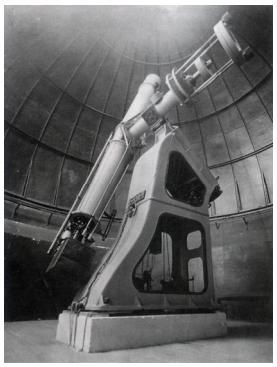
FACULTADE DE MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA APLICADA
ÁREA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA
OBSERVATORIO ASTRONÓMICO RAMÓN MARÍA ALLER

APROXIMACIÓN HISTÓRICA AL DESARROLLO DE LA ASTRONOMÍA EN ESPAÑA



Iván Fernández Pérez

José Ángel Docobo Durántez, Profesor Titular de Universidad (acreditado de Catedrático), perteneciente al Departamento de Matemática Aplicada (área de conocimiento de Astronomía y Astrofísica) de la Facultad de Matemáticas de la Universidade de Santiago de Compostela,

AUTORIZA la presentación de la Memoria titulada "Aproximación histórica al desarrollo de la Astronomía en España", cuyo autor es Iván Fernández Pérez, para la obtención del grado de Doctor.

José Ángel Docobo Durántez
(Director de la Memoria)

Iván Fernández Pérez
(Doctorando)

Dedicado a Iria

INDICE

AGRADECIMIENTOS ..... - 13 -

OBJETIVOS ..... - 15 -

INTRODUCCIÓN ..... - 17 -

CAPÍTULO I: PRIMERA ETAPA (HASTA 1753) ..... - 21 -

INTRODUCCIÓN A LA ÉPOCA PRE-OBSERVATORIAL ..... - 23 -

ASTRONOMÍA EN ESPAÑA EN LA ÉPOCA PRE-OBSERVATORIAL - 28 -

TABLA RESUMEN PRIMERA ETAPA ..... - 41 -

CAPÍTULO II: SEGUNDA ETAPA (1753-COMIENZOS SIGLO XX) ..... - 45 -

INTRODUCCIÓN A LA SEGUNDA ETAPA ..... - 47 -

EL REAL OBSERVATORIO DE MARINA (1753-1903) ..... - 49 -

EL REAL OBSERVATORIO DE MADRID (1790-1900) ..... - 55 -

PERSONAJES Y OTROS CENTROS CIENTÍFICOS NO UNIVERSITARIOS DE INTERÉS EN LA SEGUNDA ETAPA .... - 61 -

ENSEÑANZA UNIVERSITARIA 1753-1900 ..... - 65 -

TABLA RESUMEN SEGUNDA ETAPA ..... - 68 -

CAPÍTULO III: TERCERA ETAPA (COMIENZOS SIGLO XX-1970) ..... - 71 -

INTRODUCCIÓN A LA TERCERA ETAPA ..... - 73 -

LA CREACIÓN DE NUEVOS OBSERVATORIOS ..... - 76 -

EL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE MARINA (1904-1970) .. - 93 -

EL REAL OBSERVATORIO DE MADRID (1900-1970) ..... - 100 -

INICIOS DE LA ASTRONOMIA AMATEUR ..... - 106 -

CREACIÓN DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ASTRONOMÍA- 115 -

ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN LA UNIVERSIDAD..- 117 -

CÁTEDRA DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID.- 123 -

CÁTEDRA DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA..... - 128 -

CÁTEDRA DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA ..... - 134 -

CÁTEDRA DE ASTRONOMIA DE LA UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA ..... - 140 -

CÁTEDRA DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO.- 145 -

EL PAPEL DEL CSIC EN LA ASTRONOMIA ESPAÑOLA..... - 146 -

EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA ..... - 153 -

EL OBSERVATORIO DEL TEIDE ..... - 159 -

COMIENZOS DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN ESPACIAL ..... - 165 -

TABLA RESUMEN TERCERA ETAPA ..... - 169 -

CAPÍTULO IV: CUARTA ETAPA (1971-)..... - 171 -

CUARTA ETAPA: LA GRAN ECLOSIÓN ..... - 173 -

EL REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE MARINA (HOY REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA ARMADA)..... - 177 -

EL REAL OBSERVATORIO DE MADRID (HOY OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL) ..... - 184 -

EL OBSERVATORI FABRA ..... - 192 -

EL OBSERVATORI DE L´EBRE ..... - 196 -

EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSITAT DE VALENCIA ..... - 200 -

EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (HOY OBSERVATORIO ASTRONÓMICO RAMÓN MARÍA ALLER)..... - 206 -

EL CENTRO COORDINADO DE MECÁNICA Y ASTRONOMÍA (HOY INSTITUTO DE ASTRONOMÍA Y GEODESIA)..... - 223 -

EL CENTRO ASTRONÓMICO HISPANO-ALEMÁN (CAHA)... - 226 -

EL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA (IAA). - 234 -

EL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC).... - 246 -

INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA EN LAS ISLAS CANARIAS..... - 263 -

LA ESTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE SATÉLITES DE VILLAFRANCA (HOY ESAC)..... - 277 -

PRIMEROS CONGRESOS DE LA ASTRONOMÍA ESPAÑOLA: LAS ASAMBLEAS NACIONALES DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA - 282 -

CONSOLIDACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ESPACIAL EN ESPAÑA..... - 288 -

ESPAÑA EN LA ESA..... - 291 -

PRIMERAS CÁTEDRAS DE ASTROFÍSICA EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA..... - 297 -

ASOCIACIONES Y OBSERVATORIOS NO PROFESIONALES MÁS RELEVANTES EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS..... - 299 -

EL PAPEL DEL CSIC EN EL DESPEGUE DE LA ASTRONOMIA ESPAÑOLA..... - 313 -

PRUEBAS DE IDONEIDAD EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA (1984)..... - 317 -

FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL GRUPO DE MECÁNICA ESPACIAL..... - 320 -

EL INSTITUTO DE RADIOASTRONOMÍA MILIMÉTRICA (IRAM) ..... - 324 -

REFORMA DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ASTRONOMÍA - 327 -

EL LABORATORIO DE ASTROFÍSICA ESPACIAL Y FÍSICA FUNDAMENTAL (LAEFF)..... - 332 -

CREACIÓN Y ACTIVIDADES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ASTRONOMÍA (SEA) ..... - 341 -

INICIOS DE LOS ESTUDIOS DE ARQUEOASTRONOMÍA EN ESPAÑA..... - 348 -

EL INSTITUTO DE FISICA DE CANTABRIA (IFCA)..... - 350 -

EL INSTITUT D´ESTUDIS ESPACIALS DE CATALUNYA (IEEC).. - 354 -

ACTIVIDADES DE ASTRONOMÍA EN EL INSTITUTO DE ESTRUCTURA DE LA MATERIA (CSIC)..... - 359 -

ACTIVIDADES DE ASTRONOMÍA EN EL CIEMAT..... - 361 -

INICIOS DE LA ASTROFÍSICA ROBÓTICA EN ESPAÑA .... - 362 -

EL CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA (CAB)..... - 366 -

NUEVAS FORMAS DE COOPERACIÓN: REDES CIENTÍFICAS ..... - 369 -

ESPAÑA COBRA PROTAGONISMO EN LA INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION (IAU)..... - 377 -

ENTRADA DE ESPAÑA EN ESO..... - 384 -

EN DEFENSA DE UN CIELO OSCURO..... - 386 -

INAUGURACIÓN DEL GRAN TELESCOPIO DE CANARIAS.. - 389 -

NUEVO ÓRGANO: RED DE INFRAESTRUCTURAS DE ASTRONOMÍA..... - 403 -

NUEVOS PROYECTOS: OBSERVATORIO DE JAVALAMBRE (TERUEL)..... - 404 -

ASTRONOMÍA EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA EN LA ACTUALIDAD..... - 406 -

TABLA RESUMEN CUARTA ETAPA..... - 429 -

2009: AÑO INTERNACIONAL DE LA ASTRONOMÍA..... - 432 -

CAPÍTULO V: ENCUESTA..... - 435 -

ANEXOS ..... - 485 -

ANEXO I: CENTROS ESPAÑOLES (O CON PRESENCIA ESPAÑOLA) EN LOS QUE ACTUALMENTE SE INVESTIGA Y/O SE IMPARTE DOCENCIA EN ASTRONOMÍA..... - 487 -

ANEXO II: LIBROS DE TEXTO DE ASTRONOMÍA DESTINADOS A LA DOCENCIA UNIVERSITARIA ESCRITOS POR AUTORES ESPAÑOLES..... - 490 -

ANEXO III: LISTADO HISTÓRICO DE PUBLICACIONES PERIÓDICAS DE ASTRONOMÍA EDITADAS EN ESPAÑA... - 495 -

ANEXO IV: CONGRESOS INTERNACIONALES DE ASTRONOMIA CELEBRADOS EN ESPAÑA DESDE MEDIADOS DE 1996 ..... - 501 -

ANEXO V: REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA IAU CELEBRADAS EN ESPAÑA..... - 512 -

ANEXO VI: MUSEOS DE CIENCIA Y PLANETARIOS EN ESPAÑA - 513 -

ANEXO VII: ASOCIACIONES DE ASTRÓNOMOS AFICIONADOS EN ESPAÑA..... - 515 -

EPÍLOGO..... - 521 -

CONCLUSIONES ..... - 523 -

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al director del Observatorio Astronómico Ramón María Aller de la Universidade de Santiago de Compostela, José Ángel Docobo Durántez, por haberme facilitado el tema de la investigación y por la impecable dirección de la misma.

Mi gratitud también para todos aquellos que de una manera u otra han contribuido a que nuestro trabajo modestamente pueda tener cabida dentro de la Historia de la Ciencia en España. En este sentido, quiero también dejar explícito mi reconocimiento a las siguientes personas:

- Rafael Bachiller García
- Xavier Barcons Jáuregui
- Asunción Catalá Poch
- Víctor Costa Boronat
- Antonio Elipe Sánchez
- Francisco J. González González
- José Félix Lahulla Forniés
- Martín Lara Coira
- Álvaro López García
- Vicent J. Martínez
- Carmen Morales Durán.
- Jorge Núñez de Murga
- Josep María Oliver
- Alberto Orte Lledó
- José María Quintana González
- Francisco Sánchez Martínez
- Antonio Talavera Iniesta
- Miguel Vallejo Carrión
- Ricardo Vieira Díaz

No puedo tampoco olvidar aquí a mi familia, en especial a mi esposa Alcira y a mis padres Ramón y Avelina, ya que sin su apoyo esta empresa hubiese sido imposible.

