.

"From Giant Planets to Cool Stars"
Arizona (EEUU). Junio.

"IAU Coll. n° 174: Small Galaxy Groups"
Turku (Finlandia). Junio.

"Star Formation 1999"
Nagoya (Japón). Junio.

"Oxford VI and SEAC99 Conference on Astronomy
and Cultural Diversity"
La Laguna (Tenerife). Junio.

"8th SOHO Workshop: Plasma Diagnostics and
Dynamics in the Solar Transition Region and Corona"
París (Francia). Junio.

"IV Workshop Guillermo Haro: The Energy Input from
Stars: Supernovae and Chemodynamical Evolution"
Puebla (México). Junio-julio.

"Satellite Galaxies"
Tegernsee (Alemania). Junio-julio.

"IAU Coll. No 175: The Be Phenomenon in Early-
type Stars"
Alicante. Junio-julio.

"35th Liège International Astrophysics Colloquium:
The Galactic Halo From Globular Clusters to Field
Stars"
Lieja (Bélgica). Julio.

"XVth IAP Meeting: Dynamics of Galaxies from the
Early Universe to the Present"
París (Francia). Julio.

"IX SOHO Workshop: Heliosismic Diagnostics of
Solar Convection"
Stanford, California (EEUU). Julio.

"Wavefront Sensing and its Applications"
Canterbury (Reino Unido). Julio.

"Gravitational Lensing: Recent Progress and Future
Goals"
Boston, Massachusetts (EEUU). Julio.
"Asteroids - Comets - Meteors 1999"
Ithaca (EEUU). Julio.

"Asymmetrical Planetary Nebulae II. From Origins
to Microstructures"
Cambridge, Massachusetts (EEUU). Agosto.

“ESO/MPA Meeting on The First Stars”
Munich (Alemania). Agosto.

“ESOP XVIII”
Stuttgart (Alemania). Agosto.

“Solar Eclipse August 1999 Symposium: Research
Amateur Astronomy in the VLT Era”
Garching (Alemania). Agosto.

“IAU Coll. No 176: The Impact of Large-Scale Surveys
on Pulsating Star Research”
Budapest (Hungría). Agosto.

“The Interplay between Massive Stars and the ISM”
Toulouse (Francia). Septiembre.

“United Kingdom National Astronomy Meeting 1999”
Guernsey, Channel Isles (Reino Unido). Agosto.

“NATO Advanced Study Institute on Advances in
Solar Research at Eclipses, from Ground and from
Space”
Bucarest (Rumanía). Agosto.

“Thermal and Ionization Aspects of Flows from Hot
Stars: Observations and Theory”
Tartu (Estonia). Agosto.

“The Dynamic Sun”
Treffen (Austria). Agosto-septiembre.

“ESO Workshop on Black Holes in Binaries and
Galactic Nuclei”
Munich (Alemania). Septiembre.

“Selected Topics on Binary Stars: Observations and
Physical Processes”
La Laguna (Tenerife). Septiembre.

“JENAM '99”
Toulouse (Francia). Septiembre.

“IX European Meeting on Solar Physics: Magnetic
Fields and Solar Processes”
Florencia (Italia). Septiembre.

“The Bridge between the Big Bang and Biology”
Stromboli (Italia). Septiembre.

“Toward A New Millennium in Galaxy Morphology
Conference”
Johannesburgo (Sudáfrica). Septiembre.

“ISO Beyond Point Sources”
Madrid. Septiembre.

“The Changes in Abundances in AGB Stars”
Roma (Italia). Septiembre.

“Alexander von Humbolt Workshop”
La Coruña. Septiembre.

“The Chemical Evolution of the Milky Way: Stars
Versus Clusters”
Vulcano (Italia). Septiembre.

“Ann Astronomische Gessellschaft 73rd Annual
Meeting: New Astrophysical Horizons; Solar
Observation with High Resolution”
Gottingen (Alemania). Septiembre.

“IV Congreso para la Enseñanza de la Astronomía”
Granada. Septiembre.

“Astronomical Data Analysis Software and Systems 99”
Kona, Hawai (EEUU). Octubre.

“The XI Cambridge Workshop: Cool Stars, Stellar
Systems and the Sun”
Puerto de La Cruz (Tenerife). Octubre.

“V Jornadas de Astronomía en Cartagena”
Cartagena (Murcia). Octubre.

“Astrophysical Plasmas: Codes, Models and
Observations”
México. Octubre.

“ISO Surveys of a Dusty Universe”
Ringberg Castle (Alemania). Noviembre.

“III Guillermo Haro Conference. Cosmic Evolution and
Galaxy Formation: Structure, Interaction and Feedback”
Puebla (México). Noviembre.

“XI Canary Islands Winter School of Astrophysics:
Galaxies at High Redshift”
Santa Cruz de Tenerife (Tenerife). Noviembre.

“IAU Symp. N° 198: The Light Elements and their
Evolution”
Natal (Brasil). Noviembre.

“IV Semana Astronómica de Gran Canaria”
Las Palmas de Gran Canaria. Noviembre.

“Atelier-Themis”
París (Francia). Noviembre-diciembre.

“SOI Workshop: Helioseismology at Low Angular
Degree”
California (EEUU). Diciembre.

“IAU Coll. No 179: Cyclical Evolution of Solar
Magnetic Field”
Kodikanal (India). Diciembre.

MEMORIA
IAC 1999

149

REUNIONES CIENTIFICAS ORGANIZADAS POR EL IAC

“JORNADAS TECNICAS DE LA RED NACIONAL OTRI´99”

La Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación Científica del Ministerio de Educación y Cultura, en colaboración con el IAC, a través de su Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), celebró en el Centro de Congresos del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 2 al 4 de junio, las Jornadas Técnicas de la Red Nacional de las Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación, OTRI´99. El objeto de la reunión fue debatir problemas comunes, informarse y prepararse mutuamente para desempeñar su misión de interfaz entre los centros de I+D y las empresas.

En la sesión de apertura se presentó la propuesta del nuevo Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (2000-2003) y los aspectos innovadores del V Programa Marco de I+D de la Unión Europea (1999-2002). A esta sesión asistieron altos cargos nacionales y regionales relacionados con la investigación científica y el desarrollo tecnológico en España. Por entender que estas ponencias son de interés no sólo para los integrantes de la Red OTRI, sino también para investigadores y empresarios interesados en la investigación y el desarrollo (I+D), estas sesiones estuvieron abiertas al público.

Las 130 Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación existentes en España conforman una Red OTRI, estructura del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, creada como mecanismo de apoyo a la transferencia de resultados de investigación, para una mayor integración de los agentes del Sistema de Ciencia-Tecnología-Empresa y, en particular, de las empresas y los centros de investigación.

La Red OTRI cubre geográficamente toda España y opera en Universidades, Centros Públicos de Investigación, Centros de Innovación y Tecnología, Fundaciones Universidad-Empresa, así como en Asociaciones Empresariales y similares.

Las Islas Canarias destacan por el considerable número de centros públicos de investigación y centros tecnológicos, tanto multidisciplinarios como sectoriales, que desarrollan sus actividades en áreas temáticas de especial interés para el Archipiélago. Tanto los trabajos preparatorios para la elaboración del I Plan Canario de I+D como el Plan Estratégico de Innovación de Canarias pretenden impulsar las actividades de I+D e Innovación, especialmente en esas áreas prioritarias, así como analizar y potenciar la oferta tecnológica y la demanda empresarial, a todos los niveles de los sectores productivos de Canarias. Aunque el esfuerzo tecnológico es débil, Canarias registra uno de los mayores crecimientos a nivel nacional de los últimos diez años, se realiza un importante esfuerzo por aumentar la capacidad tecnológica y la actividad innovadora va en creciente desarrollo.



MEMORIA
1999 IAC

150

“OXFORD INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARCHEOASTRONOMY AND ASTRONOMY IN CULTURE Y SEAC 1999 ANNUAL MEETING” (“VI Conferencia Oxford sobre Astronomía y Cultura y la Reunión Anual de la Sociedad Europea para la Astronomía en la Cultura (SEAC) 1999”)

El IAC y el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife acogieron la “VI Conferencia Oxford sobre Astronomía y Cultura y la Reunión Anual de la Sociedad Europea para la Astronomía en la Cultura (SEAC) 1999”, celebrada en esta ocasión en memoria del Prof. Carlos Jaschek, Vicepresidente de la SEAC recientemente fallecido.



El origen de las reuniones, ahora llamadas Oxford, se remonta a hace casi 20 años, cuando Michael Hoskin, hoy Prof. emérito de la Univ. de Cambridge (Reino Unido) y editor de la revista *Journal for the History of Astronomy*, sentó en torno a una misma mesa a astrónomos interesados en arqueoastronomía y a especialistas en historia antigua y arqueólogos. El nombre de estas reuniones es debido a que la primera reunión tuvo lugar en Oxford, pues en los alrededores de esta ciudad inglesa se concentran algunos de los yacimientos megalíticos más importantes de Gran Bretaña.

Desde su primera edición, en 1981, estas conferencias tienen lugar cada tres años y son las más importantes en esta disciplina que se celebran a nivel mundial. Las anteriores tuvieron lugar en Oxford (Inglaterra), Mérida (México), Saint Andrews (Escocia), Stara Zagora (Bulgaria) y Santa Fe (EEUU).