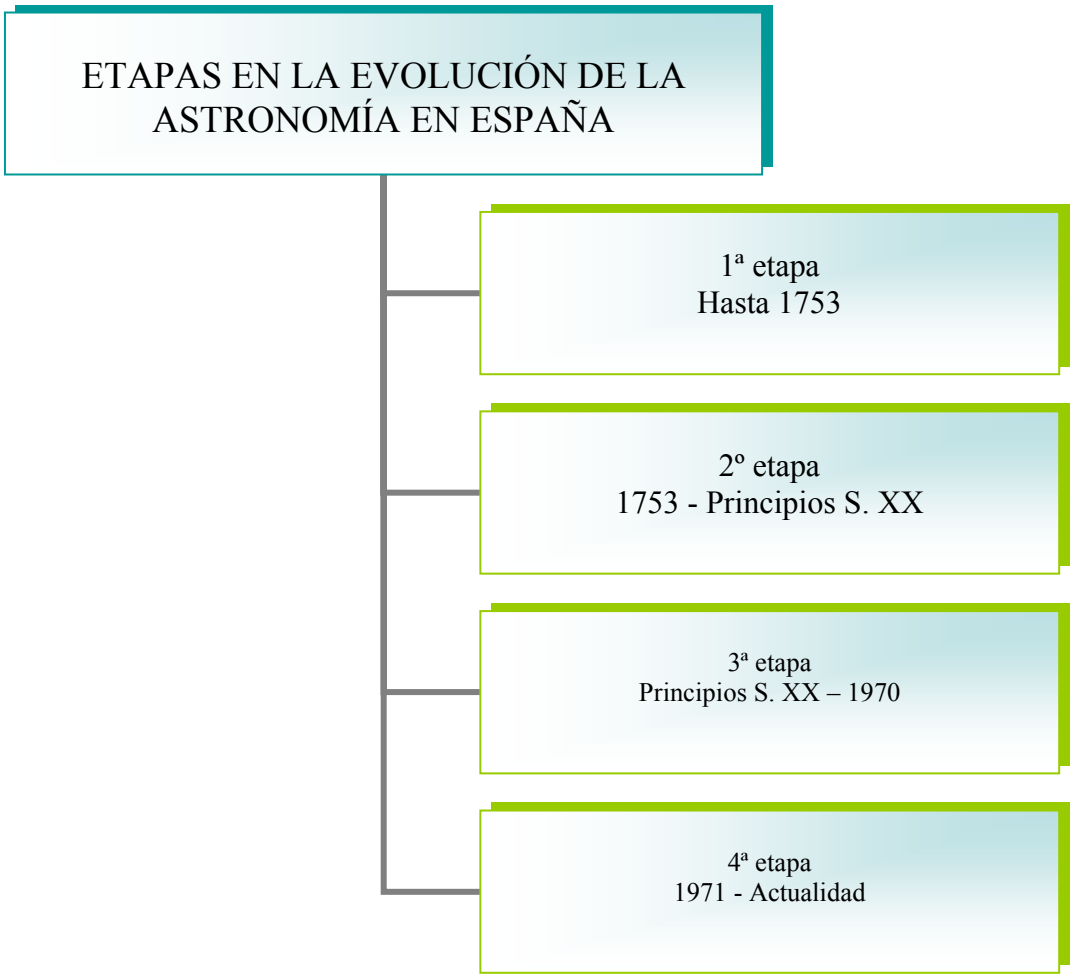
OBJETIVOS

- Cubrir un hueco en la literatura científica con la descripción de los sucesos más relevantes de la Astronomía española en toda su historia.
- Recuperar los hechos más destacados de la Astronomía española acaecidos hasta finales del siglo XIX recogidos en publicaciones clásicas de la Historia de la Ciencia en España y actualizarlos, en la medida de lo posible, con las investigaciones más recientes realizadas sobre el tema.
- Analizar las consecuencias del establecimiento de los primeros observatorios profesionales españoles en el siglo XVIII, el Observatorio de Marina y el Observatorio de Madrid.
- Establecer cuáles han sido los principales centros de enseñanza de Astronomía fuera del ámbito universitario especialmente en los siglos XVIII y XIX.
- Estudiar cómo ha ido evolucionando la enseñanza de la Astronomía en la universidad desde mediados del siglo XIX hasta la guerra civil.
- Analizar el por qué de la creación de varios establecimientos astronómicos a comienzos del siglo XX: Observatorio de Cartuja, Observatori de l´Ebre, Observatori Fabra...
- Estudiar la intensa y prolífica actividad investigadora de la Astronomía española desde aproximadamente 1920 hasta la guerra civil.
- Estudiar el papel jugado por las cátedras de Astronomía durante las décadas posteriores a la guerra civil en el avance de esta ciencia, así como de los observatorios clásicos.
- Investigar el auge de la enseñanza e investigación de la Astronomía y la Astrofísica, en particular, en España fundamentalmente a partir de 1970.
- Profundizar en el proceso de creación de la Sociedad Española de Astronomía (SEA) como necesidad de los astrónomos para tener un organismo no gubernamental que los aglutinara.
- Describir los principales resultados científicos obtenidos por los distintos grupos de investigación en Astronomía y Astrofísica en España, comparándolos con el resto de países punteros en estos campos.
- Estudiar las consecuencias que ha traído consigo para la Astronomía española la adquisición de nuevo instrumental e infraestructura científica a lo largo de la historia.
- Analizar el papel jugado por instituciones científicas estatales como el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en la enseñanza e investigación de la Astronomía y Astrofísica en España.
- Profundizar en los motivos que dieron lugar a la creación de nuevos centros de investigación astronómica en las últimas décadas: CAHA, IAA, IAC, VILSPA, LAEFF, IFCA, IEEC, etc.
- Contactar con astrónomos de renombre cuya participación en el “boom” en estos campos resultó decisiva.
- Indagar en los archivos y bibliotecas de los principales centros de investigación en Astronomía y Astrofísica con el fin de obtener datos de relevancia.

- Analizar el apoyo de las universidades a estos campos de la ciencia, sobre todo en lo que respecta a la formación de doctores y posteriormente profesores e investigadores, sin olvidarnos de los observatorios astronómicos en el ámbito académico, entre los que podemos citar el Observatorio Astronómico Ramón María Aller de la Universidade de Santiago de Compostela.
- Estudiar las consecuencias de la entrada de España en la Agencia Espacial Europea (ESA) y en el Observatorio Austral Europeo (ESO).
- Conocer el estado de opinión de las personas que hacen Astronomía en España.

INTRODUCCIÓN

Varios acontecimientos singulares están sucediendo y sucederán en los próximos años con respecto a la Astronomía española. Podemos citar como ejemplos, la inauguración del Gran Telescopio de Canarias (GTC), la entrada de España en el European Southern Observatory (ESO), la celebración en 2009 del Año Internacional de la Astronomía, o de los profundos cambios en los planes de estudios en las universidades debido a la puesta en práctica del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), sin olvidar los primeros movimientos para la ubicación del gran telescopio europeo, el E-ELT. Por todo ello, y debido además a la falta de una monografía específica sobre la Astronomía española, creemos adecuado en este momento, realizar esta memoria recopilando aquellos datos históricos de interés recogidos en distintas obras sobre Historia de la Ciencia en España y ampliando estos datos con aspectos inéditos, fundamentalmente, sobre la Astronomía española en estos últimos años.
El objetivo primordial de la presente Memoria es profundizar en el desarrollo de la investigación y enseñanza de la Astronomía en España en las últimas décadas, es decir, aproximadamente desde los años setenta del siglo XX hasta la actualidad. Sin embargo, es necesario remontarse atrás en el tiempo para dar una visión más amplia de la evolución de esta ciencia en el estado español.
Dividiremos nuestro trabajo en cuatro grandes etapas de acuerdo con el esquema adjunto.



La primera será la que hemos denominado pre-observatorial, la cual comenzaremos en la Edad Media, coincidiendo aproximadamente con la invasión de la Península Ibérica por los árabes, y que terminaremos con la fundación del primer observatorio astronómico oficial, el Observatorio de la Marina (cuya primera denominación fue Real Observatorio de Cádiz), a mediados del siglo XVIII.

La segunda etapa comprendería desde la mitad del siglo XVIII hasta el principio del siglo XX, la cual está caracterizada por una actividad astronómica con altibajos en los dos observatorios oficiales (el Observatorio de la Marina y el Observatorio de Madrid).

La tercera (desde el principio del siglo XX hasta 1970 aproximadamente) se caracteriza por la aparición de nuevos observatorios astronómicos y también por interesantes contribuciones de astrónomos amateurs, lo que vino a cambiar la situación existente, al expandirse geográficamente la investigación de los astros.

Finalmente, la cuarta etapa corresponde al gran despegue de la Astronomía española gracias a la creación de Institutos de investigación específicos, creación de plazas en la universidad, facilidades de acceso a grandes telescopios, etc.

Quizás, quien lea estas líneas pueda sentirse un poco confuso por la gran amplitud temporal de dichas etapas. También puede sorprender que en el desarrollo de las mismas hubiera épocas donde se intensificó la actividad astronómica y otras, en cambio, donde disminuyó drásticamente, debido a distintos episodios que veremos en su respectivo capítulo. Sin embargo, justificamos esta división por dos cuestiones fundamentales.

Un primer aspecto es que estas etapas comienzan con un momento de florecimiento y/o recuperación tras un período de poca o nula actividad, y otra consideración, es que en el comienzo de cada una de ellas la situación de la Astronomía española (en cuanto a medios e instalaciones) es muy distinta con respecto al comienzo de la etapa anterior.

La primera franja histórica estudiada comienza en un momento en que la Astronomía en la Península Ibérica era un referente en Europa. No había instituciones científicas, la ciencia era cultivada “de forma individual” especialmente en la Corte, con el patrocinio de monarcas. Con el fin de la Edad Media y el comienzo del Renacimiento, surgen las universidades y otras instituciones (como la Academia de Matemáticas de Madrid o la Casa de Contratación de Sevilla) en las que se fomentaría la ciencia, pero la enseñanza e investigación de la Astronomía seguía siendo, fundamentalmente, una tarea individual.

En el siglo XVIII, la situación cambiaría bastante. La Astronomía ya no interesaba solamente a personas aisladas que dedicaban su tiempo a observar los astros, anotar sus posiciones y buscar explicaciones a lo que estaban viendo. Surgen en esta época centros específicos para el estudio de los astros, un cambio bastante importante con respecto a la situación anterior. La Astronomía pasa a tener un carácter oficial. El Estado se da cuenta de que tiene fomentar esta ciencia por sus propios intereses. Primero se fundaría en 1753 el Observatorio de la Marina, con la finalidad de dar respuesta a las necesidades que planteaba la navegación en alta mar y unos años más tarde el Observatorio Astronómico de Madrid, dedicado a otro tipo de estudios astronómicos.

La tercera etapa comienza con una multiplicación en el número de observatorios, algunos de la Compañía de Jesús, en universidades, en centros de carácter privado, y también a nivel individual. Es una etapa de popularización, pero también de mejores medios, ya que la observación fotográfica entró con fuerza y empezó a desplazar a la visual.

El cuarto período estudiado, el más reciente y al que dedicaremos más atención corresponde, como ya comentamos, con el gran despertar de la ciencia en España y en particular, de la Astronomía, consiguiendo nuestro país hacerse un hueco importante en la élite mundial.

Se justifica además esta división en el análisis de las ciencias afines a la Astronomía. En la etapa pre-observatorial, las ciencias afines son la Astrología (que hoy, obviamente, ya no es una ciencia pero en aquella época sí) y la Cosmografía. En la segunda etapa que hemos considerado, la Meteorología era una tarea más de los observatorios astronómicos, además de la Geodesia. En la tercera etapa, la Geofísica (aunque sin abandonar la Meteorología) tendrá un mayor protagonismo como ciencia afín. A partir de 1971, podemos decir que se impone la especialización.

Una vez justificada la división de estas etapas comenzaremos a desarrollar cada una de ellas por separado.

CAPÍTULO I: PRIMERA ETAPA (HASTA 1753)

INTRODUCCIÓN A LA ÉPOCA PRE-OBSERVATORIAL

La Astronomía, junto las Matemáticas, son consideradas como las primeras ciencias. Las manifestaciones de la Astronomía en la Península Ibérica, al igual que en casi todos los lugares habitados del planeta desde la época prehistórica, son, en mayor o menor medida, evidentes. El estudio de estas primeras manifestaciones se ha denominado "Arqueoastronomía". En España, el cultivo de la Arqueoastronomía es reciente y son pocos los grupos que se dedican a estudiarlo en profundidad. Se han publicado algunos artículos al respecto, pero todavía hay mucho que hacer en este campo, y a buen seguro, en los próximos años, se revelarán datos interesantes.

Es por ello, por lo que nos ha parecido conveniente iniciar la Historia de la Astronomía en España, en la Edad Media y no antes. Más concretamente, hemos situado el comienzo de nuestro trabajo, aproximadamente, en los años en los que se produjo la invasión de la Península Ibérica por los árabes. Por aquel entonces, los conocimientos astronómicos eran los provenientes de la época de la Grecia clásica, que a su vez había heredado buena parte de ellos de, fundamentalmente, las civilizaciones babilónica y egipcia. Dominaba la concepción ptolemaica, con la Tierra en el centro del Universo y los planetas y el Sol girando alrededor de ella en círculos concéntricos. Para explicar las posiciones de los planetas en el cielo (esfera de estrellas fijas), éstos se movían en unos pequeños círculos denominados epiciclos. El cielo se consideraba "incorruptible", por lo que la aparición de un cometa, por ejemplo, era un fenómeno inexplicable considerado como algún "aviso divino".

El problema principal de la Astronomía de la época era la medida del tiempo. Para la Astrología (por entonces prácticamente coincidente con la Astronomía), el principal objetivo era el cálculo de las posiciones futuras de los planetas (efemérides), para determinar el futuro de un monarca o un pueblo.

En el siglo VIII los árabes conquistan la Península Ibérica. Esta civilización, en aquella época, era muy proclive al estudio de la ciencia y de la Astronomía en particular, y por lo tanto, comenzaron a difundirla en las zonas ocupadas. En la Europa medieval no se produjeron grandes avances científicos, por lo que la ciencia que se cultivaba en la Península servía posteriormente de referencia en nuestro continente.

El momento de mayor esplendor se produce, sin duda, durante el reinado de Alfonso X el Sabio (entre 1252 y 1284), el cual elaboró las famosas Tablas Alfonsinas que tuvieron validez en toda Europa durante casi dos siglos, y mandó recopilar varios textos en los *Libros del Saber de Astronomía* los cuales, aunque con un fin astrológico, contienen todo lo necesario (con descripción y uso de los principales instrumentos astronómicos) para elaborar las efemérides.

Varios estudiosos de la Historia de la Ciencia en España han trabajado esta época en profundidad. Es obligado destacar a José María Millás Vallicrosa y a Juan Vernet, creadores de una escuela de estudios árabes en la Universitat de Barcelona.

Posteriormente, tras la finalización de la Reconquista, y la expulsión de judíos y árabes de la Península, la actividad astronómica decayó. Sin embargo, desde el siglo XV en adelante, han existido una serie de personajes que han realizado trabajos de interés.

Para situar cronológicamente las aportaciones astronómicas en la Península Ibérica, permítasenos hacer una breve recopilación de los momentos históricos que vivió la Astronomía en Europa desde comienzos del siglo XVI hasta finales del XVII, produciendo una auténtica revolución tanto en la concepción del Universo como de las cuestiones a resolver, así como de sus métodos e instrumentos.

En el siglo XVI y a principios del XVII, en la actual España, los trabajos astronómicos se concentraban en los problemas que planteaba la Cosmografía. En cambio, en la región aproximadamente coincidente con la actual Alemania, Polonia y Dinamarca, se cultivaron los estudios astronómicos dedicados a la obtención de un mejor conocimiento de los movimientos de los planetas, y por tanto, a la elaboración de tablas para el cálculo de efemérides cada vez más exactas. Es en esta región, donde surgirían varios personajes que situaron a la misma en la supremacía de la Astronomía, sin olvidar también importantes aportaciones venidas desde la actual Italia.

Es obligado comenzar con la figura de Nicolás Copérnico (1473-1543). Este polaco (nacido en Torun) estudió en Cracovia, Bolonia y Padua. Estaba al tanto de los conocimientos de la Astronomía de la época gracias a las aportaciones de Regiomontano (1436-1476), que tradujo y aclaró las teorías de Ptolomeo (del siglo II) en su famoso *Epítome* publicado en 1472, y de Peuerbach (1423-1461), el cual realizó importantes comentarios a dicha obra.
Ideó un nuevo sistema planetario heliostático (que puede ser considerado como una transformación geométrica del modelo ptolemaico) en el que los planetas giran en torno a La Tierra y ésta gira alrededor del Sol. Sus trabajos astronómicos fueron difundidos en dos obras, el *Nicolai Copernici de hipothesibus motum coelestium a se constitutis comementariolus* (obra de la que se manejaron varias copias manuscritas, redactada sobre 1507 y conocida como el *Commentariolus)* y el *De revolutionibus Orbium Coelestium* (publicada de forma póstuma en 1543 por Osiander y conocida como el *De revolutionibus*). Sus ideas no sentaron bien al poder eclesiástico ya que consideraba su sistema como contrario a las Sagradas Escrituras. Sin embargo, y al margen del sentido cosmológico de su sistema (los astrónomos de la época no aceptaban el movimiento terrestre), el aparato matemático utilizado fue poco a poco ganando adeptos debido a que las posiciones obtenidas eran más exactas que las obtenidas por las Tablas Alfonsinas.

El danés Tycho Brahe (1546-1601) ideó posteriormente un nuevo sistema como alternativa al de Ptolomeo pero intentando respetar las ideas de Copérnico. Brahe propuso un sistema en el que los planetas giraban en torno al Sol y éste a su vez sobre la Tierra que permanecía inmóvil. Sin embargo, a pesar de que esta idea cayó bien entre algunos sectores del poder católico, su sistema no se llegó a desarrollar matemáticamente.

En el XVI, en la Península, podemos destacar las aportaciones de Jerónimo Muñoz, quien estudió la “nova” de 1572, deduciendo su carácter supralunar, y las de Diego de Zúñiga, quien en su obra *In Job Commentaria* (1584) hace una defensa del copernicanismo (esta obra sería declarada herética en 1616).

Situándonos ahora entre finales del siglo XVI y principios del XVII, nos encontramos con las importantes figuras de Johannes Kepler y de Galileo Galilei.

Kepler (1571-1630), basándose de las observaciones de Brahe demostró la equivalencia geométrica de los sistemas de Ptolomeo, Copérnico y Brahe e ideó un modelo distinto publicado en su *Astronomia Nova* (1609). En este sistema, el Sol se convertía en el verdadero motor de los planetas, los cuales giraban en órbitas elípticas a velocidades inversamente proporcionales a su distancia al Sol (desterrando los movimientos circulares y uniformes). Con este modelo (auténticamente heliocéntrico) elaboró las Tablas Rudolfinas (1627) en el que usó logaritmos (por lo que conocía los trabajos de Napier de 1614 y 1619) y resultaron ser de gran exactitud lo que obligó a los astrónomos europeos a considerar su sistema como el mejor.

Galileo Galilei (1564-1642) fue el primero en usar el telescopio como un instrumento astronómico en 1609 (la patente, no obstante, se debe al holandés Hans Lippershey). Pudo ver con dicho instrumento los relieves en la superficie de la Luna, una cantidad de estrellas mucho mayor que las visibles con el ojo humano y descubrió cuatro satélites alrededor de Júpiter. Estos descubrimientos fueron publicados en su obra *Sidereus Nuncius* (1610). Posteriormente descubrió las fases de Venus (refutando definitivamente el geocentrismo) y las manchas solares (confirmando la rotación solar). En este momento, ya con un nuevo modelo de universo heliocéntrico, quedaba por conocer algo no menos importante, la física que producía su movimiento.

Durante esta época en la Península, los esfuerzos seguían centrados en la Cosmografía por lo que apenas hay aportaciones de interés en Astronomía fundamental.

Desde la segunda mitad del siglo XVII en adelante, la Astronomía sería liderada principalmente por los ingleses y por los franceses, sin olvidar importantes aportaciones desde otras regiones de Europa. Una de las principales razones de esta supremacía es la creación de instituciones de fomento de la ciencia como la Royal Society (1660) y el Observatorio de Greenwich (1675) en Inglaterra, y la Academia de Ciencias (1666) y el Observatorio de París (se empezó a construir en 1667 y en 1669 Jean Dominique Cassini fue nombrado como primer director) en Francia. También fue decisiva la edición de publicaciones especializadas con las que dar a conocer más rápidamente las contribuciones científicas de cada país, (las *Philosophical Transactions* en Inglaterra y el *Journal de Savants* en Francia –ambas aparecieron en 1665-), lo que provocó una competencia positiva entre ambas naciones.

Es en la segunda mitad del siglo XVII donde surge la figura del inglés Isaac Newton (1642-1727), natural de Woolsthorpe. En esta localidad (entre 1664 y 1666) descubrió el cálculo, la teoría corpuscular de la luz y la gravitación universal. En su obra *Philosophiae Naturalis Principia Matemática* (más conocida como *Principia*) de 1687 explica por qué se produce el movimiento de los planetas en torno al Sol debido a la fuerza de la gravedad.

En esta época de finales del XVII y principios del XVIII, en la Península Ibérica, nos encontramos con figuras como las de Juan Caramuel, Vicente Mut, José Zaragoza, Juan Bautista Corachán y Tomás Vicente Tosca. Son personajes a los que se les ha denominado “novatores” ya que han pretendido “poner al día” los conocimientos matemáticos y astronómicos en el territorio peninsular, y disminuir así el atraso científico que se venía padeciendo.

Aunque está ampliamente admitido que entre los siglos XV y XVIII (ambos incluidos), apenas se ha desarrollado la Astronomía en la Península Ibérica (las Españas), trabajos recientes (y no tan recientes) indican que dicha apreciación no es correcta. Es cierto que no hemos tenido un Copérnico, un Tycho, un Kepler, un Galileo o un Newton, pero sí ha habido varias personas que han realizado trabajos de índole astronómica con cierta calidad. Las contribuciones de estas personas que ya hemos citado (Muñoz, Zaragoza, etc.) y otras, han sido estudiadas en profundidad por distintos autores, entre los que destacamos a José María López Piñero y Víctor Navarro Brotóns, creadores de la escuela de investigadores de Historia de la Ciencia en la Universitat de Valencia.

Veremos que el trabajo de índole astronómica realizado en este largo período de tiempo puede considerarse, salvo algunas excepciones, como aportaciones de tipo individual. Sin embargo, comprobaremos que estos personajes estaban ligados a algún tipo de institución que fomentaba en mayor o menor medida estudios de carácter científico, por ejemplo trabajando al servicio de la Corte o para algún mecenas, docentes en universidades (especialmente, catedráticos de astrología de la Universidad de Salamanca) y en otras instituciones como la Academia de Matemáticas (y su "heredero" el Colegio Imperial de Madrid) la Casa de Contratación o el Colegio de San Telmo en Sevilla.

Citar a todas estas personas y comentar sus trabajos sería una ingente labor al margen de nuestras pretensiones y nos alejaría de los objetivos marcados, por lo que solamente haremos una breve descripción de lo que consideramos más relevante. Para todos aquellos que deseen ampliar los conocimientos sobre la actividad astronómica en estos siglos, recomendamos la consulta de publicaciones como el *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España* (varios autores), *Historia de la Ciencia Española* (de Juan Vernet), *Ciencia y Técnica en la Sociedad Española de los siglos XVI y XVII* (de López Piñero), o la *Bibliographia Physico Mathematica Hispanica 1475-1900* (de Navarro Brotóns), entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

ABETTI, G. *Historia de la Astronomía*. Edita: Tezontle. Fondo de Cultura Económica. México. 1956. ISBN: 968-16-3823-9.

ASIMOV, I. *Historia del telescopio*. Editado por Alianza Editorial. Madrid. 1986. ISBN: 84-206-0200-0.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. *Ciencia y Técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*. Editado por Labor S.A. Barcelona. 1979. ISBN: 84-335-1723-6.

LOPEZ PIÑERO, J. M., GLICK, T. F., NAVARRO BROTONS, V. y PORTELA, E. *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*. 2 volúmenes. Ediciones Península. Barcelona. 1983. ISBN: 84-297-1954-7.

NAVARRO, V. et al. *Bibliographia physico-mathematica hispanica (1475-1900)*. Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación "López Piñero", Universitat de Valencia-CSIC. 1999. ISBN: 84-370-4219-4.

SOLÍS, C. y SELLÉS, M. *Historia de la Ciencia*. Editado por Espasa-Calpe S.A. Madrid. 2005. ISBN: 84-670-1741-4.

VERNET, J. *Historia de la ciencia española*. Lecciones de la cátedra "Alfonso X el Sabio" del Instituto de España. Impreso en Valencia. 1976. ISBN 84-500-7220-4.

ASTRONOMÍA EN ESPAÑA EN LA ÉPOCA PRE-OBSERVATORIAL

Tal como hemos comentado, al margen de algunos estudios sobre Arqueoastronomía, describiremos en este capítulo los principales hitos históricos relacionados con la Astronomía en la Península Ibérica en la época pre-observatorial, es decir, antes de la fundación del primer observatorio oficial español, el Observatorio de la Marina.

Podemos comenzar este relato en el siglo XII cuando el arzobispo Raymundo (1130-1187) creó la Escuela de Traductores de Toledo. Según Juan Vernet, esta Escuela no debería denominarse como tal ya que no se impartía magisterio. Podríamos denominarlo como un centro de mecenazgo ya que ni siquiera todos los traductores vivían en la ciudad de Toledo.
La labor de estos traductores en el siglo XII ha sido fundamental para dar a conocer en Occidente la ciencia oriental, pero también la ciencia clásica (Aristóteles, Arquímedes, Ptolomeo o Euclides).
Los traductores disponían de textos escritos en árabe y los transcribían al latín o al hebreo. Tampoco deben ser entendidos como meros transcriptores ya que solían realizar añadidos de los textos originales.
Uno de los traductores con más fama de la Escuela era Gerardo de Cremona (ca 1114-1187). Este traductor (procedente de la Península Itálica) vino a la Península Ibérica para estudiar la obra de Ptolomeo (que los árabes compilaron en el *Almagesto*). Gerardo de Cremona realizó, entre otras contribuciones, la traducción del *Almagesto* al latín y también de las *Tablas Toledanas* elaboradas por Azarquiel (ca 1029-1087) en la segunda mitad del siglo XI.

Antes de comentar las aportaciones astronómicas de Alfonso X el Sabio (1221-1284), veremos sus antecedentes, es decir, el estado de la Astronomía en la Península en aquella época. Una buena referencia para esta introducción es la obra *Las ciencias de los antiguos en Al-Andalus* de Julio Samsó (ver bibliografía).
Durante los primeros años de la invasión musulmana a la Península (la cual comenzó en el año 711), la ciencia en boga era la "heredada" de la tradición latino-cristiana y no la aportada por los invasores. En astrología, la obra de referencia era el *Libro de las Cruces*. Este libro es un manual cuyo origen se remonta, según Vernet, en la baja latinidad y que era utilizado tanto en la Península Ibérica como en el norte de África, antes de la invasión musulmana.

Sin embargo, desde finales del siglo IX en adelante, se produjo lo que Samsó denomina "Orientalización de la ciencia andalusí". Este fenómeno de introducción de novedades científicas de oriente se producía gracias a los viajes que los musulmanes realizaban con el fin de realizar sus estudios o de peregrinar a la Meca.
Desde el punto de vista astronómico, podemos destacar la labor del madrileño Maslama (mediados siglo X-1007 o 1008), el cual fundó una escuela de astrónomos andalusíes. Entre sus contribuciones están la determinación de la longitud de la estrella Calbalazada (Régulo), la adaptación de las Tablas de al-Jwarizmi (ca 780-ca 850), y sus comentarios al *Planisferio* de Ptolomeo.
De la escuela fundada por Maslama, podemos destacar a Ibn al-Saffar e Ibn al-Samh. El primero es conocido por ser autor de un tratado práctico sobre el uso del astrolabio y por la elaboración de cuadrantes solares. Del segundo, destacamos un tratado extenso sobre

el astrolabio y por la descripción del ecuatorio (por entonces un instrumento novedoso tanto en Oriente como en la Península).

Antes de continuar, debemos hacer una pequeña mención sobre Azarquiel. Este personaje era un artesano especializado en la construcción de instrumentos astronómicos y fue el principal artífice de unas nuevas tablas astronómicas (Tablas de Toledo). Escribió un "Almanaque", un tratado sobre la azalea (instrumento universal que a diferencia del astrolabio no necesita una lámina adaptada a la latitud del lugar), y dos tratados sobre el ecuatorio.
También se le atribuye a Azarquiel la construcción de la clépsidra de Toledo (grandes estanques a orillas del Tajo que indicaban la edad y fases de la Luna, y las horas del día y de la noche) que estuvo en uso hasta el año 1134. Debido al empuje cristiano, tuvo que refugiarse en Córdoba y Sevilla, y sabemos que continuaba realizando observaciones astronómicas a finales del siglo XI.

SIGLO XIII
En la zona musulmana (los cristianos habían conquistado Toledo en el año 1085) la investigación científica se trasladaría hacia el Sur.
Entre los cultivadores de la Astronomía podemos destacar a Abu-l-Salt de Denia, y a Ibn al-Nattah, los cuales realizaron sendos trabajos sobre el uso del astrolabio. El primero, además, elaboró un tratado sobre el ecuatorio.
El sevillano Yabir b.Aflah escribió *Islah al-Mayisti*. En dicha obra dice sobre Ptolomeo que éste realizó sus observaciones con cuatro instrumentos (armilla meridiana, triquetrum, armilla equinoccial y esfera armilar). Por el contrario, Yabir propone realizar dichas observaciones con un único instrumento (del que no da un nombre) pero que sería semejante al torquetum de tradición europea.
También de este siglo, en la España musulmana, destacamos la aparición de una escuela aristotélica con el fin de intentar dar una realidad física a los modelos planetarios ptolemaicos. El líder de esta escuela sería Ibn Bayya (Avempace). Algunos de los seguidores de esta escuela fueron Maimónides o Averroes.

En la zona cristiana, la actividad científica alcanzaría un gran auge con la Escuela de Traductores de Toledo. Podemos decir que el punto álgido de la Escuela se alcanzó durante el reinado de Alfonso X El Sabio. Este rey de Castilla mandó traducir al castellano (no al latín) distintas obras y, asimismo, hizo elaborar unas tablas astronómicas también en castellano (las Tablas Alfonsíes). Estas tablas fueron redactadas por Judá ben Mosé e Ishaq ben Sid, partiendo del 1 de enero de 1252 (año de su coronación) y tomando como base el meridiano de Toledo (que se fijó en 41º). Estas tablas estuvieron basadas en las Tablas Toledanas de Azarquiel que fueron mejoradas al hacerlas independientes de los calendarios cristiano y musulmán. Su difusión fue tal que se realizaron adaptaciones al latín en Francia (tomando como base el meridiano de París) y en Inglaterra (tomando como base el meridiano de Oxford). Además, la Reforma Gregoriana está basada en la longitud del año trópico determinado por Alfonso X y contribuyó a fijar el 1 de enero y no el 1 de marzo, como hasta entonces era habitual, como principio del año.
Estas Tablas fueron válidas hasta que se comprobó que las efemérides calculadas mediante las teorías de Copérnico se correspondían mejor con las observaciones que con las dadas en las Tablas Alfonsíes. Dichas Tablas fueron mejoradas en precisión por las Tablas Pruténicas de Reinhold en 1551 y más tarde por las Tablas Rudolfinas de

Kepler en 1627, aunque en la Península Ibérica se siguieron elaborando las Tablas Alfonsinas durante algún tiempo más.