Las sesiones se desarrollaron en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, del 21 al 27 de junio. En esta ocasión se congregaron 90 participantes procedentes de 27 países para tratar temas como “El calendario y el milenio”, “Arqueoastronomía”, “El origen de las constelaciones”, “Relación entre Astronomía y diversidad cultural”, “Tradiciones astronómicas populares (etnoastronomía)” y “Astronomía en islas y su peculiar evolución”. El carácter interdisciplinar de la Arqueoastronomía reúne en el mismo foro sobre un mismo tema a astrónomos, arqueólogos, historiadores y antropólogos que, desde sus diferentes puntos de vista, estudian el papel de la Astronomía en la cultura.

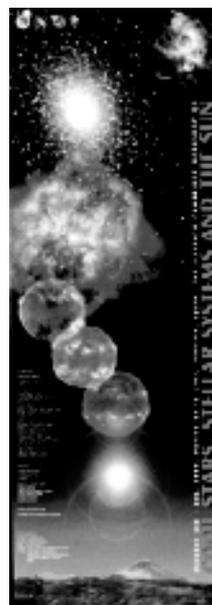
“XI CAMBRIDGE WORKSHOP ON COOL STARS, STELLAR SYSTEMS AND THE SUN” (“ESTRELLAS DE TIPO SOLAR: un reto para el siglo XXI”)

Organizada por el IAC, tuvo lugar en el Centro de Congresos del Puerto de la Cruz (Tenerife), la “XI Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun” (“Estrellas de tipo solar: un reto para el siglo XXI”), del 4 al 8 de octubre.

Las *Cambridge Workshops* sobre estrellas frías fueron concebidos hace dos décadas como reuniones científicas para proporcionar un foro regular de encuentro de especialistas en física solar y estelar donde discutir las nuevas observaciones, debatir sobre modelos teóricos y, especialmente, tratar de establecer una relación entre las observaciones detalladas del Sol y la inmensa pero poco detallada base de datos de las observaciones de estrellas más lejanas.

La primera de estas reuniones, celebrada en Cambridge, Massachusetts (EEUU) en 1980, dio nombre a esta serie de reuniones que sólo han salido de los Estados Unidos en dos ocasiones: en 1995, celebrada en Florencia (Italia) y este año, que ha tenido lugar en Tenerife. Con 270 participantes, esta edición, la última del milenio, contó con investigadores procedentes de América, Europa, India, Japón y Australia, entre los que se encontraba un gran número de los mejores especialistas en el estudio de la física solar y estelar.

El objetivo de esta multitudinaria reunión científica, que se ha consolidado durante las últimas ediciones como el congreso de mayor prestigio en este campo, fue el de pasar revista a lo que se sabe sobre una serie de aspectos fundamentales en el estudio de las estrellas de tipo solar, que son aquellas que, cubriendo un amplio rango de masas estelares, se caracterizan por tener una estructura interna y atmosférica que se asemeja a la de nuestra estrella patrón. En esta edición destacaron dos temas en los que se han producido avances importantes: el estudio de estrellas de baja masa y objetos subestelares y los recientes descubrimientos sobre rotación diferencial en el campo de la actividad estelar. La idea subyacente durante el congreso fue la de poner de manifiesto cuáles son los retos planteados para el trabajo en este campo durante los próximos años.



TIEMPO DE OBSERVACION FUERA DE CANARIAS

EDICIONES

REVISTA "IAC Noticias"

Durante este año se editó un nuevo número de la revista "IAC Noticias". También se publicó como ya es habitual en las Escuelas de Invierno, un especial de la XI Canary Islands Winter School of Astrophysics dedicada este año a "Galaxias a alto corrimiento al rojo", este especial, editado en español y en inglés, recoge las entrevistas realizadas con cada uno de los profesores invitados e información adicional sobre esta XI Escuela y las anteriores.

MEMORIA 1998

Se publicó la Memoria correspondiente al año 1998, donde se recoge la actividad anual del Consorcio Público IAC en todas sus áreas (Investigación, Enseñanza, Instrumentación y Administración de Servicios Generales), así como la labor realizada en el campo de la divulgación.

CARTEL DE FORMACION DE PERSONAL INVESTIGADOR

El IAC editó un nuevo cartel con la convocatoria anual para cubrir las plazas de astrofísicos residentes, dentro del Programa de Formación de Personal Investigador del Área de Enseñanza. El objetivo de este Programa es preparar a jóvenes licenciados para investigar en Astrofísica y en técnicas relacionadas con dicha ciencia.

NUEVOS CARTELES

El IAC ha editado a lo largo de 1999 un total de 6 carteles, correspondientes a otras tantas reuniones científicas organizadas por el Instituto.

- "Observatorio Norte Europeo". Reedición con pequeñas modificaciones del póster institucional del IAC.

- "Últimos cometas del siglo XX"

- XI Canary Islands Winter School of Astrophysics "Galaxies at High Redshift" (XI Edición de la Escuela de Invierno "Galaxias a alto corrimiento al rojo"). Organizado por el IAC con la colaboración de la Comisión Europea (*programa Improving Human Research Potential Programme, IHP*) y la compañía Iberia, celebrada en el Hotel Taburiente de Santa Cruz de Tenerife, del 15 al 26 de noviembre.

- "Jornadas Técnicas de la Red Nacional OTRI '99". Organizadas por la Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación Científica del Ministerio de Educación y Cultura, en colaboración con el IAC, a través de su Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación, y celebradas en el Centro de Congresos del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 2 al 4 de junio.

- European Astrophysics Doctoral Network (EADN). 12th Predoctoral School on "Selected Topics on Binary Stars" (XII Escuela Predoctoral de la Red Doctoral Europea de Astrofísica "Todo sobre estrellas binarias"). Organizada por el Departamento de Astrofísica de la Univ. de La Laguna, con el apoyo de otras entidades y empresas, entre ellas el IAC. La Escuela se celebró en la Facultad de Física de la Univ. de La Laguna, entre los días 6 y 17 de septiembre.

- "XI Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun" ("Estrellas de tipo solar: un reto para el siglo XXI). Organizada por el IAC, tuvo lugar en el Centro de Congresos del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 4 al 8 de octubre.

- Leónidas '99. Cartel anunciador de la espectacular lluvia de estrellas que tuvo lugar del 17 al 18 de noviembre y del Proyecto Didáctico Leónidas '99 (del mismo nombre).



LIBROS

Cambridge University Press ha publicado el volumen dedicado a la Canary Islands Winter School of Astrophysics de 1997, sobre "Astrofísica con grandes bases de datos en la era Internet". El volumen titulado *Internet Resources for Professional Astronomy*, ha sido editado por M. Kidger, I. Pérez Fournon y F. Sánchez.

Cambridge University Press ha publicado el volumen dedicado a la Canary Islands Winter School of Astrophysics de 1998, sobre "Cúmulos Globulares". El volumen, titulado *Globular Clusters*, ha sido editado por C. Martínez Roger, I. Pérez Fournon y F. Sánchez.

Mark R. Kidger, investigador el IAC, es el autor del libro *The Star of Bethlehem: An Astronomer's View*, publicado por *Princeton University Press*.

Astronomical Society of the Pacific Conference Series ha publicado el volumen titulado *Stellar Dynamos: Non-linearity and Chaotic Flows*, que recoge las conferencias del congreso del mismo título celebrado en Valladolid, del 27 al 30 de septiembre de 1998. Dicho libro ha sido editado por A. Ferriz y M. Núñez.

El investigador del IAC, Juan Antonio Belmonte, director del Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife y experto en Arqueoastronomía, es el autor del libro *Las Leyes del Cielo. Astronomía y civilizaciones antiguas*, publicado dentro de la colección "Tanto por Saber", de Ediciones Temas de Hoy. Este libro trata sobre los orígenes de la obsesión humana por el tiempo y en él se recorren las culturas de la prehistoria y la antigüedad clásica analizando cómo desde tiempos remotos, los hombres han mirado a las estrellas buscando las leyes que gobiernan el mundo.

MEMORIA
1999 IAC

154

- También es el autor del capítulo "La astronomía y las culturas aborígenes canarias", en el libro *Introducción a la Astronomía*, de la Editorial Afortunadas, dirigido a alumnos de 2º Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria.

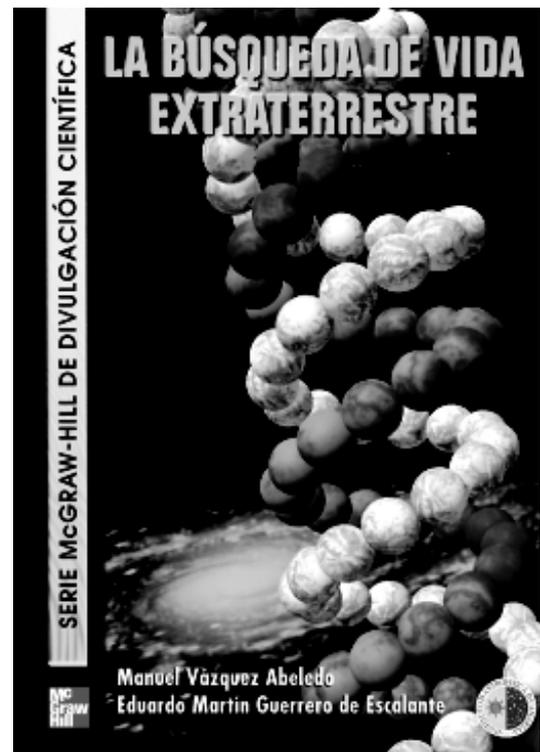
Astronomical Society of the Pacific Conference Series ha publicado el volumen titulado *The Evolution of Galaxies on Cosmological Time Scale* ("La evolución de las galaxias a escalas cosmológicas"), que recoge las conferencias de la Euroconferencia del mismo título celebrada en el Puerto de la Cruz (Tenerife), del 30 de noviembre al 5 de diciembre de 1998. Dicho libro ha sido editado por J.E. Beckman y T.J. Mahoney.

Earth, Moon and Planets ha publicado el volumen titulado *First International Conference on Comet Hale-Bopp* ("Primera Conferencia Internacional sobre el Cometa Hale Bopp") que recoge las conferencias del congreso del mismo título celebrado en Tenerife, del 2 al 5 de febrero de 1998. Dicho libro ha sido editado por M.R. Kidger, M. A'Hearn, H. Boehnhardt y R. West.

Cambridge University Press ha publicado el volumen titulado *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"), que recoge las conferencias de la Euroconferencia del mismo título celebrada en La Palma, del 11 al 15 de mayo de 1998. Dicho libro ha sido editado por R. Rebolo, E.L. Martín, y M.R. Zapatero Osorio.

Astrophysical Society of the Pacific Conference Series ha publicado el volumen titulado *Star Formation in Early Type Galaxies* que recoge las conferencias del congreso del mismo título celebrado en Guanajuato (México), del 29 de junio al 3 de julio de 1998. Dicho libro ha sido editado por J. Cepa y P. Carral.

M. Vázquez y E.L. Martín son los autores del libro *La Búsqueda de Vida Extraterrestre*, publicado por la editorial *McGraw-Hill/Interamericana* de España.



FOLLETOS

La Oficina de Transferencia de resultados de Investigación (OTRI) del IAC ha editado los folletos “Al servicio de la empresa” y “Al servicio de la I+D y la Innovación”.

GRANTECAN S.A. ha editado, en colaboración con el Gabinete de Dirección del IAC, un folleto gráfico sobre el Proyecto del Gran Telescopio Canarias (GTC), que será instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

La Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC) ha editado el folleto “Proteger el cielo de Canarias”.

El Gabinete de Dirección editó el folleto “20 Años de Astronomía en la Palma” con motivo de la exposición celebrada para conmemorar este aniversario.

“CCI ANNUAL REPORT”

La Secretaría del Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias, radicada en el IAC, ha publicado el informe anual correspondiente a 1998 sobre las actividades desarrolladas en estos Observatorios, cumpliendo así una de las funciones establecidas en el Protocolo de Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica, firmado en 1979.

UNIDAD DIDACTICA

Con motivo de la lluvia de estrellas de 1999, el IAC desarrolló un proyecto educativo para involucrar a los alumnos de enseñanzas medias de todo el país en la observación de las Leónidas. Este proyecto se articuló en torno a una Unidad Didáctica dirigida sobre esta lluvia de estrellas elaborada para distribuir entre centros de Enseñanza Secundaria.

CD-ROM DE COMETAS

El Gabinete de Dirección, ha producido una edición limitada en CD-Rom con las imágenes de las galerías de fotos de cometas contenidas en las páginas Web del IAC, en cumplimiento del compromiso adquirido con las agrupaciones de astrónomos aficionados que colaboraron con el seguimiento de los cometas Hyakutake y Hale Bopp, y a las cuales se ha distribuido gratuitamente.



DIVULGACION

Durante el año se han seguido dando charlas y conferencias de Astrofísica (Ver Conferencias de Divulgación) en sociedades culturales y centros docentes, dentro y fuera de las Islas Canarias.

Esta actividad tiene un complemento notable en el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife. El IAC participa intensamente en muchas de las actuaciones del Museo y colabora con su programa de actividades.

CARTAS DE AFICIONADOS

Durante este año se han contestado 146 cartas de aficionados, además de multitud de consultas por correo electrónico, la mayoría de los cuales solicitaban información de carácter general sobre Astronomía, el IAC y sus Observatorios; algunas de ellas, en cambio, exponían teorías propias sobre temas astronómicos y/o preguntas sobre un tema determinado que han requerido una contestación más detallada por parte de un especialista en la materia planteada.

COLABORACIONES CON LOS MEDIOS DE COMUNICACION

Se ha ofrecido un asesoramiento y apoyo continuo a distintas revistas de divulgación científica, así como a los medios de comunicación locales y nacionales, en temas relacionados con Astrofísica, el IAC, sus Observatorios y otro tipo de noticias científicas (936 consultas).

En 1999, el IAC fue noticia en 1.042 ocasiones.

También han continuado, incluso aumentando, las solicitudes de permisos para la realización de reportajes para televisión y revistas, tanto nacionales como extranjeras.

MEMORIA
1999 IAC

156

ASESORIA

En el mes de mayo, se incorporó al Gabinete de Dirección, *Luis Cuesta Crespo*, astrofísico del IAC, con el fin de asesorar de manera permanente sobre los contenidos de las numerosas ediciones e informaciones que se atienden desde el Gabinete, además de ayudar en las tareas de divulgación. También supervisa los contenidos de la página Web y de *IAC Noticias*. Los anteriores supervisores científicos de esta publicación fueron: *Fernando Moreno Insertis*, *José Manuel Vilchez*, *Antonio Aparicio* y *César Esteban*.

PERIODISTAS EN FORMACION

Como resultado de los encuentros mantenidos entre el Gabinete de Dirección del IAC y la Facultad de Comunicación de la Universidad de Navarra, y tras un proceso de selección, dos estudiantes de Periodismo, *Nohelia Uñas Fernández* y *Belén González Morales*, realizaron prácticas de periodismo, durante los meses de verano, en el Instituto de Astrofísica, en La Laguna.

CONFERENCIAS DE DIVULGACION

* *Manuel Vázquez* dio las siguientes charlas:

- "La historia del Sol y el cambio climático", en la Univ. de Vigo, organizada por el Club Faro de Vigo.
- "El cambio climático", en la Facultad de Matemáticas de la Univ. de Santiago de Compostela.
- "La vida en el Sistema Solar" y "¿Estamos solos en el Universo?", en el Aula Unamuno de la Univ. de Salamanca, dentro del curso "La vida en la historia del Universo".
- "El cambio climático: naturaleza y acción humana", en el Congreso de la Sección de Humanidades, Naturaleza, Filosofía y Sociedad, celebrado en el Ateneo de La Laguna (Tenerife).

* *Antonio Ferriz* dio la charla titulada "El interior de las estrellas; el origen de los elementos químicos", el 20 de abril, en el IV Ciclo de Conferencias de Astronomía, Astrofísica y Ciencias del Espacio, celebrado en Valladolid por la Sociedad Astronómica Syrma. También participó en el debate coloquio sobre "Investigación, Universidad y Juventud", organizado el 3 de junio por l'Associació Catalana de Comunicació Científica (ACCC) y el Museo de la Ciencia de la Fundación "La Caixa".

* *Inés Rodríguez Hidalgo* dio las siguientes charlas:

- "Todo lo que usted quería saber sobre el Sol pero nunca se atrevió a preguntar", a 300 alumnas de ESO y Bachillerato del Colegio MM. Dominicas de Vistabella (S/C de Tenerife).
 - Presentó, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, en La Laguna (Tenerife) el proyecto científico de la Expedición Shelios 99 para ver el último eclipse total de Sol del milenio.
 - Con motivo de la expedición Shelios '99 "El Sol, una estrella de película" como presentación de la expedición, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, en La Laguna (Tenerife).
- Durante el transcurso de la expedición dio la charla "El Sol, una estrella de película" en Barcelona en Sant Andreu de Llaveneres, en el Museu Maritim y en Olessa de Montserrat, en Figueres (Gerona).

Una vez que la expedición salió de España la charla cambió a la versión inglesa "The Sun, a movie star" y la dio en el Gymnasium Max Born de Munich (Alemania) y en el Palatul National al Copiilor en Bucarest (Hungría).

De regreso de la expedición, dio una charla resumen-información sobre la Expedición en el Aula del IAC titulada "El último eclipse total de Sol del milenio".

- "El Sol, una estrella de película", en la Casa Museo Colón de las Palmas de Gran Canaria, durante la "IV Semana de Astronomía" organizada por la Agrupación Astronómica de Gran Canaria.

* *Javier Díaz Castro* dio las siguientes charlas:

- "Introducción a la contaminación lumínica", dentro de la Semana del Medioambiente del Ayuntamiento de Telde (Gran Canaria).

- Participó en una mesa redonda titulada "Contaminación lumínica", dentro del XV Simposio Nacional de Alumbrado celebrado en Lugo.

- "Controll of light pollution in the Canary Islands" y en el simposio de la IAU celebrado en Viena (Austria) sobre "Environmental Impact on Astronomy".