Pero Alfonso X no es conocido solamente por sus Tablas, sino que recopiló todo el conocimiento existente en Astronomía en los *Libros del Saber de Astronomía*. Veremos a continuación, algunos comentarios de la edición más conocida de esta obra (la de Manuel Rico y Sinobas) realizados por Julio Samsó.

Comenta este autor que los *Libros del Saber de Astronomía* son una colección de tratados (principalmente sobre la construcción y uso de instrumentos astronómicos) cuya aplicación principal era el cálculo de posiciones de los astros para la elaboración de horóscopos.
Comienza con el *Libro de las Estrellas Fixas* (también denominado *IIII Libros de la Ochaua Espera*), el cual contiene un catálogo de estrellas, constelación por constelación.
Continúa con una colección de tratados sobre calculadores analógicos cuyo fin es resolver gráficamente problemas de Astronomía. Dichos tratados son:

- Libro de la fayçon de la espera ó Libro dell alcora: Trata sobre la esfera celeste, en la que se representan el ecuador, la eclíptica, los polos de ambos círculos máximos, los círculos máximos de longitud que pasan por los principios de los signos zodiacales y la proyección de algunas estrellas.
- Libro del astrolabio redondo: Trata de una esfera celeste en la que se superpone una araña giratoria que lleva la proyección de varias estrellas (el giro representaría la rotación aparente del cielo).
- Libros del astrolabio llano: Trata sobre la construcción y uso del astrolabio llano (calculador analógico más habitual en la Edad Media). Este instrumento es resultado de una proyección estereográfica de la esfera celeste en el plano del ecuador, con punto de vista en el polo Sur. Es como un mapa del cielo con araña giratoria en la que aparece la proyección de la eclíptica y de un número reducido de estrellas.
- Los dos Libros de las armellas: Son dos tratados sobre la construcción y el uso de la esfera armilar. Este instrumento es una colección de anillos graduados que, convenientemente ensamblados, representan los principales círculos imaginarios que constituyen los planos de referencia en la esfera celeste.
- Libros de las láminas de los siete planetas: Tratan sobre los ecuatorios, instrumentos que ofrecen una solución práctica al problema del cálculo de longitudes planetarias (imprescindibles en la elaboración de horóscopos). Los autores de las obras originales son dos astrónomos andalusíes: Ibn al-Samh y Azarquiel.
- Libro del cuadrante para rectificar: Tratado sobre el cuadrante con cursor.
- Libro del relogio de la piedra de la sombra: Trata sobre el cuadrante solar horizontal, de tradición helenística.
- Libro del relogio del palacio de las oras: En este tratado se describe una estructura cilíndrica cubierta por una cúpula semiesférica, en la que las horas se pueden medir de dos formas diferentes. En una de ellas, se describe que la luz del Sol marca las horas al atravesar doce ventanas situadas en el muro vertical de planta circular. En la otra, la luz entra por orificios situados en la cúpula.
- Libro del relogio dell agua: Trata sobre una clépsidra (reloj de agua) que consta de dos depósitos conectados mediante un sifón (en el que mientras uno se va llenando el otro se va vaciando y viceversa).

- Libro del relogio del argent uiuo: Trata sobre una clépsidra de circuito cerrado en la que el agua ha sido sustituida por el mercurio.
- Libro del relogio de la candela: Trata sobre una vela graduada que va marcando las horas según se va consumiendo.

Esfera armilar. Cortesía del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

Comenta Julio Samsó que solamente cotejando con el original árabe se puede saber si una obra de Alfonso X es una traducción o es una obra original. Todavía a día de hoy están apareciendo fuentes árabes que pueden cambiar nuestra visión de forma radical. Así, señala Samsó, se consideran a día de hoy obras originales alfonsíes, el Libro del cuadrante para rectificar y los libros relativos a las dos clépsidras, al reloj de candela y al reloj del palacio de las horas.
Comenta también el mismo autor, que fuera de los *Libros del Saber de Astronomía*, son originales de Alfonso X, el Tratado del cuadrante sennero y las Tablas Alfonsíes.

Posteriormente al siglo XIII (y hasta mediados del siglo XVIII en el que se instala el primer observatorio profesional en España), la actividad de la astrónomos de la Península Ibérica ha sido, como señalan algunas investigaciones recientes, más frecuente de la que en un principio se creía.

SIGLO XIV

En la zona musulmana (reino nazarí de Granada), el cultivo de la Astronomía no tiene en este siglo (y en el siguiente) una relevante actividad. Podemos destacar a Hasan b. Muhammad b. Baso, astrónomo al servicio de la mezquita, el cual fue constructor de varios instrumentos astronómicos. También señalamos a Ibn al-Raqqam, de origen murciano, el cual es autor de una obra sobre cuadrantes solares y de dos tablas astronómicas, en las que toma como referencia la ciudad de Granada.

En cuanto a la zona cristiana, en este siglo, la actividad astronómica más relevante la encontramos en los territorios de la Corona de Aragón.

Entre finales del siglo XIII y principios del XIV podríamos citar a Ramón Jul (-1315), el cual describió un instrumento denominado "astrolabium nocturnum" o "sphera horarum noctes". Dicho instrumento sirve para determinar la hora durante la noche y se describe en su obra *Nova Geometria*.

Los reyes de la Corona de Aragón, Jaime II, Alfonso IV y Pedro el Ceremonioso fomentaron las observaciones astronómicas. Bajo el mandato de este último, Bartomeu de Tresbéns escribe *Tractat d´Astrologia* en catalán, y se elaboran unas Tablas Astronómicas (conocidas como Tablas de Barcelona o Tablas de Pedro el Ceremonioso) gracias al trabajo de Pere Gilbert, Dalmau Ses Planes y Jacob Corsuno.

A finales de este siglo, también podemos destacar algunas notas de Cosmografía y Astronomía que aparecen en el *Atlas catalán* atribuido al mallorquín Cresques Abraham.

SIGLO XV

La primera mitad de este siglo introduce pocas novedades en materia astronómica en la Corona de Castilla. Podemos destacar la elaboración del *Tratado de Astrología* atribuido a Enrique de Villena (1384-1434).

En la segunda mitad del siglo, la Astronomía coge un poco de auge en Castilla. Destacamos al cosmógrafo Jaime Ferrer de Blanes (que vivió entre los siglos XV y XVI) cuya principal aportación fue su intervención con respecto al Tratado de Tordesillas (firmado en 1494) en el que se establecía una línea divisoria entre las jurisdicciones española y portuguesa. Dicha línea se estableció a 370º al Oeste de Cabo Verde y Ferrer contribuyó al cálculo de la citada división.

Sin embargo, la figura más relevante en la segunda mitad de este siglo es sin duda, la de Abraham Zacuto.

Abraham Zacuto (ca 1450- ca 1510). Salmantino, dio clases en la Universidad de Salamanca y se ha discutido mucho si ocupó o no la cátedra de astrología (parece ser que impartía el quadrivium, es decir, las cuatro ciencias pitagóricas: Aritmética, Astronomía, Geometría y Música).

En Salamanca publicó su obra *Hibbur ha-gadol* (*Compilación Magna*) sobre 1473. Esta obra fue traducida al castellano por Juan de Salaya en 1481, el cual ocupó la cátedra de astrología en Salamanca desde 1464 hasta 1469 (posteriormente ocupó la de lógica). Tras la muerte de su protector en Salamanca, el obispo Gonzalo de Vivero, Zacuto trabajó algún tiempo en Extremadura bajo las órdenes de Juan de Zúñiga. Allí escribió *Tratado de las influencias del cielo*, una obra de astrología médica.

Con motivo de la expulsión de los judíos en 1492, Zacuto tuvo que marcharse a Portugal donde fue nombrado Astrónomo Real. Su discípulo, José Vicinho, publicó su obra *Almanach Perpetuum* (Almanaque Perpetuo), el cual se trata de un resumen de su Compilación Magna al que le añade las efemérides del Sol, la Luna y los planetas.

Posteriormente también tuvo que marcharse de Portugal para escapar de las conversiones forzosas, realizando un periplo por las actuales Túnez, Turquía y Siria. Comenta López Piñero, que el *Almanach Perpetuum*, aparte de su contribución a la ciencia de los astros, permitía aplicaciones de tipo astrológico y cronológico, pero que la gran contribución de esta obra es la introducción de las observaciones astronómicas en el "Arte de Navegar".
En la Corona de Aragón, durante este siglo, podemos destacar la elaboración de calendarios populares. Entre ellos, el *Lunario* de Bernat de Granollachs y el *Repertorio de los tiempos* de Andrés de Li. Años más tarde, Sancho de Salaya (hijo de Juan de Salaya), que al igual que su padre ocupó la cátedra de astrología de Salamanca, corrigió y añadió contenidos en ambas obras.

SIGLO XVI
La actividad astronómica en este siglo es muy prolífica en la Península Ibérica. Alonso (o Alfonso según las fuentes) de Córdoba, además de corregir una de las ediciones del *Almanach Perpetuum*, realizó un comentario sobre las Tablas Alfonsinas, y publicó las *Tabulae Astronomice* en 1503, dedicadas a Isabel la Católica. Estas tablas fueron citadas en el *Commentariolus* de Copérnico.
En cuanto a obras sobre instrumentación astronómica destacan las de Juan Martín Población y Francisco Sarzosa (Sarzoso o Zarzoso según las fuentes), ambos formados en París.
Juan Martín Población, médico y astrólogo valenciano, publicó *De usu astrolabi* en 1526. Esta obra fue reeditada nueve veces, lo que indica que fue bien valorada.
Francisco Sarzosa, sacerdote aragonés, elaboró un trabajo sobre el ecuatorio planetario en 1526.

Imagen de un astrolabio. Cortesía del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

También destcamos en este siglo las figuras de Juan de Rojas Sarmiento, Juan Aguilera, Jerónimo Muñoz y Diego de Zúñiga.

Juan de Rojas Sarmiento, formado en Flandes, publicó *Commentarium in astrolabium, quod planisphaerium vocant* en 1550, en el que da a conocer la proyección ortográfica en Europa.

Juan Aguilera, catedrático de astrología en la Universidad de Salamanca desde 1551 hasta 1560, publicó *Canones astrolabii universalis* en 1554. Se cree que gracias a este personaje se incluyó en los Estatutos de la universidad salmantina en 1561 la posibilidad de la enseñanza de las teorías copernicanas (posiblemente la primera en Europa que lo hiciera). Aunque en principio se creía que no se impartían estas enseñanzas, investigaciones recientes hacen pensar que sí se enseñaba a Copérnico. Entre 1561 y 1576 se encargó de la cátedra de astrología a Hernando de Aguilera, del que no conocemos ninguna obra original.

Jerónimo Muñoz (ca 1520-1592). Natural de Valencia, enseñó clases de Astronomía en la Universitat de Valencia y posteriormente en la de Salamanca (entre 1578 y 1592) donde introdujo las ideas copernicanas. Estudió la supernova de 1572 (la misma que atrajo la atención de Tycho Brahe) escribiendo el *Libro del nuevo cometa*. Dicha publicación le ocasionó bastantes problemas con los teólogos de la época. Por dicha razón dejó de publicar y últimamente se están recuperando manuscritos que circularon entre sus discípulos de confianza. Baste como ejemplo de dicha recuperación, la publicación por parte del catedrático de Historia de la Ciencia, Víctor Navarro Brotóns, de una obra inédita suya *Introducción a la Astronomía y la geografía*.
Muñoz demostró, calculando su paralaje, que la supernova (a la cual denomina erróneamente cometa) no podía ser un objeto "sublunar" lo que contradecía el postulado aristotélico de la incorruptibilidad de los cielos. Contribuyó pues a que las supernovas y los cometas fuesen considerados como un fenómeno astronómico y no meteorológico (la "meteorología" aristotélica estudiaba los fenómenos atmosféricos del mundo "sublunar" o terrestre, y consideraba a los cometas como parte de su estudio).
Esta obra fue ampliamente divulgada en Europa, e incluso Tycho Brahe, que también estudió el fenómeno, hace referencia a él en sus trabajos.

Por su parte, Diego de Zúñiga (ca 1536- ca 1600) redactó la obra *In Job Commentaria* (1584) en el que señalaba que las teorías de Copérnico explicaban mejor el movimiento de los planetas y otros fenómenos astronómicos, y que estas teorías no se contradecían con las Sagradas Escrituras. A pesar de esta última aseveración, dicha obra fue expurgada por la Inquisición en el siglo XVII.

De esta época, podemos citar también a Bernardo Pérez de Vargas (el cual escribió *Fabrica del Universo*), Simón Tovar –o Tobar- (médico que escribió una obra sobre la ballestilla), Juan Terrén (autor de dos lunarios –calendarios- publicados en Zaragoza en 1511 y 1557) y Victoriano Zaragozano (autor de numerosos lunarios calculados para el meridiano de Zaragoza después de realizar una adaptación del *Repertorio de los tiempos* de Joan Alemany. En la actualidad los almanaques agrícolas reciben la denominación de Calendario Zaragozano en su honor), Juan Gil (autor del manuscrito *Tablas de las igualaciones de los planetas, con un tratado de la utilidad de las matemáticas* que se

conserva en el Escorial) y Diego Fillera (autor de *Discursos Matemáticos*, se dedicó a las Matemáticas, Astronomía y Cronología).