* *Jesús Burgos* dio las charlas:

- «OTRIs de Canarias. El papel de OTRIs en la Innovación», en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de La Laguna (Tenerife), dentro de la Jornada de Presentación del V Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Unión Europea.

- "Canarias en el sistema de Ciencia, Tecnología e Industria", dentro de las Jornadas Nacionales de la Red OTRI '99, celebradas en el Centro de Congresos del Puerto de la Cruz (Tenerife).

- Como Punto Nacional de Contacto Programa Comunitario "Improving Human Research Potential", impartió la conferencia "Programa Europeo Mejora del Potencial Humano. V Programa Marco de I+D. Acciones", en la Univ. de Valladolid.

* *Mercedes Núñez* y *Jesús Burgos* dieron una charla orientativa a alumnos de la especialidad de Astrofísica de la Univ. de la Laguna "Salidas profesionales para Astrofísica", en la Facultad de Física de esta universidad.

* *Francisco Sánchez*, director del IAC, dio las siguientes conferencias:

- "El Conocimiento del Cosmos", y participación en la mesa redonda "El Hoy y el Mañana en el Espacio", organizada por la Fundación BBV, en Madrid.

- "Los miedos del Milenio: el año 2000", en el Hotel Botánico de Puerto de la Cruz (Tenerife).

- Participó en la presentación del curso de la Fundación Santa María "El Universo y Yo", en Puerto de la Cruz (Tenerife).

- "Presente y futuro de la Astronomía en La Palma", en el Teatro Chico de Santa Cruz de La Palma.

- "Papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en Canarias", en el Encuentro de Empresarios Canarios celebrado en Las Palmas de Gran Canaria.

- "Exotismo de la Naturaleza del cielo y la Tierra", en el ciclo de conferencias "Entre siglos", celebrado en el Cabildo de Tenerife.

"El cielo de Canarias, un recurso natural a proteger", en la Fundación César Manrique (Lanzarote).

- Participó en la mesa redonda sobre Grandes Instalaciones durante la Bienal de Física.

- Participó en la apertura del Seminario "Galileo y la gestación de la ciencia moderna", celebrado en la Orotava (Tenerife).

- Pronunció el discurso inaugural de la Exposición "20 años de Astronomía en La Palma".

* *Luis Martínez*, *Carmen del Puerto* y *Antonio Mampaso* dieron las charlas tituladas "¿Por qué es necesario divulgar la Ciencia?", "Apaga la luz y enciende una estrella. Campañas de divulgación científica del Instituto de Astrofísica de Canarias" y "La Astrofísica en primera plana", respectivamente, en la Facultad de Comunicación de la Univ. de Navarra.

* *José Alfonso López Aguerri* dio la charla "La Astrofísica desde los cielos canarios", en el IES "José de Anchieta" de La Laguna (Tenerife).

* *M. Rosa Zapatero Osorio* dio la charla "Enanas marrones y planetas extrasolares", para el Centro de Profesorado del Puerto de la Cruz (Tenerife).

* *Federico de la Paz* dio la charla "Contaminación lumínica. Adaptaciones", en el Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Santa Cruz de Tenerife.

* *Mark Kidger* dio la charla titulada "Investigación sobre Asteroides en el IAC", en los actos de conmemoración en España del 30º Aniversario del Primer Alunizaje, en la sede del CSIC (Madrid).

* *Antonio Mampaso* dio las siguientes charlas:

- "Exoplanetas", en el Centro de Estudios Hispánicos del Puerto de la Cruz (Tenerife).

- "Ciencia y paraciencia", y "Universos y pseudo-universos", en el Ateneo de La Laguna (Tenerife).

- "Universos y pseudo-universos", en la Agrupación Astronómica de Cartagena (Murcia).

- "¿Cabe el Universo en nuestro cerebro de mono?", en el Instituto de Estudios Hispánicos del Puerto de la Cruz (Tenerife).

* *Angel Gómez* dio las siguientes charlas:

- "Nuevos descubrimientos en el Sistema Solar", en el IES "La Higuera" de La Laguna (Tenerife).

- "SHELIOS '99: expedición al último eclipse total de Sol del milenio", en la sede de la Agrupación Astronómica de Madrid.

* *Juan Antonio Belmonte* dio las charlas:

- "La Astronomía en la Historia", en el Parque de las Ciencias de Granada.
- "Astronomía y Cultura en Canarias" dentro del curso de Astronomía y Cultura en Arrecife, de Lanzarote.
- "Arqueoastronomía: Las leyes del Cielo", en el Planetario de Pamplona.
- "Las leyes del Cielo", en la Sala de Cultura de la Kutxa, en San Sebastián.
- "Las leyes del cielo" y "De la Tierra plana a los agujeros negros" en el Casino de Murcia.
- "Astronomía y Cultura en el norte de África y Canarias", en el Museo de la Ciencia y el Hombre de Santa Cruz de Tenerife.

* *Carmen del Puerto* dio la charla "Ciencia y Periodismo: el encuentro entre la tortuga y la liebre", en la Mesa Redonda "Periodismo científico y divulgación. La física en los mass media", organizada en el marco de la XXVII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física, celebrada en el Palacio de Congresos de Valencia.

* *Antonia Varela*, impartió el curso «Astronomía en Canarias», dentro del programa especial para mayores de 55 años organizado por el Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Univ. de La Laguna.

* *David Martínez Delgado* dio la charla titulada "Leónidas '99", en el Colegio Nuestra Señora del Buen Consejo, de La Laguna (Tenerife).

- "Cosmología: Evidencias Observacionales para la validación del Big-Bang". *M. Serra-Ricart (IAC)*
- "El Cambio Climático: Gases, Aerosoles y el Sol en Acción". *M. Vázquez (IAC)*
- "Nacimiento, Vida y Muerte de las Estrellas". *I. Rodríguez Hidalgo (IAC)*
- "Cuerpos Menores del Sistema Solar". *R. Casas (IAC)*

CURSO "ASTRONOMIA Y CULTURA"

Del 30 de junio al 2 de julio se celebró en la sala SICCA, en Arrecife (Lanzarote), el curso "Astronomía y Cultura", como continuación del congreso "VI Oxford Conference on Astronomy in Culture", que tuvo lugar en Tenerife del 21 al 29 de junio. Los profesores y los títulos de las conferencias fueron los siguientes:

- "Templos, tumbas y orientaciones en el Mediterráneo". *M. Hoskin (Univ. de Cambridge, Reino Unido)*
- "Tradiciones etnoastronómicas de la vieja Europa". *R. Frank (Univ. de Iowa, EEUU)*
- "Astronomía en la América antigua". *J. Galindo (Inst. de Astrofísica UNAM, México)*
- "Tiempo y simbolismo". *S. Iwanizewski (Univ. de Varsovia, Polonia)*
- "La cultura de los Majos. Elementos arqueoastronómicos". *A. Perera (Unidad de Patrimonio, Cabildo de Lanzarote)*
- "Astronomía y Cultura en Canarias". *J.A. Belmonte (IAC)*

UNIVERSIDAD DE VERANO DE LA GOMERA

El programa de cursos organizado por la Fundación Universidad de Verano de La Gomera incluyó este año el titulado "Introducción a la Astrofísica: hacia una comprensión racional del Universo". El curso, celebrado del 19 al 23 de julio en Hermigua (La Gomera), consistió en clases teóricas y sesiones de observación y fue impartido por investigadores del IAC. Los profesores y los títulos de las charlas fueron los siguientes:

- "La historia del pensamiento astronómico". *J.A. Belmonte (IAC)*
- "El mensaje de la luz" y "El taller del astrónomo". *C. Régulo (IAC)*
- "Nacimiento, vida y muerte de las estrellas (I). Primeros estados evolutivos" y "Nacimiento, vida y muerte de las estrellas (II). Últimos estados evolutivos". *I. Rodríguez Hidalgo (IAC)*
- "Nuestro Sol, ese gran desconocido" y "El Sistema Solar y otros sistemas planetarios". *L.R. Bellot (IAC)*
- "El Universo a gran escala: las galaxias y más allá" y "Cosmología: origen y destino del Universo". *I. García de La Rosa (IAC)*
- "Reflexiones sobre la vida extraterrestre". *M. Vázquez (IAC)*
- Sesiones de observación. *D. Martínez (IAC)* y *P. Rodríguez (IAC)*.

CURSOS ESPECIALES

VIII EDICION DEL CURSO DE LA FUNDACION SANTA MARIA "El Universo y Yo"

Conscientes del enorme interés que despierta la Astronomía y de la importancia del papel educativo y social de una adecuada formación científica en relación con este tema, y dado el éxito conseguido en cursos anteriores, la Fundación Santa María y el IAC organizaron la VIII edición del Curso de Introducción a la Astrofísica para el Profesorado, "El Universo y Yo". El curso, impartido por miembros del IAC, se celebró del 27 de junio al 2 de julio en el Hotel San Felipe, en el Puerto la Cruz, y en él participaron unos 20 profesores de Enseñanza Secundaria. Los profesores y el título de las conferencias fueron los siguientes:

- "Misterios Cósmicos: Cuestiones pendientes en la Astrofísica Actual". *A. Ozcoz (IAC)*
- "La Astronomía ante las Seudociencias: Apuntes para el Profesorado". *M. Toharia (Museo de las Ciencias "Príncipe de Asturias" de Valencia)*
- "Los Gamma Ray Bursts: Del espionaje a las mayores explosiones del Universo". *M. Kidger (IAC)*
- "Enanas Marrones y Planetas Extrasolares". *M.R. Zapatero Osorio (IAC)*

CICLO DE CONFERENCIAS DE DIVULGACION EN LA PALMA

Con motivo de la Exposición "20 años de Astronomía en La Palma", el IAC organizó, en colaboración con el Excmo. Ayuntamiento de Santa Cruz de La Palma, un ciclo de seis conferencias de divulgación celebrado en el Teatro Chico de Santa Cruz de La Palma. La relación de charlas:

- "Las fronteras del Universo". *I. García de la Rosa (IAC)*
- "El Sol, una estrella de película". *I. Rodríguez Hidalgo (IAC)*
- "La aventura de la Ciencia: Eclipses y Leónidas". *M. Serra-Ricart (IAC)*
- "El mensaje de la luz". *L. Cuesta Crespo (IAC)*
- "El destino del Sol". *R. Corradi (IAC)*

EXPOSICIONES

Presentación del V Programa Marco Europeo de Apoyo a la Investigación, el Desarrollo Tecnológico (I+D) y la Innovación

El Instituto de Astrofísica de Canarias participó en el Congreso para la presentación y lanzamiento del V Programa Marco Europeo de Apoyo a la Investigación, el Desarrollo Tecnológico (I+D) y la Innovación, celebrado en Essen (Alemania), del 25 al 26 de febrero, con una participación de 4.500 personas y una exposición con 90 *stands* europeos. Estos 90 *stands*, organizados por bloques temáticos, eran una muestra seleccionada de los numerosos proyectos e instituciones financiados por el anterior Programa Marco, que han destacado por sus resultados o peculiaridades dentro de su entorno científico-tecnológico. Sólo 3 de los 90 representaban a España, correspondiendo al IAC uno de ellos.

La Comisión Europea quiso mostrar en esta exposición tres ejemplos de Grandes Instalaciones Científicas de prestigio entre más de 100 financiadas bajo el anterior Programa Marco, siendo una de ellas el "Observatorio Norte Europeo", integrado por los Observatorios del Teide (Tenerife) y del Roque de los Muchachos (La Palma), pertenecientes al Instituto de Astrofísica de Canarias. Este centro de investigación mostró proyecciones audiovisuales, páginas en Internet y seis paneles sobre sus observatorios y sus actividades, así como sobre el último contrato TMR (*Training and Mobility of Researchers*)-*Access to Large-Scale Facilities Programme* (Programa de Acceso a Grandes Instalaciones Europeas) y el proyecto del Gran Telescopio Canarias (GTC).

Exposición "20 años de Astronomía en La Palma"

Para conmemorar el vigésimo aniversario de la firma de los Acuerdos Internacionales en Materia de Astrofísica, que tuvo lugar en el Cabildo Insular de La Palma, el 26 de mayo de 1979, el IAC organizó una exposición en el antiguo Convento Franciscano de la Inmaculada Concepción, en Santa Cruz de La Palma. La exposición estuvo abierta del 16 de noviembre de 1999 al 16 de enero de 2000 y fue posible gracias a los fondos concedidos por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) al proyecto "Promoción de la Cultura y la Comunicación en Ciencia y Tecnología" del Gabinete de la Dirección del IAC.

La exposición "20 años de Astronomía en La Palma" pretendió mostrar, de forma sencilla, los pasos más importantes que ha seguido la observación del Universo desde la isla de La Palma. Organizada por el Instituto de Astrofísica de Canarias con la financiación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, fue inaugurada el pasado 16 de noviembre con la asistencia de diversas autoridades de la isla de La Palma y los miembros del Comité Científico Internacional de los Observatorios del IAC. En su discurso inaugural, Francisco Sánchez, Director del IAC, resaltó el hecho de que los responsables del Pabellón de España en la Exposición Universal de Hannover 2000 hayan elegido precisamente la Astrofísica en la Isla de La Palma "como un modelo de integración entre naturaleza y ciencia, entre desarrollo sostenible y respeto por el mantenimiento de la identidad cultural de un pueblo singular".



El deseo del hombre por conocer tanto la Naturaleza como el origen y el porvenir del género humano tiene en La Palma y, en concreto, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, un lugar donde hacerse realidad. Este Observatorio, junto con el Observatorio del Teide (Tenerife) y el resto de las instalaciones del IAC, constituyen el Observatorio Norte Europeo, el mejor sitio de que dispone Europa en el Hemisferio Norte para emplazar sus telescopios más avanzados. Los muchos países implicados en esta gran empresa científica y los nuevos telescopios a punto de instalarse acreditan este merecido título.

La muestra, abierta gratuitamente a todo el público, ofreció a los visitantes la posibilidad de conocer, con más detalle, tanto las instalaciones telescópicas y la ciencia que se realiza con ellas, como la historia y los muchos beneficios que la existencia del Observatorio reporta a La Palma. Constó de más de 62 paneles gráficos informativos, 7 módulos interactivos, una sala infantil, 2 maquetas de telescopios, fotografías murales, una sala de proyección y varios equipos informáticos con



programas de divulgación científica. La exposición se completó con un ciclo de conferencias sobre Astrofísica impartidas por astrónomos del IAC en el Teatro Chico de Santa Cruz de La Palma.

Además, con motivo de este aniversario, se hizo entrega al Excmo. Cabildo Insular de La Palma de un telescopio MEADE 10" LX50, que fue adquirido por el IAC con fondos de la Fundación "Santa María" y que, manejado por los responsables de la Agrupación Astronómica Isla de La Palma (AAP), y rotando por los municipios, será destinado a enseñar el cielo a los alumnos de los centros docentes y a particulares.





EXPEDICION SHELIOS´99

11 de agosto de 1999: último eclipse total de Sol del milenio

Un grupo de astrónomos del IAC, acompañados de personal técnico de mantenimiento y profesionales de la comunicación, se desplazó durante el mes de agosto hasta la localidad de Kastamonu (Turquía), para observar el último eclipse total de sol del milenio, que tuvo lugar el día 11. El eclipse fue total a lo largo de la estrecha banda trazada por la sombra de la Luna, que comenzó en el Atlántico, cruzó Europa Central y el Oriente Próximo y terminó en la India.

En este último eclipse total de Sol del milenio, la línea de totalidad, es decir, el cono de sombra proyectado por la Luna sobre la superficie terrestre, arrancó de un punto situado a unos 700 km al este de la ciudad de Nueva York, para continuar hacia el Sur de Inglaterra; Normandía; pasó a unos 30 km del norte de París, por el sur de Bélgica y por Luxemburgo; atravesó Munich y siguió por Austria, Hungría, Rumanía, Bulgaria, Mar Negro y Turquía; y acabó más allá de la India. A pesar de que el eclipse no se vio como total desde la Península Ibérica, el disco solar se llegó a ocultar hasta en un 80% en la zona norte. En las islas Canarias, al estar mucho más al sur, sólo se ocultó en un 35%. Dos hechos convirtieron este eclipse en único: fue el último eclipse total de Sol del milenio y, con toda seguridad, el eclipse con mayor número de espectadores de la

historia de la humanidad, pues atravesó una de las zonas más pobladas del planeta.

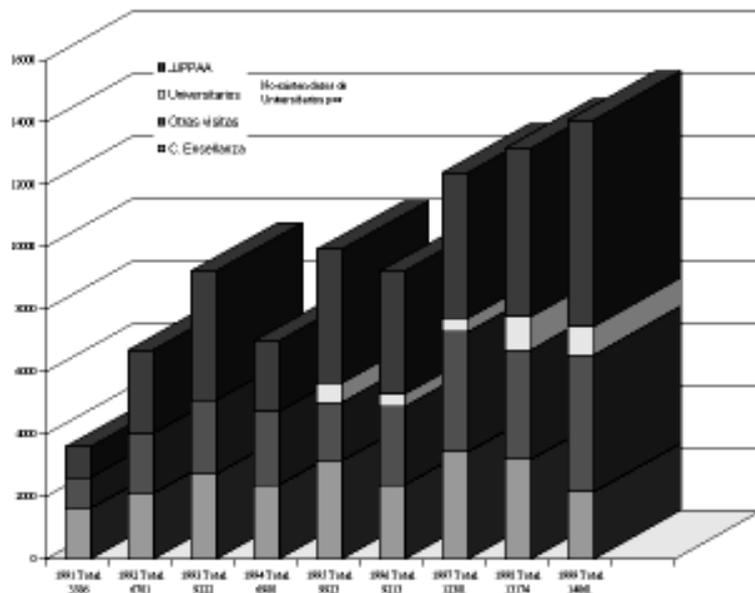
Shelios´99 siguió a la aventura iniciada por Shelios´98, que llevó en aquella ocasión a la expedición a bordo de un velero para alcanzar, en medio del océano, la línea de totalidad del eclipse total de Sol del 26 de febrero de 1998, visible también en Centroamérica. La serie continuará en el 2001, cuando el grupo de Shelios se desplace a Zimbabwe en busca del primer eclipse total de Sol del tercer milenio.