Pasemos a continuación a tratar aportaciones a la Cosmografía, disciplina ligada a las observaciones astronómicas y basada en versiones de la *Esfera* de Sacrobosco. En la Península se editaron en latín, versiones de Pedro Sánchez Ciruelo (1505) y de Pedro Espinosa (1560). Jerónimo de Chaves, que fue el primer catedrático de Arte de la Navegación y Cosmografía de la Casa de Contratación de Sevilla, publicó la primera versión comentada en castellano en el año 1552. Otras versiones castellanas se deben a Rodrigo Sáenz de Santayana (1565) y de Ginés de Rocamora (1599).
Hay que recordar la gran importancia de la navegación en aquella época para la economía, debido al enorme movimiento de personas y mercancías desde la Península Ibérica a las "posesiones" en América. De hecho, una de las misiones de la Casa de Contratación de Sevilla (institución creada para controlar la actividad comercial con América) fue la de instruir a los navegantes mediante la creación de la cátedra de Arte de la Navegación y Cosmografía.

Las figuras más importantes de este siglo en Cosmografía son a nuestro juicio las de Pedro de Medina, Martín Cortés y Rodrigo Zamorano.

Pedro Medina y Martín Cortés publicaron dos tratados (en 1545 y 1551, respectivamente), que fueron textos de referencia de la disciplina en Europa. En sus obras señalan los fundamentos astronómicos para la determinación de la latitud (mediante la altura del Sol por el día y de la Estrella Polar –o la Cruz del Sur- durante la noche), así como las técnicas de manejo de cartas marinas, brújulas y otros instrumentos de navegación.

Rodrigo Zamorano fue titular de la cátedra del Arte de Navegar y Cosmografía y Piloto Mayor de la Casa de Contratación de Sevilla. En 1582 dio a conocer su *Compendio de la arte de navegar* en el que utilizó el valor que dio Copérnico a la declinación máxima del Sol (23º 28´) y las Tablas Pruténicas (elaboradas por Erasmus Reinhold usando el modelo de Copérnico y que vieron la luz en 1551). Publicó también *Cronología y Repertorio de la razón de los tiempos* (en 1585) y elaboró el manuscrito *Discurso sobre el cometa que se vio en el año de 1593* (el cual se encuentra en la Academia de la Historia ubicada en Madrid).

Otros cosmógrafos que podemos citar son: Jerónimo Girava (autor de *Dos libros de Cosmographia* con una parte introductoria de Astronomía), Pedro Ambrosio de Onderiz (enseñó Cosmografía y Matemáticas en la Academia de Matemáticas que fundó Felipe II conservándose algunos manuscritos sobre sus lecciones), Diego Pérez de Mesa (profesor de Matemáticas en Alcalá y Sevilla que escribió un libro que no se publicó titulado *Comentarios de Sphera*), Andrés de San Martín (destacada su labor como cosmógrafo en la famosa expedición de Magallanes), y Alonso de Santa Cruz (elaboró numerosos mapas e instrumentos para la navegación y escribió *Libro de las longitudes* en el que estudia los distintos métodos que por entonces se usaban para el cálculo de la longitud en alta mar).

En el aspecto de la instrumentación astronómica, como bien es sabido, el anteojo (como objeto curioso y no como instrumento científico) se inventó en varios lugares al mismo tiempo. Uno de esos lugares fue la Catalunya de finales del siglo XVI. Los autores de

los anteojos son los hermanos Roget, los cuales han sido mencionados por Girolamo Sirturo (un seguidor de Galileo) en su obra *Telescopium, sive ars perficiendi novum illud Galilaei visorium innstrumentum ad sydera* (1618). Además, existen documentos de esta época en el Archivo de Protocolos de Barcelona en los que se cita la existencia de este tipo de instrumentos.

Pero el siglo XVI también trajo consigo la reforma gregoriana del calendario. La disciplina científica que trataba sobre el cómputo del tiempo se denomina Cronología y su relación con la Astronomía es evidente.
Como obras de Cronología previas a la reforma del calendario podemos citar varias de los catedráticos de astrología de Salamanca, como el *Additamentum* de Rodrigo Basurto a finales del siglo XV.
Ya en el siglo XVI, Antonio de Nebrija (1444-1522) redactó *De ratione calendarii* (sobre 1515) y *Tabla de la diversidad de los días y horas y partes de hora en las ciudades, villas y lugares de España y otros de Europa, que les responden por sus paralelos* (1517). Nebrija (que tuvo como maestro de Matemáticas en la Universidad de Salamanca a Nicolás Polonio –o Apolonio- uno de los primeros catedráticos de astrología de Salamanca), aunque era más conocido como filólogo, escribió además la obra de carácter astronómico *Cosmografía* y midió el grado de meridiano terrestre entre Mérida y Salamanca.
Juan Ginés de Sepúlveda (1490-1573), discípulo de Nebrija, redactó *De correctione anni et mensium romanorum* sobre 1535.
Poco antes de la reforma, Juan Salom, un valenciano que residía en Roma publicó *Emendationes romani Kalendarii* (1572). Anteriormente, en 1554, Jerónimo de Chaves había preparado el tratado *Cronographia*.
En el proyecto de reforma del calendario participaron principalmente tres autores, el italiano Luigi Lilio, el español Pedro Chacón y el alemán Christoph Klau (Clavius). Tras el fallecimiento de Lilio (en 1576) y de Chacón (1581), Clavius redactó el texto definitivo. El papa Gregorio XIII sancionó el proyecto en 1582.
Tras la reforma surgieron varias publicaciones en las que se comentaba y explicaba el nuevo calendario. Destacamos la obra *Traducción del calendario gregoriano del latín al español con adiciones y comentarios* de Francisco Vicente de Tornamira en 1591 (Tornamira es autor también de *Cosmografía y Repertorio de los tiempos a lo moderno* editada en 1585 en Pamplona).
Además, la novena edición de la obra *Cronographia* de Jerónimo de Chaves aparecería ya corregida al nuevo cómputo en 1584.

SIGLO XVII
En 1625 en los Estatutos de la Universidad de Salamanca se ordenaba leer a Copérnico y las Tablas Prunéticas de Reinhold. Sin embargo, el proceso de Galileo en 1633 impidió que se llevara a la práctica.

En principio parecía que este siglo iba a ser favorable para el desarrollo de la Astronomía en España, dadas las importantes contribuciones de astrónomos en otros lugares de Europa (Kepler, Galileo, etc.) al comienzo del mismo. Sin embargo, el pensamiento contrario de la Inquisición al copernicanismo frenó este avance. No obstante, encontramos en esta etapa aportaciones como las de Benito Daza de Valdés, Vicente Mut, José de Zaragoza y Juan Caramuel.

Benito Daza de Valdés (1591-?), Notario del Santo Oficio de la ciudad de Sevilla, atraído por los trabajos de Galileo, publicó *Uso de los Anteojos* (1623), en él se describe el uso de las lentes para corregir defectos de la visión. En esta obra se informa que en Sevilla se construían anteojos.

Vicente Mut (1614-1687), mallorquín, mantuvo contactos con otros astrónomos europeos como Kircher y Riccioli. Se comenta de él que sus observaciones eran de gran precisión, destacando sus cálculos de la trayectoria del cometa de 1664.

José de Zaragoza (1627-1679), cuya figura ha sido estudiada por Armando Cotarelo Valledor, puede considerarse discípulo de Mut. Ha destacado por sus observaciones del cometa de 1667. En 1670 publicó su obra *Astronomía Nova*. Construyó catorce instrumentos astronómicos (ayudado por el Padre Andosilla y por Bartolomé Alcázar) escribiendo en 1675 un libro para el manejo de los mismos: *Fábrica y uso de varios instrumentos matemáticos*. Además, en ese mismo año, publicó su obra de carácter divulgativa *Esfera en común celeste y terráquea*.

Juan Caramuel Lobkowitz (1606-1682), publicó varios trabajos de Física y Astronomía entre 1638 y 1644 a saber: *Coelestes Metamorphoses* (1639), *Mathesis Audax* (1642), *Sublimium ingeniorum crux* (1642), *De novem syderibus circa Jovem visis* (1643), *Solis et artis adulteria* (1643) y *De perpemdiculorum inconstantia* (1643).

Otros personajes que pueden ser citados son: Antonio Bordázar de Artazu (quien participó en las tertulias y academias valencianas y entre sus manuscritos, conservados en la Biblioteca Mayansiana, se encuentran tablas cronológicas y astronómicas), Jacobo Kresa (austríaco, se trasladó a España para desempeñar la cátedra de Matemáticas del Colegio Imperial de Madrid y realizó observaciones de un eclipse de Luna en 1678 que fueron utilizadas por el astrónomo francés Jean Dominique Cassini), Vicente de Lastanosa (disponía en su biblioteca-museo de Huesca de anteojos de larga vista), Hugh Sempill (escocés, se trasladó a Madrid para ocupar el puesto de rector del Seminario de Escoceses y en 1635 publicó *De mathematicis disciplinis* en el que dedica algunos capítulos a cuestiones astronómicas) y Alonso de Zepeda (militar español, autor del trabajo: *Discurso del cometa que se manifestó el año pasado de 1680*).

Entre los cosmógrafos destacamos a Andrés García de Céspedes y Juan Cedillo Díaz. Del burgalés García de Céspedes, destaca entre sus obras *Regimiento de Navegación* (1606) en la que se describe información sobre las observaciones astronómicas realizadas por españoles durante aquellos años, indicando incluso qué instrumentos, métodos y técnicas se habían utilizado. Este autor no discutía si las teorías de Copérnico eran mejores o peores, sólo le importaba resolver los problemas de la navegación sin preocuparse de filosofar con las conjeturas. Sugirió también la construcción de un gran observatorio astronómico en El Escorial pero dicha idea no se llevó a cabo.
Juan Cedillo Díaz, que sustituyó a García de Céspedes como cosmógrafo mayor del Consejo de Indias, elaboró varios manuscritos sin publicar ninguna obra (es posible que temiera consecuencias). Algunos de sus trabajos son originales, pero también realizó traducciones (como del *De revolutionibus* de Copérnico, posiblemente sobre 1612). Entre las observaciones astronómicas de Cedillo, están las del cometa de 1618 (junto con un grupo de colaboradores), las de la Luna en 1619 (para el cálculo de su tamaño aparente), o las de Marte de 1623 (también para el cálculo de su tamaño aparente). Uno de sus discípulos, Juan Bautista Vélez, escribió un manuscrito en el que contiene una

traducción comentada de los seis primeros libros del Almagesto de Ptolomeo y se da una visión del estado de la Astronomía en España a mediados del siglo XVII.

Otros cosmógrafos que pueden ser citados son: Juan Carlos Andosilla (que fue cosmógrafo real y catedrático de Matemáticas en el Colegio Imperial de Madrid, y realizó observaciones del cometa de 1682 aunque sus resultados no se publicaron), Pedro Hurtado de Mendoza (autor de *Espejo Geográfico*, un compendio de Cosmografía en el que se citan los esfuerzos de Christian Huygens para resolver el problema del cálculo de la longitud en el mar con el uso de péndulos), Michael Florent van Langren (holandés, cosmógrafo y matemático al servicio del rey de España, trabajó en el problema del cálculo de la longitud en alta mar con un método basado en las fases de la Luna).

SIGLO XVIII

Entre finales del siglo XVII y principios del XVIII podemos citar los trabajos de José Cassani (1673-1750) y de Pedro de Ulloa (1663-1721). Cassani, nombrado maestro de Matemáticas de los Reales Estudios del Colegio Imperial de Madrid (puesto que ocupó desde 1701 hasta 1731), observó el eclipse total de Luna del 22 de febrero de 1701, así como el cometa de 1702 y el eclipse de Sol del 12 de mayo de 1706. Abandonó los estudios astronómicos hasta 1737 en el que estudia un cometa y publica *Tratado de la naturaleza, origen y causas de los cometas*, aunque parece ser que esta obra la compuso en 1703. Pedro de Ulloa, impartió Matemáticas en el Colegio Imperial, fue cosmógrafo mayor del Consejo Supremo de las Indias y realizó observaciones astronómicas con Cassani. Sólo se le conoce una obra de Matemáticas publicada en 1706, *Elementos Matemáticos*, en el que introduce en España, al parecer por primera vez, la geometría analítica de Descartes.

A finales del siglo XVII (y principios del XVIII), en Valencia, cultivaron los temas matemáticos y astronómicos Juan Bautista Corachán y Tomás Vicente Tosca.

Juan Bautista Corachán (1661-1741) era uno de los asiduos a las tertulias y academias científicas de Valencia. Obtuvo la cátedra de Matemáticas de la Universitat de Valencia en la que dio lecciones de Astronomía fuera de programa. Tiene una publicación de Astronomía sobre el paso del cometa de 1682 (cometa Halley) y diversos manuscritos que no fueron publicados en su momento sobre sistemas astronómicos, elipses keplerianas (según versión de Bouilleau-Ward), cronología, tablas astronómicas, meteoros, así como sobre instrumentos ópticos.

Tomás Vicente Tosca (1651-1723), al igual que Corachán, se instruyó en las tertulias y academias científicas valencianas de la mano de Félix Falcó de Belaochaga. Publicó *Compendio Mathematico*, una obra de carácter enciclopédica de las que estaba en boga en Europa en la segunda mitad del siglo XVII. En esta obra, hay un amplio tratado de Astronomía.

Pero quizá, las contribuciones más notables en España en este siglo XVIII han sido las proporcionadas por Jorge Juan y Santacilia (1713-1773) y Antonio de Ulloa (1716-1795).

Jorge Juan y Antonio de Ulloa adquirieron notoriedad con la expedición organizada por la Academia de Ciencias de París, que comenzó en 1734, y que fue dirigida por La Condamine y Bouguer (fundador de la fotometría junto a Lambert) al territorio del

actual Ecuador (por aquel entonces dentro del Virreinato de Perú), con el fin de medir el grado meridional terrestre en el ecuador y tratar de calcular el achatamiento de La Tierra (la Academia francesa organizó una expedición similar a Laponia). Al regreso de la expedición, ambos publicaron los resultados de los trabajos en la obra *Observaciones astronómicas y phisicas* (1748). Gracias a la calidad científica adquirida por Jorge Juan, fue comisionado a Inglaterra para, entre otras actuaciones, adquirir instrumental astronómico para el nuevo Observatorio Astronómico de la Marina, del cual había sugerido su creación a la vuelta de su viaje por tierras americanas.