VISITAS ORGANIZADAS A LAS INSTALACIONES DEL IAC

En 1999 visitaron el IAC un total de 14.061 personas entre alumnos de diferentes centros de enseñanza, participantes en congresos, equipos de filmación y particulares. El Observatorio del Teide recibió 4.462 visitantes y el del Roque de los Muchachos, 9.244, de los cuales 6.601 visitaron este observatorio durante las jornadas de puertas abiertas celebradas en verano. La propia sede del IAC, el Instituto de Astrofísica, recibió 355 visitantes.

EVOLUCION DE LAS VISITAS (1991-1999)



VISITANTES

El IAC y sus Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos constituyen un obligado punto de encuentro de la comunidad astronómica internacional y, por ello, anualmente reciben visitas de científicos (también de ingenieros y técnicos) procedentes de todo el mundo. Muchos de ellos vienen a observar con los telescopios instalados en los Observatorios, tras haber solicitado y conseguido el tiempo de observación que asignan los comités correspondientes. Otros vienen a colaborar con el personal del Instituto que trabaje en su mismo campo, a impartir un curso o a dar una charla. Todos los años se celebran, además, varias reuniones científicas, a las que acuden cientos de participantes, de modo que el número de visitas se incrementa notoriamente. 1999 fue un año de gran actividad en este aspecto.

MEMORIA
1999 IAC

164

Y ADEMÁS

Aparte de científicos, ingenieros y técnicos, el IAC y sus Observatorios también reciben otro tipo de visitas institucionales y con fines diversos, algunas de las cuales se destacan a continuación:

ORGANIZACION Y RECURSOS HUMANOS

A. Ruigómez
M. Amate, L. Manade y N. García.

PROYECTO CAIAC

Procedimientos de gestión

Se han revisado y simplificado los procedimientos de calidad.

Procedimientos de gestión: Se ha hecho un esfuerzo durante este año a la hora de escribir los procedimientos de gestión incluidos en el Sistema CAIAC, pasando de 9 en 1998 a 21 este año a 31 de diciembre.

Destacar el procedimiento de Elaboración y seguimiento de Planes de Actuación:

- Dirección: 1
- Gabinete de Dirección: 4
- Administración de Servicios Generales: 7
- Centro de Cálculo: 3
- Biblioteca: 1
- Área de Instrumentación: 4
- OTRI: 1

Trabajo en grupo

Este año se ha seguido con la dinámica de creación de grupos de trabajo, conforme al procedimiento de acciones de mejora, ya sea para el desarrollo de procedimientos, tratamiento de sugerencias o revisiones.

Se ha de destacar el grupo de trabajo que abordó la *apertura de proyectos*, dentro de lo que será el *“procedimiento de apertura, seguimiento y cierre de proyectos”*, procedimiento clave en el sistema CAIAC; y el grupo interdepartamental del Área de Instrumentación *“Interactuación entre Departamento de Ingeniería Mecánica, Delineación Técnica y Taller de Mecánica para la elaboración de planos”*

Sugerencias de mejora

Destacar la mejora en el tratamiento de las sugerencias, haciéndolas más transparentes de tal forma que cualquier persona del IAC, mediante la página Web interna, puede acceder al estado en que se encuentra la tramitación de cada sugerencia. En 1999 se han resuelto 6, hay 3 en trámite y una en estudio.

Verificaciones internas

Se ha iniciado la aplicación de las verificaciones a aquellos procedimientos de gestión incluidos en el Sistema CAIAC. Al haber sido optimistas cuando se planificaron las mismas, fijándolas a final de año, quedaron algunos procedimientos sin verificar.

Se despejaron los “temores” iniciales existentes respecto a rechazo y/o control, llevándose a cabo todas ellas en buen clima. Han servido para mejorar, simplificar o eliminar aspectos de procedimientos, e incluso resolver alguna contradicción entre diferentes normas. Las verificaciones internas de los procedimientos de Gestión que se llevaron a cabo en 1999 fueron: Producción (3), OT (3), Centro de Cálculo (2), Biblioteca (1) y OTRI (1).

Comunicación Interna

El logro más importante ha sido sin duda la unificación de las diversas páginas internas existentes en una, la página Web interna del IAC.

Se ha dado un salto muy importante en sus contenidos, pasándose de la nada a tener en la Web las actas de todos los comités/comisiones permanentes del IAC, incluido el Comité de Dirección.

Se han añadido nuevos contenidos:

- Un apartado de legislación básica, añadida a la ya existente que afecta al IAC.
- La lista de extensiones de teléfono interno junto con las direcciones de correo electrónico;
- La guía de bienvenida a visitantes.
- Un apartado de actualizaciones, donde los usuarios pueden ver en todo momento las actualizaciones semanales, las cuales se remiten todos los viernes, vía mail, a la lista de personal del IAC que ha solicitado este servicio.

Debe destacarse el inicio de la “Agencia de noticias” *Oh, ¿Qué pasó?*, instrumento con el cual se pretende que el personal del IAC pueda obtener diariamente, en cinco minutos, flashes de noticias de la actividad diaria del Instituto. Ha sido de gran ayuda para su implantación la Dirección del IAC que ha privilegiado este canal de comunicación, de tal forma que parte de las noticias generadas en la Dirección, sólo pueden encontrarse en este canal. Entre julio y diciembre, aún en estado “embrionario”, se publicaron 198 noticias breves. Se espera un aumento considerable para el año 2000.

Modelo Europeo de gestión de la Calidad (EFQM)

En 1999 se solicitó asesoramiento técnico a la Dirección General de Inspección, Simplificación y Calidad del Ministerio de Administraciones Públicas, sobre dos herramientas de gestión que estaban implantándose en la Administración Pública: "Evaluación del rendimiento de Unidades Administrativas" y "Autoevaluación" según el modelo europeo de gestión de la Calidad.

- Junio: Tras una reunión con el Comité de Dirección, éste decidió la formación en EFQM.
- Noviembre: Personal del INSCAL imparte un curso teórico-práctico a todos los mandos del IAC sobre la implantación del modelo.
- Diciembre: A. Ruigómez, es invitado por la INSCAL, a participar en unas "jornadas de intercambio de experiencias" entre los organismos que estaban trabajando en el modelo europeo. Se realiza la adaptación del modelo al IAC.

Laboratorio de calibración

(Ver PRODUCCION – Laboratorio de Calibración Eléctrica)

RESUMEN ACCIONES FORMATIVAS ENGLOBALADAS EN "FORMACION CONTINUA"

Este año han tenido lugar las siguientes acciones formativas:

- Dirección de equipos
- Contratación administrativa
- Inglés
- Comunicación y Asertividad
- Microsoft Office (Word básico)
- Calidad y Mejora de los procesos administrativos
- Ley de Procedimiento Administrativo
- Prevención de riesgos laborales

ACCION SOCIAL

Como novedad a destacar del Plan de Acción Social 1999, está el acuerdo de la Comisión paritaria de Acción Social que establece un baremo en relación con los ingresos íntegros del solicitante y la inclusión del "Acceso a la Universidad de mayores de 25 años" en la ayuda Estudios Universitarios y Formación Profesional.

CONCIERTOS ESPECIFICOS DE COLABORACION PARA LA FORMACION EN CENTROS DE TRABAJO (FORMACION PROFESIONAL)

Los siguientes alumnos han realizado prácticas en distintos Departamentos del IAC:

- Delineación Técnica: R. Hernández, del IES de Geneto, La Laguna.
- Centro de Cálculo: R. Suárez, del IES "César Manrique".
- Taller de Mecánica: O. Prieto, del IES "Oscar Domínguez" de Tacoronte.
- Area de Instrumentación (Ingeniería): J. Ravelo, de la Escuela de Secretariado Internacional de Santa Cruz de Tenerife.
- Taller de Electrónica: O. Delgado, del IES de Garachico.

PERSONAL

El personal del IAC refleja la estructura consorcial del Instituto. Para especificar su procedencia, junto a cada una de las personas figuran unas referencias, cuya clave puede encontrarse al final de este apartado.