Aunque, como ya hemos visto, en el pasado ya se habían realizado trabajos de Geodesia, es también en este siglo XVIII cuando se forman geodestas españoles con astrónomos franceses. El detonante fue la medida de prolongación del arco de meridiano desde Dunkerke hasta Barcelona que fomentó la Academia de Ciencias de París. La Academia encargó estos trabajos (que transcurrieron entre 1792 y 1798) a los astrónomos Delambre y Mechain. En la zona española quién trabajó fue Mechain ayudado por Tranchot. Asimismo, el gobierno español nombró para ayuda de éstos, a Bueno (capitán de ingenieros), González y Planes (teniente de navío), Álvarez (alférez de navío) y Chaix.

BIBLIOGRAFÍA

ALFONSO X, REY DE CASTILLA. *Libros del Saber de Astronomía del rey Alfonso X*. Volumen 1: Estudios y transcripción (Manuel Sánchez Mariana, Ana Domínguez y Julio Samsó). Volumen 2: Facsímil (reproducción facsimilar del ejemplar BH MSS 156 conservado en la Biblioteca Histórica de la Universidad Complutense de Madrid. ISBN 84-395-8305-2.

COTARELO VALLEDOR, A. *El P. José de Zaragoza y la Astronomía de su tiempo*. Editado en Madrid en 1935. Patrocinado por la Asociación Nacional de Historiadores de la Ciencia Española.

ESTEBAN PIÑEIRO, M. *La Astronomía en la España del primer tercio del siglo XVII*. Recogido en: Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 2007. Impreso en el Instituto Geográfico Nacional. Madrid. 2006. ISBN: 84-4160249-2.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. *Ciencia y Técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*. Editado por Labor S.A. Barcelona. 1979. ISBN: 84-335-1723-6.

LOPEZ PIÑERO, J. M., GLICK, T. F., NAVARRO BROTONS, V. y PORTELA, E. *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*. 2 volúmenes. Ediciones Península. Barcelona. 1983. ISBN: 84-297-1954-7.

LÓPEZ PIÑERO, J. M., NAVARRO, V. y PORTELA, E. *Materiales para la Historia de las Ciencias en España: S. XVI-XVII*. Editado por Pre-Textos. Valencia. 1976. ISBN: 84-85081-00-5.

NAVARRO, V. et al. *Bibliographia physico-mathematica hispanica (1475-1900)*. Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación "López Piñero" (Universitat de Valencia-CSIC). 1999. ISBN 84-370-4219-4.

SAMSÓ, J. *Las ciencias de los antiguos en Al-Andalus*. Editorial Mapfre. Madrid. 1992. ISBN: 84-7100-301-5.

SAMSÓ, J. y CÁTEDRA, P. M. *Tratado de Astrología atribuido a Enrique de Villena*. Editorial Humanitas. Barcelona. 1983. ISBN: 84-86003-11-3.

SELLÉS, M. *Astronomía y Navegación en el siglo XVIII*. Editado en Madrid por Ediciones Akal S. A. 1992. ISBN: 84-7600-776-0 (Tomo XXV).

SOLÍS, C. y SELLÉS, M. *Historia de la Ciencia*. Editado por Espasa-Calpe S.A. Madrid. 2005. ISBN: 84-670-1741-4.

TOMEO LACRUÉ, M. *Biografía científica de la Universidad de Zaragoza*. Edita: Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. 1962. D.L. Z1656-1962.

VARELA, M. *José de Mendoza Ríos y la Royal Society de Londres (1792-1816)*. En: Actas de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España 1753-2003.

VERNET, J. *Historia de la ciencia española*. Lecciones de la cátedra "Alfonso X el Sabio" del Instituto de España. Impreso en Valencia. 1976. ISBN 84-500-7220-4.

VERNET, J. *Lo que Europa debe al Islam de España*. 1999. Edita: Quaderns Crema S.A. ISBN: 84-930657-2-2.

VV. AA. *La Real Academia de Ciencias 1582-1995*. Editado en Madrid por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 1995. ISBN: 84-87125-29-8.

TABLA RESUMEN PRIMERA ETAPA

Como punto final a este capítulo, veamos la siguiente tabla con los hechos más relevantes de la Astronomía en general y la española en particular entre finales del siglo XV hasta principios del siglo XVIII

HITOS DE LA ASTRONOMÍA	CONTRIBUCIONES ESPAÑOLAS
1472. Regiomontano (Johann Müller Königsberg) publica *Epítome* una traducción y ampliación de las teorías de Ptolomeo. Esta obra contiene importantes comentarios de Georg von Peuerbach	
	1496. Se publica el *Almanach Perpetuum* de Abraham Zacuto.
1514. Nicolás Copérnico escribe el *De revolutionibus orbium coelestium* donde manifiesta sus teorías sobre el movimiento de los planetas. Se publicó en 1543 de forma póstuma	
	1561. Los Estatutos de la Universidad de Salamanca permiten la lectura de Copérnico.
1572. Tycho Brahe estudia la "nova" aparecida ese año.	1572. Jerónimo Muñoz hace lo propio desde Valencia e indica que se trata de un objeto supralunar.
1576. Brahe inicia la construcción de Uranibourg en la isla de Hven (primer observatorio astronómico moderno) y comienza una serie de observaciones exhaustivas (especialmente sobre Marte) de las que se serviría posteriormente Johannes Kepler para enunciar sus leyes.	
1577. Brahe calcula la paralaje del cometa aparecido ese año y concluye que es un objeto supralunar.	
1584. Giordano Bruno defiende el sistema copernicano. Por ello, morirá en la hoguera en 1600.	1584. Diego de Zúñiga publica *In Job Comentaría* en la que defiende las teorías de Copérnico. Sería declarada herética en 1616.

1596. David Fabricio descubre la 1ª estrella variable (Mira)	
1609. Kepler publica *Astronomia Nova* donde están incluidas las dos primeras leyes que rigen el movimiento de los planetas. -Galileo Galilei usa el anteojo por vez primera como instrumento astronómico.	
1610. Galileo publica *Sidereus Nuncius*	
1613. Galileo publica sus estudios sobre manchas solares.	
1619. Kepler publica *Harmonice mundi* y *Epitome astronomiae coperniae* que incluye la tercera ley del movimiento planetario.	
1627. Kepler publica las Tablas Rudolfinas	
1635. Henry Gellibrand descubre la declinación magnética.	
1639. Jeremiah Horrocks estudia por vez 1ª un tránsito de Venus.	
	1649. Vicente Mut publica su primera obra *De sole alfonsino restituto*, un estudio sobre el diámetro del Sol, su paralaje y la anchura de la sombra terrestre.
1650. Giovanni Battista Riccioli descubre la primera estrella doble.	
1651. Riccioli publica el *Almagestum Novum*.	
1656. Christian Huygens desarrolla el reloj de péndulo.	
1660. Se funda la Royal Society en Iglaterra.	
1665. Comienzan a editarse las *Philosophical Transactions* y el *Journal de Savants*.	

1667. Fundación del Observatorio de París. Introducción del micrómetro en las observaciones astronómicas.	
1668. Isaac Newton introduce el telescopio reflector.	
1671. Jean Picard calcula la longitud de un grado de meridiano.	
1675. Fundación del Observatorio de Greenwich.	1675. José Zaragoza publica su principal obra de Astronomía *Esphera en comun celeste y terraquea*
1687. Se publica *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* de Newton	
1705. Edmund Halley al estudiar las órbitas de los cometas identifica al que hoy lleva su nombre.	
1718. Halley descubre los movimientos propios de las estrellas.	
1728. James Bradley descubre la aberración de la luz. Descubre también el fenómeno de la nutación.	
1735. Expediciones organizadas por la Academia de Ciencias francesa al Ecuador y al Círculo Polar Ártico para medir el arco de meridiano.	
	1753. Se funda en Cádiz el primer observatorio en España.

CAPÍTULO II: SEGUNDA ETAPA (1753-COMIENZOS SIGLO XX)

INTRODUCCIÓN A LA SEGUNDA ETAPA

Hemos visto como, poco a poco, la nueva concepción copernicana (y en general la nueva ciencia) se va imponiendo en España (gracias a personas como Vicente Mut o José Zaragoza) y en el resto de Europa a pesar de instituciones como la Inquisición. La mejor comprensión de los fenómenos celestes con esta visión y los constantes errores del modelo ptolemaico contribuyeron a ello.
Sin embargo, la entrada de la ciencia moderna no se pudo hacer en un principio desde la universidad, a pesar del empeño que pusieron en ello los monarcas ilustrados. La "regeneración científica" llegó a España, en un primer momento, gracias a que se crearon instituciones científicas no universitarias, ya que en éstas no se plasmaba el cambio. Nos referimos a instituciones como la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, las Sociedades Económicas de Amigos del País, Seminarios de Nobles, Tertulias y Academias, Observatorios Astronómicos, Juntas de Comercio, etc. Además de las instituciones señaladas, hay que añadir las Escuelas Militares y ya en el siglo XIX las Escuelas Especiales de Ingenieros.

La Astronomía, a principios del siglo XVIII, tenía todavía un gran problema pendiente: el cálculo de la longitud geográfica en alta mar. El desconocimiento de los navegantes de la longitud supuso una gran cantidad de pérdidas humanas y económicas. Para España este problema era más grave aún si cabe por el tráfico marítimo que mantenía con sus colonias. Para intentar resolver el problema, entre otras acciones, se convocaban premios para aquel que fuera capaz de hallar con la solución. Otra acción, sería la creación de observatorios astronómicos con el patrocinio de los distintos Estados, con el fin de instalar instrumentos astronómicos pesados en un lugar fijo, y realizar las mediciones necesarias para encontrar una solución al problema del cálculo de la longitud. El primer Observatorio de este tipo se creó en 1675 en Greenwich (Inglaterra). En España se constituye en Cádiz una institución similar por sugerencia de Jorge Juan, el Observatorio de la Marina, en 1753. El problema del cálculo de la longitud en alta mar se resolvió a mediados del siglo XVIII (coincidiendo aproximadamente con la fundación del Observatorio de Marina) una vez que distintas expediciones probaron la exactitud del cronómetro (el primero fue construido por el inglés John Harrison en 1735) y del método de las distancias lunares (descrito en 1634 con rigurosidad por el francés Morin aunque inviable en aquel momento por falta de instrumentación y tablas precisas). Puede decirse que, desde entonces, la Astronomía resolvió el problema, aunque ha seguido perfeccionándose y cada vez se han ido elaborando tablas náuticas más precisas.

En 1790, se crearía también el Observatorio de Madrid a semejanza del Observatorio de París ya existente desde 1667. El Observatorio de Madrid nació con distintos objetivos que el de la Marina, ya que entre sus prioridades estaban los estudios de Mecánica Celeste que consistían en el cálculo de las posiciones y movimientos de planetas, satélites, cometas y asteroides en el cielo. Esta institución ha tenido, además, otras tareas como la Cartografía y la Meteorología. El Observatorio de Madrid nació con el fin de que España se pusiese a la altura de los conocimientos astronómicos de los países europeos de nuestro entorno. Sin embargo, la Guerra de la Independencia primero, y el nefasto reinado de Fernando VII después, no permitió que las actividades de este Centro comenzasen realmente hasta mediados del siglo XIX.

Los dos Observatorios aludidos (el de Marina y el de Madrid), los primeros establecidos en España, han realizado, además, una importante labor docente en el campo de la Astronomía.
En las universidades, la enseñanza de la Astronomía pasó de tener de un carácter filosófico-cosmológico a tener un carácter propiamente científico, aunque este paso se produjo de forma lenta. Debemos este hecho a la creación en las universidades españolas de las Facultades de Ciencias a mediados del siglo XIX. La Astronomía era impartida fundamentalmente como una parte dentro de las cátedras de Matemáticas y de Cosmografía y Física del Globo.
Sin embargo, y a pesar de todos los esfuerzos, la Astronomía en España no ha tenido en este período ni figuras ni medios que permitiesen descubrimientos espectaculares. Solamente en Astronomía Náutica hemos tenido alguna relevancia, especialmente en la figura de Mendoza y Ríos.

¿Y en Europa? A pesar de que en los distintos países europeos también se vivieron momentos difíciles, la extensa red de instituciones científicas y Observatorios Astronómicos que se constituyeron permitieron seguir con los descubrimientos. En esta época (segunda mitad del XVIII y el siglo XIX) se han construido telescopios cada vez más potentes con los que se han divisado nuevos cuerpos no contemplados anteriormente. Además, se generaliza el uso de la fotografía astronómica, se desarrolla la fotometría y la espectroscopía, permitiendo el nacimiento de una nueva disciplina: la Astrofísica.
Además de las técnicas comentadas que han permitido un despegue significativo en el conocimiento astronómico en Europa, tenemos que hablar de importantes avances en los campos de la Mecánica Celeste, Astrometría y Astronomía de posición.

En este capítulo, describiremos primero cómo se crearon y cómo han ido evolucionando los Observatorios de la Marina y de Madrid desde su fundación hasta los primeros años del siglo XX. Durante esta etapa se produjo en España la invasión napoleónica (Guerra de la Independencia). Veremos cómo afectó esta contienda de distinta manera a estos dos centros y cómo han ido evolucionando a lo largo del siglo XIX.
A continuación veremos distintos trabajos que se realizaron “a nivel individual” o en centros de investigación no universitarios.
Trataremos el tema de la Astronomía en la universidad, con especial interés en la creación de las primeras cátedras de Geodesia y de Cosmografía y Física del Globo en distintas universidades españolas.
Para finalizar, incluiremos una tabla resumen con los principales hitos de la Astronomía en esta época junto con las aportaciones españolas.

EL REAL OBSERVATORIO DE MARINA (1753-1903)

INICIOS

El Real Observatorio de Cádiz fue creado en 1753 como consecuencia del apoyo de los gobiernos de la Ilustración a la Marina y a la Ciencia.

La propuesta (que data de noviembre de 1749) para la creación, partió de Jorge Juan que había participado en la expedición (organizada por la Academia de Ciencias de París) para la medición del arco de meridiano en el Virreinato de Perú.

El emplazamiento elegido inicialmente fue el Castillo de la Villa de Cádiz (sede de la Academia de Guardias Marinas) con la intención de que los futuros oficiales de la Marina pudieran aprender Astronomía, ciencia esencial para la navegación en alta mar.

Es en 1753 cuando el edificio queda acondicionado y se reciben los primeros libros e instrumentos adquiridos en Londres y París.

Los primeros años del Observatorio (que dependía de la Academia de Guardias Marinas y ésta estaba dirigida por Luis Godin) fueron años de actividad casi puramente formativa para los oficiales de la Marina, aunque ocasionalmente también se realizaron algunas observaciones científicas. No será hasta la dirección de Vicente Tofiño (1732-1795) cuando la investigación coja más solidez.

Retrato de Jorge Juan. Cortesía del ROA

En 1764 se trasladó la Academia de Guardias Marinas a la Isla de León (hoy San Fernando) lo que dificultó un poco más la tarea de la realización de observaciones ya que el Observatorio permaneció en el Castillo de Cádiz. Cinco años más tarde, la

actividad científica se revitaliza al participar el Centro en una expedición francesa a Baja California para la observación del tránsito de Venus, lo que trajo consigo nuevos contactos y dar a conocer en el extranjero el trabajo que se estaba realizando en Cádiz. Este paso de Venus, que tenía por objetivo el cálculo de la paralaje del Sol (y por tanto la distancia de nuestra estrella a la Tierra), tuvo lugar el 3 de junio de 1769 y por parte española participaron Vicente Doz y Salvador de Medina (aunque sólo el primero pudo regresar por una fuerte epidemia de tifus que terminó con la vida, no sólo del segundo, sino también del responsable de la expedición francesa Jean Baptiste Chappe d´Auteroche).

Merece mencionar además, que data de esta época la aparición de nuevos métodos para la determinación de la longitud en el mar, basado en cronómetros y distancias lunares. Entre 1773 y 1776 (ya bajo la dirección de Vicente Tofiño) se llevó a cabo un amplio programa de observaciones astronómicas pero tras la llegada al poder de Floridablanca, éste precisaba de los oficiales del Observatorio para trabajos cartográficos y se abandonaron un poco los astronómicos.

En 1798 el Observatorio fue trasladado a la Isla de León (pasando a denominarse Real Observatorio de Isla de León) a unas nuevas dependencias construidas al efecto. Aquí se continuó con las tareas iniciadas en Cádiz, entre ellas la publicación del *Almanaque Náutico* (que se realizaba desde 1792) que incluía efemérides astronómicas para uso de los navegantes. Esta publicación se realizaba a semejanza de otras publicaciones similares extranjeras como el *Nautical Almanac* (inglés) o el *Connaissance des Temps* (francés).

INDEPENDENCIA DE LA ACADEMIA

El Observatorio se independizó de la Academia de Guardias Marinas en 1804 y su primer director como institución independiente fue Julián Ortiz Canelas (1767-1825). Durante los últimos años del siglo XVIII y primeros del XIX, España vivió momentos difíciles y se dejó notar en la falta de interés de los gobiernos en fomentar la ciencia y la técnica. Por lo que se refiere al Observatorio (desde 1814 con la denominación de Real Observatorio de San Fernando), éste estaba escaso de personal ya que los oficiales que estaban destinados en el Centro enseguida eran reclamados para otras misiones, dados sus conocimientos astronómicos y sus habilidades en el manejo de cronómetros.

En 1818, tras una serie de problemas internos, Ortiz Canelas (que había estado ausente algún tiempo) consiguió un aumento en el personal y propuso un plan de trabajo para revitalizar la institución.

Dicho plan consistía en:

1) Mantenimiento y control de la hora.
2) Elaboración de un catálogo de estrellas y planetas, mediante la determinación de distancias polares (con anteojo de pasos y círculo mural) y ascensiones rectas según el método de Pond (con el círculo mural).
3) Observación de los pasos meridianos del Sol y de las nueve estrellas zodiacales para calcular su posición de tres en tres horas y anunciarlo en el *Almanaque Náutico*.
4) Perfeccionar las tablas de la Luna y las estrellas zodiacales para la navegación.
5) Registro de todas estas observaciones, que debían ser publicadas anualmente.

Para llevar a cabo este plan, era necesario adquirir nuevos instrumentos y realizar reformas en el edificio del Observatorio. Los nuevos instrumentos que propuso adquirir Ortiz eran un círculo mural (de seis pies), un anteojo de pasos, un sector cenital (de doce a quince pies) y un anteojo ecuatorial. Estos instrumentos eran similares a los existentes en Greenwich (Ortiz conocía perfectamente este Observatorio así como el de París). También propuso para la financiación de las propuestas seguir disfrutando de la exclusividad del *Almanaque Civil* y la supresión de algunos servicios.
La iniciativa de Julián Ortiz no tuvo éxito por la situación económica del país (y de la Marina en particular). Se vivieron unos años con una actividad científica escasa.

En 1825, tras el fallecimiento de Ortiz, se hizo cargo de la dirección José Sánchez Cerquero (1784-1850). Durante sus primeros años en la dirección, determinó definitivamente la posición geográfica del Observatorio usando métodos geodésicos y realizó una reconstrucción histórica de la vida del Centro. Durante este último trabajo, hizo un inventario de los fondos bibliográficos e instrumentales. Terminado este trabajo, Sánchez Cerquero viajó a Londres con el fin de reiniciar negociaciones con Thomas Jones para la adquisición de nuevos instrumentos.
Los primeros contactos fueron autorizados en la época de Ortiz e incluso se pagó una cantidad de dinero a un comerciante español en Londres que actuó de mediador, pero éste dio en quiebra y no se pudieron adquirir los instrumentos.
Su viaje también tenía como objetivo conocer la organización e instrumentos del Observatorio de Greenwich, Centro que sirvió de modelo a San Fernando en numerosas ocasiones.

PRIMER REGLAMENTO
El primer reglamento del Observatorio fue aprobado en 1831. Fue redactado por José Luyando (1773-1835), director interino al encontrarse Sánchez Cerquero en Londres. En dicho reglamento se establecía una dependencia directa del Rey (por medio del Ministro de Marina) y con dos oficinas, la de Observaciones y la de Efemérides.
Los astrónomos (también el relojero y el instrumentario) pertenecían a la Oficina de Observaciones, teniendo a su cargo la realización, reducción y publicación de las observaciones astronómicas y también meteorológicas. Los calculadores pertenecerían a la Oficina de Efemérides, con la misión de elaborar el *Almanaque Náutico* y el *Calendario Civil* (con cuya subasta se pensaba obtener los fondos necesarios para mantener la institución).
Comenta Francisco José González, actual bibliotecario del Real Instituto y Observatorio de la Armada (denominación actual de este Centro), que sin el privilegio de la subasta y venta del *Calendario Civil* posiblemente la institución habría desaparecido (como lo hicieron otras dependencias de la Marina).
A mediados del siglo XIX comenzó una nueva época en San Fernando. Entre los hechos a destacar está la supresión del privilegio de la publicación y venta del *Calendario Civil* (en 1855), la reforma y ampliación del edificio principal, y la aprobación del Gobierno para adquirir dos importantes instrumentos, un círculo meridiano y un gran telescopio ecuatorial. Estos instrumentos eran necesarios ya que los avances científicos y técnicos dejaban atrás al Observatorio en comparación con otros centros en el extranjero. Esto fue posible gracias a que en ese momento la economía del Estado funcionaba relativamente bien. Fue el director del Centro, Saturnino Montojo (1796-1856), cuando en 1856 en un viaje por otros observatorios europeos se dio cuenta de la necesidad de la adquisición de dichos instrumentos. Antes de efectuar la propuesta Montojo fallece. Fue

su sucesor en el cargo, Francisco de Paula Márquez (1816-1886), quién la realizó en base al borrador que había preparado su antecesor.
El círculo meridiano se adquirió a la casa Troughton and Simms. Se terminó en 1859, pero aún se tardarían cuatro años en comenzar las observaciones. Hasta 1869, dichas observaciones fueron escasas (destinadas fundamentalmente al entrenamiento de los observadores). Con la llegada a la dirección del Centro de Cecilio Pujazón (1833-1891) se inició un plan sistemático de observaciones, introduciendo además en 1872 una importante mejora con la adquisición de un cronógrafo Hardy.
El ecuatorial se encargó a la casa francesa Brunner en 1864. Se terminó en 1868 y se instaló en 1870 en la cúpula del edificio principal. El instrumento tenía 28 centímetros de apertura y 5 metros de distancia focal.
Para poder albergar estos instrumentos fue necesario realizar obras de reforma y ampliación en el Observatorio.

Además, por Real Orden de 16 de septiembre de 1856 se estableció un Curso de Estudios Superiores en San Fernando. En este Curso (cuyo responsable era el director del Centro) se impartiría enseñanzas de Matemáticas, Mecánica, Física y Astronomía a siete oficiales.

REGLAMENTO DE 1859
En 1859 se redactó un nuevo reglamento, ya que desde 1831 se habían asignado nuevas funciones relacionadas con el depósito, conservación y arreglo de los cronómetros, de los instrumentos náuticos y de las cartas, mapas y derroteros, y con el establecimiento de los estudios superiores.
En este nuevo reglamento se establecen cinco secciones:

1- Literatura y Matemáticas: Sección encargada del Curso de Estudios Superiores. El jefe de la sección era responsable de las enseñanzas de Matemáticas y Mecánica Racional y otro profesor se encargaba de idiomas y Literatura.
2- Física: Se encargaba de organizar observaciones y experiencias magnéticas y meteorológicas y de la enseñanza de Física Experimental en el Curso de Estudios Superiores. Formaban parte de esta Sección, el profesor jefe, un profesor de Dibujo, cuatro observadores y cuatro aspirantes.
3- Astronomía: Heredera de la Oficina de Observaciones. Además de seguir con las tareas tradicionales era encargada de impartir un curso teórico-práctico de Astronomía. Estaba formada por el profesor jefe, cuatro observadores y cuatro aspirantes.
4- Efemérides: Heredera de la Oficina de Efemérides. Además del cálculo, elaboración y publicación del *Almanaque Náutico* impartía un curso de Astronomía práctica. Constaba de un profesor jefe, ocho calculadores y ocho aspirantes.
5- Geografía: Creada en este nuevo reglamento para dar cabida a los trabajos relativos a la aplicación de la Física y Astronomía a la Hidrografía y Navegación.

Además de estas secciones, el Observatorio contaba con Junta de Estudios, Administración, Biblioteca y Talleres.
En el terreno científico, estos años se realizan las observaciones habituales para obtener los datos a incluir en el *Almanaque Náutico*. También se llevó a cabo una expedición a la provincia de Castelló para observar el eclipse total de Sol del 18 de julio de 1860.

Dibujo del Observatorio en el siglo XIX. Cortesía del ROA

Las últimas décadas del siglo XIX constituyeron un período de un nivel científico importante para San Fernando. Esta etapa coincide con el resurgir de las actividades científicas en España y una potenciación de la Marina. Los directores del Observatorio en esta etapa fueron Cecilio Pujazón, desde 1869 a 1891, y Juan Bautista Viniegra y Mendoza (1842-1918), desde 1891 a 1903. Durante estos años se aprobó un nuevo reglamento (el 21 de mayo de 1873) impulsado por Pujazón debido a la necesidad de organizar el personal en tres actividades principales a lo que habría que añadir la separación de los estudios superiores de la estructura interna.

NUEVO REGLAMENTO Y CAMBIO DE DENOMINACIÓN

En este nuevo reglamento de 1873, en el que el Observatorio de Marina de San Fernando pasa a denominarse Instituto y Observatorio de Marina, queda estructurado en cuatro secciones:

- Sección 1ª: Cronómetros e instrumentos de Marina.
- Sección 2ª: Curso de Estudios Superiores
- Sección 3ª: Almanaque Náutico
- Sección 4ª: Observaciones astronómicas y físicas, Biblioteca y Archivo.

A estas secciones habría que añadirle también la Administración del Centro.
En cuanto a la instrumentación, en estos años no se adquieren grandes aparatos astronómicos, pero sí instrumentos meteorológicos y para el estudio del magnetismo.
En lo referente a las cuestiones científicas, aparte de las tradicionales que se venían realizando en el Observatorio, hay que añadir una serie de trabajos con motivos de varios sucesos celestes como el eclipse total de Sol de 22 de diciembre de 1870, el tránsito de Mercurio del 6 de mayo de 1878, el eclipse de Sol de 29 de julio de 1878

(total en Cuba) y el tránsito de Venus del 6 de diciembre de 1882 (visible desde Puerto Rico y Cuba).

Además, hay que señalar dos eventos importantes en los que el Observatorio de San Fernando ha participado. Uno fue los trabajos para la adopción del meridiano cero que se concretaron en la Conferencia Geodésica Internacional de Roma (1883) y la Conferencia Internacional de Washington (1884). En Washington se acordó fijar como primer meridiano universal aquel que pasa por el centro del instrumento meridiano del Observatorio de Greenwich y se acordó además contar la longitud de 0º a 180º en dos direcciones (positiva hacia el Este de Greenwich y negativa hacia el Oeste de Greenwich), aunque en España no se establecería una hora oficial hasta 1901 y el primer *Almanaque Náutico* elaborado tomando como referencia el meridiano cero sería el confeccionado para 1910.

El otro evento relevante fue la celebración en abril de 1887 en París del Congreso Astrofotográfico Internacional. En esta conferencia de astrónomos (con 56 científicos de todo el mundo presentes) se acordó elaborar una carta fotográfica de todo el cielo. No cabía duda de que la colaboración internacional para esta tarea sería indispensable. En esta reunión principalmente se tomó la decisión de nombrar un Comité Permanente Internacional para efectuar el seguimiento de la misión y varias resoluciones sobre características de los lugares, instrumentos y placas fotográficas. El representante español fue Cecilio Pujazón y a su regreso dio cuenta de lo acordado en París. Pujazón realizó un informe de los instrumentos necesarios y de su coste, documento que fue aprobado por el Gobierno. Así, se firmó un contrato con la casa Gautier para la construcción de un ecuatorial fotográfico (instrumento que llegó en noviembre de 1889), cúpula, y medidor de placas. Una vez que el instrumento llegó a San Fernando (uno de los 19 observatorios participantes), pudieron hacerse ensayos previos con él hasta finales de 1891, año en el que empezaron los trabajos definitivos. Al Observatorio de San Fernando se le asignó la zona de cielo comprendida entre -3º a -9º de declinación.