DIRECCION

Director

* Francisco Sánchez Martínez (UL)

Secretaría

Monica Elizabeth Murphy (CL)
Esther D. del Rosario González (CLT)
En DGXII UE: Robert Campbell Warden (CL)

Responsable Recursos Humanos y Régimen Interior

Alfonso Ruigómez Momeñe (CLT)

GABINETE DE DIRECCION

Jefe del Gabinete

Luis A. Martínez Sáez (CL)

Secretaría

Ana M. Quevedo González (CL)
Ana Fabiola Rodríguez Martín (CLT)

Jefe de Información y Ediciones

Carmen del Puerto Varela (CL)

Apoyo

Concepción Anguita Fontecha (V)
Luis Cuesta Crespo (V)
M. Begoña López Betancor (CLT)

BIBLIOTECA

Documentalista/Encargado

Monique María Gómez (CLT)

Gestión Administrativa

Lourdes Abellán García (CLT)
Antonio J. Bacallado Abreu (CL)

CENTRO DE CALCULO

Responsable

Reinhold Kroll (CLT)

Secretaría

M. Adela Rivas Fortuny (CLT)

Ingenieros - Titulados Superiores

Susana Delgado Marante (CL)
Antonio J. Díaz Chinea (CLT)
Ramón García Marrero (CLT)
Pablo López Ramos (CLT)

Carlos A. Martín Galán (CLT)
Diego M. Sierra González (CL)
Estrella Zatón Martín (CLT)

Técnicos

Irene Corona Hernández (CL)
Víctor González Marrero (CLT)
Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CLT)
Héctor J. Hernández Hernández (CLT)
Francisco J. López Molina (CLT)

Gabriel A. Pérez Díaz (CL)
Víctor Plasencia Darías (CL)
Isabel M. Plasencia García (CLT)
Manuel Ramos Aguilar (CLT)

AREA DE INVESTIGACION

Coordinador

* Pere Lluís Pallé Manzano (PO)

Secretaría del Area

Judith de Araoz Vigil (CL)

Sonia Fumero Sande (CLT)

Tatiana Cecilia Karthaus Londo (CL)

Apoyo

Terence John C. Mahoney (CLT)

Carlos Westendorp Plaza (V)

Astrofísicos

* Antonio Aparicio Juan (UL)

* M. Jesús Arévalo Morales (UL)

* Santiago Arribas Mocoroa (CSIC)

* John E. Beckman (CSIC)

* Juan A. Belmonte Avilés (PO)

* Juan E. Betancort Rijo (UL)

* José Antonio Bonet Navarro (PO)

* Jordi Cepa Nogué (UL)

* Manuel Collados Vera (UL)

* César Esteban López (UL)

* Ignacio García de la Rosa (PO)

* Ramón J. García López (UL)

* Francisco Garzón López (UL)

* Jesús González de Buitrago Díaz (UL)

* Ignacio González Martínez-Pais (UL)

* Artemio Herrero Davó (UL)

* Jesús Jiménez Fuensalida (PO)

* Antonio Jiménez Mancebo (PO)

* Carlos Lázaro Hernando (UL)

* Antonio Mampaso Recio (PO)

* Arturo Manchado Torres (CSIC)

* Valentín Martínez Pillet (PO)

* Evencio Mediavilla Gradolph (UL)

* Casiana Muñoz-Tuñón (PO)

* Ismael Pérez Fournon (UL)

* Fernando Pérez Hernández (UL)

* Mercedes Prieto Muñoz (UL)

* Rafael Reboló López (CSIC)

* Clara Régulo Rodríguez (UL)

* Teodoro Roca Cortés (UL)

* José Miguel Rodríguez Espinosa (PO)

* Inés Rodríguez Hidalgo (UL)

* Basilio Ruiz Cobo (UL)

* Jorge F. Sánchez Almeida (PO)

* Javier Trujillo Bueno (CSIC)

* Manuel Vázquez Abeledo (PO)

Becarios y contratados post-doc

José Antonio Acosta Pulido (CLT)

Marc Balcells Comas (CLT)

Luis Ramón Bellot Rubio (CLT)

Fernando Cabrera Guerra (CLT)

Nicola Caon (CLT)

Jorge Casares Velázquez (V)

Xavier Marie Delfosse (CLT)

Olaf Jens Dittmann (CLT)

Antonio Eff-Darwich Peña (CLT)

M. Begoña García Lorenzo (CLT)

Gabriel Gómez Velarde (CLT)

Alister Graham (CLT)

Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (CLT)

Jorge Iglesias Páramo (CLT)

Mark Richard Kidger (CLT)

Dawn Lenz (V)

Martín López Corredoira (CLT)

David Martínez Delgado (CLT)

Alejandro Oscoz Abad (CLT)

Ana M. Pérez García (CLT)

Denise Rocha Gonçalves (V)

José Manuel Rodríguez Ramos (CLT)

Alfredo Rosenberg González (CLT)

Juan Carlos Vega Beltrán (CLT)

Anthony Robert Watson (V)

Christopher James Willott (V)

María Rosa Zapatero Osorio (CLT)

Profesor visitante

Lucio Crivellari (V)

Sabático

Michal Sobotka (V)

Proyecto DIMM

Albar García de Gurtubay (CLT)

Antonia M. Varela Pérez (CLT)

Colaboradores

Angel Alonso Sánchez (V)

Emilio Casuso Romate (V)

Luis Corral Escobedo (V)

M. Peña Fabiani Bendicho (V)

Ricardo Génova Galván (V)

Mario M. Hernández Corujo (V)

Garik Israelian (V)

Inés Márquez Rodríguez (V)

Isabel Martín Mateos (V)

Josefa Montalbán Iglesias (V)

José A. Rodríguez Gaspar (V)

Mónica Rodríguez Guillén (V)

M. Teresa Rozas Espadas (V)

Enrique Santolaya Rey (V)

Inmaculada Vidal Silvestre (V)

AREA DE ENSEÑANZA

Coordinador

* Fernando Moreno Insertis (UL)

Secretaría del Area

M. Lourdes González Pérez (CL)

M. Nieves Villoslada Dionis (CLT)

PERSONAL EN FORMACION

Astrofísicos Residentes

Residentes 1º IAC

David Alcalde Morales (AR)

Angel Jesús Gómez Peláez (AR)

Bernabé Cedrés Expósito (AR)

Cristina Zurita Espinosa (AR)

Sergio Chueca Urzay (AR)

Residentes 2º IAC

Carmen Dolores Bello Figueroa (AR)

Víctor Javier Sánchez Béjar (AR)

Eduardo Alaín González Solares (AR)

Eva Gloria Villaver Sobrino (AR)

Rafael Manso Sainz (AR)

Almudena Zurita Muñoz (AR)

Beca 1º IAC

Andrés Asensio Ramos (AR)

Silvia Hernández Cerezo (AR)

Francisco Espinosa Lara (AR)

Domingo Aníbal García Hernández (AR)

David Cristóbal Hornillos (AR)

José M. Rodríguez González (AR)

Beca 2º IAC

Antonio Marín Franch (AR)

José Alberto Rubiño Martín (AR)

Ana Monreal Ibero (AR)

Ignacio Trujillo Cabrera (AR)

Pablo Rodríguez Gil (AR)

Miguel Alejandro Urbaneja Pérez (AR)

Becarios y Colaboradores

Luz Marina Cairós Barreto (V)

Sergio Lourenso Prieto (V)

Rafael D. Barrena Delgado (V)

M. Ilusión Monteverde Hernández (V)

Laura Colombón Ochoa (V)

Verónica Motta Cifuentes (V)

Carlos del Burgo Díaz (V)

Silvana Guadalupe Navarro Jiménez (V)

Carlos Domínguez-Tagle Paredes (V)

Victoriano Ortega Avila (V)

Lester Fox Machado (V)

Mónica Relaño Pastor (V)

Julio Edgar Gallegos Alvarado (V)

Mónica Sánchez Cuberes (V)

José Nicolás González Pérez (V)

M. Rosario Villamariz Cid (V)

MEMORIA
IAC 1999

AREA DE INSTRUMENTACION

Coordinador

* Carlos Martínez Roger (PO)

Secretaría del Area

M. Natividad García Mena (CLT)

Rocío Mesa Martínez (CLT)

Elena Torres Delgado (CL)

Gestores de Proyectos

Manuel Amate Plasencia (CLT)

Carmen M. Barreto Cabrera (CLT)

Oriol Fuentes Masip (CLT)

Víctor M. González Escalera (CLT)

José Miguel Herreros Linares (CL)

Jesús Patrón Recio (CLT)

Marcos Reyes García-Talavera (CLT)

Jefe de Ingeniería

Carlos Martín Díaz (CL)

DEPARTAMENTO DE MECANICA

Jefe

Vicente Sánchez de la Rosa (CL)

Ingenieros

José Alberto Ballester Lluch (CLT)

Francisco Javier Fuentes Gandía (CL)

José Luis Iserte Vilar (CLT)

M. Amparo Navarro Martín (CLT)

Víctor M. Padrón González (CLT)

Lorenzo César Peraza Cano (CL)

Pablo Gustavo Redondo Caicoya (CLT)

DEPARTAMENTO DE OPTICA

Ingenieros

Ana Belén Fragoso López (CLT)

Adolfo García Marín (CLT)

Roberto López López (CL)

Antonio R. Manescau Hernández (CL)

José Luis Rasilla Piñeiro (CL)

Becario

Andrew James Lerwill (V)

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

Jefe

Luis Fernando Rodríguez Ramos (CL)

Ingenieros

Ezequiel Ballesteros Ramírez (CL)

Hareh Mangharam Chulani (CLT)

José Javier Díaz García (CL)

Fernando Gago Rodríguez (CLT)

Roger Hoyland (CLT)

Enrique Joven Alvarez (CLT)

Nicolás A. Sosa García (CL)

Teodora A. Viera Curbelo (CLT)

Becario

Andrew James Lerwill (V)

DEPARTAMENTO DE SOFTWARE

Ingenieros

Marta del C. Aguiar González (CL)

Antonio Cruz-López Claret (CLT)

M. Francisca Gómez Reñasco (CL)

José Carlos López Ruiz (CLT)

Heidy Moreno Arce (CLT)

Esperanza Páez Mañá (CL)

José A. Rodríguez Losada (CLT)

OTRI

Jesús Burgos Martín (CLT)

M. Mercedes Núñez Rodríguez (CLT)

Becario

Anselmo Sosa Méndez (V)

- PRODUCCION -

Jefe

Juan Calvo Tovar (CL)

MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL

Jefe

Emilio J. Cadavid Delgado (CLT)

Técnicos

Pedro A. Ayala Esteban (CLT)

John Anthony Morrison Price (CL)

Jesús E. García Velázquez (CLT)

Vicente Saavedra González (CLT)

José Julio González Nóbrega (CL)

Manuel Luis Verde Pontejo (CLT)

DELINEACION TECNICA

Jefe

Abelardo Díaz Torres (CL)

Técnicos

Juan Carlos Díaz Pérez (V)

Juan José Perdigón Peña (CL)

TALLER DE ELECTRONICA

Jefe

Pedro José Suárez Suárez (CLT)

Técnicos

Roberto Barreto Rodríguez (CL)

Angel L. Morales Ayllón (CL)

Agustín R. Casanova Suárez (CL)

José Ramón Olives Mora (CL)

Almacén

J. Gerardo Rodríguez de Cándido (CL)

TALLER DE MECANICA

Jefe

Francisco Llarena García (CL)

Técnicos

Luis Francisco Cie Carlos (CLT)

Jesús F. García López (CL)

Juan José Dionis Díaz (CL)

Esteban González Díaz (CL)

Carlos A. Flores García (CL)

Cristóbal Morell Delgado (CL)

Higinio Gabino Pérez (CL)

Ricardo Negrín Martín (CL)

Almacén

León Pérez Jacinto del Castillo (CL)

LABORATORIO DE FOTOGRAFIA

Miguel A. Briganti Correa (CL)

ADMINISTRACION DE SERVICIOS GENERALES

Administrador

* Rafael Arnay de la Rosa (PO)

Secretaría del Area

Carmen García de Sola Moyano (CL)

Diana C. Paredes Martín (CL)

OFICINA TECNICA PARA LA PROTECCION DE LA CALIDAD DEL CIELO

Jefe

Francisco Javier Díaz Castro (CLT)

Técnico

J. Federico de la Paz Gómez (CLT)

GERENCIA ADMINISTRATIVA

Luisa Margarita Avila Miranda (CL)

Contabilidad

Ruth Fernández Ribera (CLT)

Carmen Aloys García Suárez (CLT)

M. José González Díaz (CLT)

Dionisio Pérez de la Rosa (CL)

Dolores F. Sánchez González (CLT)

Ricardo Viñoly Abreu (CLT)

C. Yolanda Zamora Expósito (CLT)

Caja

Lydia de Araoz Vigil (CL)

José M. Rodríguez Acosta (CLT)

Personal

L. Olivia Hernández Tadeo (CL)

Ana M. Lamata Martínez (CLT)

Compras/Inventario

Otilia de la Rosa Yanes (CL)

A. Delia García Méndez (CLT)

Dietas/Viajes

M. del Carmen De Luca López (CL)

Mecanografía

Nieves S. García Pérez (CL)

GERENCIA OPERACIONAL

Juan Ruiz Agüí (CL)

Mantenimiento General

Ramón Hernández Mendoza (CL)

Sergio Medina Morales (CL)

Delineación General

Telefonista/Recepcionista

M. Eulalia Alsina Casals (CL)

Conductores

Cándido Alvarez García (CL)

Juan Manuel Martín Pérez (CL)

OBSERVATORIO DEL TEIDE

Administrador

Miquel Serra Ricart (CLT)

Administración

F. Javier Cosme Morán (CL)

Mantenimiento

Ignacio del Rosario Pérez (CL)

Enrique Patrón Recio (CLT)

Ramón R. Díaz Díaz (CLT)

Rafael A. Ramos Medina (CLT)

Jesús M. Mendoza González (CLT)

Observadores

Ricard Casas Rodríguez (CL)

Santiago López González-Coviella (CL)

Luis Miguel Chinarro Fuentes (CL)

Luis A. Manadé Borges (CL)

Angel Gómez Roldán (CL)

Antonio Pimienta de la Rosa (CL)

Javier A. Licandro Goldaracena (CLT)

Becaria

Cristina Abajas Bustillo (V)

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

Administrador

Ricardo Rivero Pérez (CLT)

Administración

Ana Luisa Lozano Pérez (CLT)

Nieves Gloria Pérez Pérez (CLT)

Mantenimiento

Joaquín Arce Costa (CL)

Jorge Gmelch Ramos (CLT)

Conductor

José Adolfo Hernández Sánchez (CLT)

Exposición 20 Años de Astronomía en La Palma

Miriam Gaspar Medina (CLT)

Pilar Hernández Brito (CLT)

DISTRIBUCION Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-99)

	PO	CL	CLT	UL	CSIC	AR	V	TOTAL
Astrofísicos	12	-	24	22	5	-	21	84
Técnicos	1	50	54	-	1	-	5	111
Administrativos	1	24	27	-	-	-	1	53
Doctorandos	-	-	-	-	-	23	16	39
Sabático	-	-	-	-	-	-	1	1
TOTAL	14	74	105	22	6	23	44	288

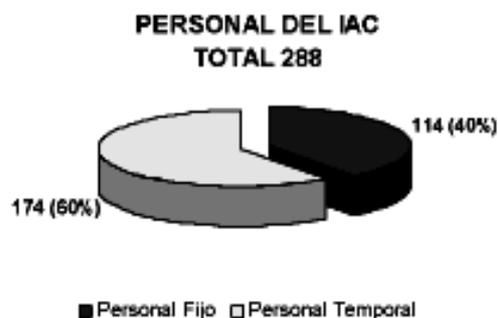
	PO	UL	CSIC	OTROS	TOTAL
PERSONAL FUNCIONARIO*	14	20	6	-	40
PERSONAL NO FUNCIONARIO	-	2	-	246	248
TOTAL	14	22	6	246	288

PERSONAL FIJO	114
PERSONAL TEMPORAL	174
TOTAL	288

* = Personal Funcionario
 PO = Plantilla Orgánica del IAC
 CL = Contrato Laboral
 CLT = Contrato Laboral Temporal
 UL = Universidad de La Laguna
 CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas
 AR = Astrofísicos Residentes
 V = Varios (becas, colaboradores, etc.)

MEMORIA
1999 IAC

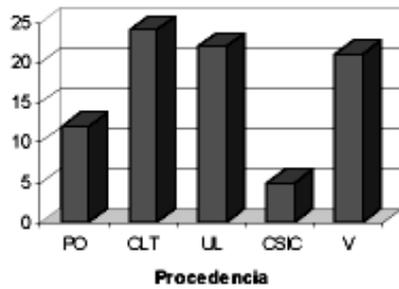
178



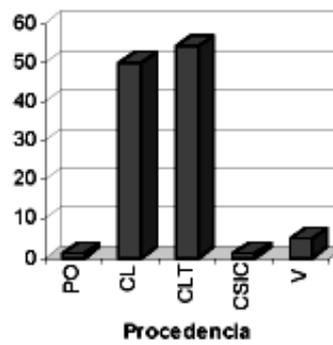
DISTRIBUCION Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-99)

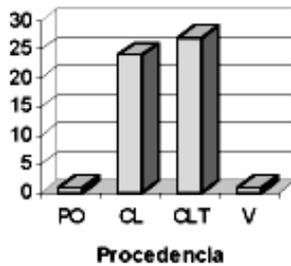
ASTROFISICOS



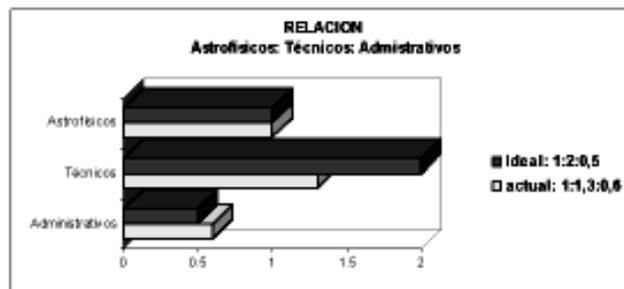
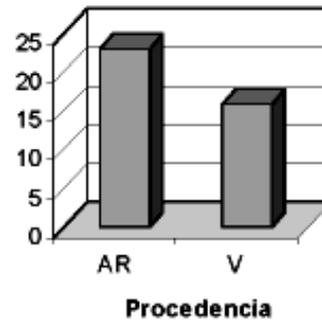
TECNICOS



ADMINISTRATIVOS



DOCTORANDOS



DIRECCIONES Y TELEFONOS

OBSERVATORIO DEL TEIDE (TENERIFE)

Instituto de Astrofísica de Canarias
C/ Vía Láctea s/n
E-38200 LA LAGUNA - TENERIFE
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-329100
Fax: (34) 922-329117
E-mail: teide@ot.iac.es
WWWHome Page: <http://www.iac.es/ot./indice.html>

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (LA PALMA)

Apartado de Correos 303
E-38700 S/C DE LA PALMA
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-405500
Fax: (34) 922-405501
E-mail: adminorm@orm.iac.es
WWWHome Page: <http://www.iac.es/gabinete/orm/orm.htm>

MEMORIA
1999 IAC

180

INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS (IAC)

C/ Vía Láctea s/n
E-38200 LA LAGUNA - TENERIFE
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-605200
Fax: (34) 922-605210
E-mail: postmaster@ll.iac.es
WWW Home Page: <http://www.iac.es>
Sala de vídeo-conferencias