En cuanto a la enseñanza de los oficiales de Marina, el Curso de Estudios Superiores se reestructuró cambiando incluso la denominación, pasando a llamarse Curso de Estudios de Ampliación de Marina. En 1885 se reestructuraron los sistemas de enseñanza de la Marina. En el Observatorio se instauró la Academia de Ampliación de San Fernando en la que se integraron los estudios superiores. Esta Academia sería clausurada en 1901.

BIBLIOGRAFÍA

GONZALEZ, F. J. *El Observatorio de San Fernando (1831-1924)*. Edita: Ministerio de Defensa. 1992. 388 p. ISBN 84-7823-178-1.

GONZALEZ, F. J. *El Observatorio de San Fernando en el siglo XX*. Edita: Ministerio de Defensa. 2004. 393 p. ISBN 84-9781-091-0.

EL REAL OBSERVATORIO DE MADRID (1790-1900)

PRIMEROS AÑOS: 1790-1814

El Observatorio de Madrid se comenzó a construir en 1790 por mandato del rey Carlos IV. Dicha construcción había sido sugerida anteriormente por el marino Jorge Juan al rey Carlos III cuando en 1770 se había trasladado el primero a Madrid a dirigir el Real Seminario de Nobles, dando un fuerte impulso a las Matemáticas y la Física en esta institución.

Jorge Juan conocía perfectamente los observatorios de París y de Greenwich, los cuales eran algo distintos entre sí, el primero más orientado a la Mecánica Celeste y a la Cartografía y el segundo más orientado hacia el cálculo de la longitud para la navegación. Pretendió que el observatorio madrileño fuese un observatorio más tipo parisino, ya que años antes había fundado el Observatorio de Marina más acorde con los objetivos del Observatorio de Greenwich.

Para la dirección del Observatorio se envió a París a Salvador Jiménez Coronado (1745-1813) para formarse, y regresó en 1789 para comenzar con la enseñanza de la Astronomía (uno de los primeros objetivos del Centro). Como aún no existía el edificio, las clases de la Escuela de Astronomía se impartieron provisionalmente en el convento de San Jerónimo y más tarde en el altillo de San Pablo del Retiro. Entre los primeros alumnos destacaron seis: José Garriga, José Ramón de Ibarra, José Radón, José y Manuel Beguer y Modesto Gutiérrez. Excepto los hermanos Beguer, los otros cuatro se incorporaron a la plantilla del Observatorio formando así su núcleo inicial.

Aparte de la Escuela de Astronomía, se instaló un taller de instrumentos para promover la construcción de aparatos y no depender tanto de las compras en el extranjero. Al frente de este taller se puso a un instrumentista del Observatorio de París, Mr. Megnié, el cual gastó más de medio millón de reales en seis años y no llegó a cumplir con su misión de formador. Después de este fracaso se enviaría a Londres a Carlos Rodríguez y a Mario Fernández para formarse como instrumentistas.

En 1799 el edificio destinado al Observatorio (encargado al arquitecto Juan de Villanueva) aún no se había terminado por lo que Jiménez Coronado propuso la construcción de un observatorio provisional que sólo sirvió para que los alumnos aprendieran cómo realizar las observaciones. En 1808, cuando el edificio estaba casi terminado, las tropas francesas entraron en Madrid. El edificio fue ocupado y utilizado como polvorín. Los soldados franceses destrozaron casi por completo el gran telescopio de Herschel de 2 pies de apertura (unos 65 centímetros de diámetro del espejo) y 25 pies de focal (unos 8 metros de longitud) que había sido encargado por el rey Carlos IV (de él se conservan dos espejos y unas instrucciones de manejo escritas por el propio Herschel y por José de Mendoza –éste último tuvo el encargo de la corona de las relaciones con Herschel sobre este asunto-). Afortunadamente algunos instrumentos pudieron salvarse gracias a que, por orden del director, fueron trasladados a la casa del comerciante Antonio Brugada.

El primer director del Observatorio, Jiménez Coronado, buscó incansablemente fuentes de financiación. Así, por ejemplo, consiguió la redacción y venta en exclusiva para toda la nación del *Calendario Civil* (privilegio que entonces tenía la Universidad de Salamanca), y que el personal del Observatorio se integrase en el Real Cuerpo de

Ingenieros Cosmógrafos del Estado. Sin embargo este Cuerpo duró poco debido entre otras razones a su carácter militar (lo que cerraba puertas a gente civil válida).
La actividad científica en esta etapa es muy escasa. Destaca el estudio realizado por el astrónomo José Chaix (1766-1809) del paso de Mercurio por delante del disco solar el 7 de mayo de 1799 y de cuatro ocultaciones de estrellas por la Luna que tuvieron lugar entre 1800 y 1801.

PERÍODO 1815-1850
Tras la guerra con Francia, la merma de personal era evidente, sólo continuaban tres astrónomos, un instrumentista y el conserje. Durante estos años el objetivo primordial era volver a impulsar la enseñanza de la Astronomía para formar astrónomos y no tanto la investigación científica que tampoco pudo ser llevada a cabo en los años anteriores a la invasión.
En 1815, se crea la Junta de Protección del Museo de Ciencias, y el Observatorio pasa a depender de ella. La Junta acuerda acoger a los antiguos funcionarios que deseaban reintegrarse en el Observatorio, intentar recuperar el monopolio del calendario (que pasó en 1811 al Observatorio de la Marina) y buscar personas de valía científica para su incorporación al mismo. Además era necesario hacer reparaciones en el edificio Villanueva.
En cuanto al calendario, el Observatorio de Madrid recuperó la elaboración y venta del mismo en 1855 (también lo elaboró en una corta etapa entre 1820 y 1822).
Entre la incorporación de personal en esta etapa cabe destacar la de los científicos gallegos, José Rodríguez y Domingo Fontán.

José Rodríguez González (1770-1824) fue catedrático de Matemáticas en la Universidade de Santiago de Compostela (cátedra ganada por oposición en 1800). Fue comisionado por el gobierno en distintas ocasiones para realizar estudios en el extranjero y para adquirir material de laboratorio. Participó en la medida del arco de meridiano (junto con los franceses Biot y Arago) entre Barcelona y la Isla de Formentera. Su principal contribución fue el artículo *Observations on the measurement of three degrees of the Meridian, conducted in England by Lieutenant Colonel William Mudge. By D. Joseph Rodriguez*, publicado en las *Philosophical Transactions* en 1809 donde pone de manifiesto los errores que llevaron a Mudge a la conclusión de que La Tierra estaba achatada por el ecuador. Su fama le valió una invitación del emperador de Rusia para dirigir un observatorio astronómico en San Petersburgo. Para evitar su marcha, fue nombrado profesor de Astronomía el 2 de enero de 1819 y posteriormente en 1821 sería nombrado director del Observatorio Astronómico de Madrid (por aprobación de la Sección de Instrucción Pública del Ministerio de la Gobernación y comunicado a la Junta el 22 de julio). Antes de este nombramiento, la Junta comunicó al Ministerio que se le encomendase *la composición del calendario, que se le entregaran los instrumentos para que los examine y arregle, que redacte un plan de trabajos científicos y que dirija las obras del edificio*. Hay que recordar que los instrumentos que se salvaron fueron depositados tras la contienda por varios lugares, aunque finalmente se localizaron en el Gabinete de Historia Natural del Museo de Ciencias.
Sin embargo, no pudo reorganizar el Observatorio y en 1824, poco antes de su muerte escribe que *en el Observatorio no hay hoy día más empleado que el profesor de astronomía y un guarda provisional para impedir roben maderas y plomos*.

La situación no pudo mejorar con el siguiente director, Domingo Fontán (1788-1866). Fontán nació en Portadeconde (Pontevedra). En 1815 obtiene la cátedra de Matemáticas

Sublimes en la Universidade de Santiago de Compostela (en la que sustituye a su maestro José Rodríguez González). Su principal contribución es la confección del Mapa de Galicia, la cual le llevó 17 años de intenso trabajo. Por Real Orden de 17 de febrero de 1835 es nombrado director del Observatorio de Madrid (sustituyendo nuevamente a Rodríguez), cargo que ejerció hasta 1840 y en el que sólo encontró dificultades.

En 1840, el Gobierno consideró que el Observatorio debería depender de la Dirección General de Estudios. Este órgano nombró director del Observatorio al ingeniero de caminos Jerónimo del Campo Roselló (1802-1861) y una de sus primeras medidas fue convertirlo en Observatorio Meteorológico dada la poca actividad astronómica que se venía realizando. En enero de 1843 fue nombrado como nuevo director Manuel Pérez Verdú (catedrático de Geografía Astronómica y Meteorología en la Universidad Central). El 1 de junio de 1843 se suprime la Dirección General de Estudios por lo que el Observatorio queda desamparado. En 1845 el Observatorio se incorpora a la Universidad Central. Antes (en mayo de 1844) había pasado a depender del Museo de Ciencias Naturales.

PERÍODO 1851-1900

El 24 de septiembre de 1851, la reina Isabel II reinaugura el Observatorio Astronómico y Meteorológico. El 5 de diciembre de ese mismo año se nombra a Antonio Gil de Zárate como Comisario Regio. Entre sus funciones estaban: restaurar el edificio Villanueva que aún estaba en ruinas, designar astrónomos capacitados y en número suficiente, y adquirir instrumentos adecuados para la práctica astronómica.
Gil de Zárate (fallecido en 1861) a diferencia de sus antecesores, sí pudo completar su misión. En cuanto a la recuperación de personal, seleccionó a Antonio Aguilar y Vela (1820-1882) y a Eduardo Novella y Contreras (1818-1865).

Imagen del Edificio Villanueva en 2006

Antonio Aguilar y Vela se formó en Matemáticas y Físicas en Francia, a donde había huido por sus ideas carlistas. Cuando regresó a España se dedicó a la enseñanza privada antes de ganar la cátedra de Matemáticas Elementales en la Universidad de Valladolid en 1847, aunque ese mismo año pasó a la Universidade de Santiago de Compostela para ocupar la cátedra de Matemáticas Sublimes. En 1849 pasaría a Madrid a desempeñar la cátedra de Astronomía que venía ejerciendo Manuel Pérez Verdú desde hacía 30 años. Por otra parte, Eduardo Novella nació en Villan (Francia). En España se formó en Jurisprudencia y Ciencias. Enseñó Matemáticas en el Colegio San Felipe Neri primero y el Instituto de Segunda Enseñanza después (ambos en Cádiz). En 1849 pasa a ocupar efímeramente la cátedra de Matemáticas Sublimes en la Universidade de Santiago de Compostela, ya que al poco tiempo se incorporaría a una segunda cátedra de Astronomía en Madrid.

Ambos personajes, se formaron dos años en el Observatorio de la Marina de San Fernando y fueron comisionados para visitar varios observatorios en el extranjero y para adquirir nuevos instrumentos.
Entre la adquisición del instrumental propuesto por Aguilar y Novella destacan un círculo meridiano y un ecuatorial, entre otros.
El círculo meridiano (con objetivo de 15 centímetros de diámetro y 210 centímetros de distancia focal) fue encargado en noviembre de 1851 a Repsold. Fue instalado en noviembre de 1854 en el Observatorio.
En cuanto al ecuatorial, construido por Merz (objetivo de 27 centímetros de diámetro y 487 centímetros de distancia focal), se decidió su adquisición en 1853 y llegó a Madrid en 1858.

Círculo meridiano Repsold

Además se incorporaron en 1853 un teodolito de Repsold y un sextante de Oertling y dos ecuatoriales Steinheil (de 12 centímetros de diámetro y 185 centímetros de distancia focal) con motivo del eclipse de Sol del 18 de julio de 1860.
En cuanto a las actividades científicas, en el plan de observaciones astronómicas para 1865 encontramos las siguientes:

- Determinación de los errores del círculo meridiano (colimación, inclinación, azimut, punto cero, horizontalidad del hilo del retículo, error del índice del micrómetro, estado del péndulo).
- Observaciones meridianas (Sol, Luna, planetas, asteroides y estrellas de catálogo).
- Observaciones extraordinarias (eclipses, ocultaciones de estrellas y satélites de Júpiter).
- Trabajos especiales (ecuaciones personales, estudios del círculo meridiano, latitud con el mismo por las estrellas circumpolares y estudios de la ecuatorial).

Asimismo, desde 1859, el Comisario Regio, Gil de Zárate, propuso la redacción y publicación de un *Anuario del Observatorio*. Desde entonces se ha venido publicando hasta hoy con algunas interrupciones (1866, 1874-1875 y 1881-1906). Este Anuario que estaba influenciado por el *Annuaire du Bureau des Longitudes* de París tenía el siguiente esquema:

- Calendario civil y astronómico
- Fenómenos celestes
- Características conocidas de los astros
- Datos meteorológicos (mientras tuvo esa responsabilidad)
- Complementos (datos geográficos, datos de interés general y artículos de divulgación).

Tras el fallecimiento de su primer Comisario Regio en 1861, ese puesto es ocupado por Francisco de Luxán y luego por Vicente Vázquez Queipo (éste último cesado en octubre de 1868). Durante estos años y los siguientes (en los que dejaría de existir la figura del Comisario Regio y el Observatorio volvería a depender de la Universidad Central) se truncó el crecimiento de personal (con Gil de Zárate se había pasado de dos a cuatro astrónomos y se había creado el cuerpo de Ayudantes). En 1885 se cambió esta tendencia creando dos plazas más de astrónomos (también se unificaron los cuerpos de Ayudantes y Auxiliares) pero siempre había uno o dos puestos vacantes que no se cubrían. Además no se producen mejoras en el instrumental y como ya se ha comentado se suspende la publicación del Anuario en 1881 (hasta el año 1906 en que se vuelve a editar).

Es durante el comisariado de Gil de Zárate cuando se puede decir que se desarrolló una actividad científica intensa en el Observatorio de Madrid. Una de las primeras actividades fue la determinación y difusión de la hora. Para determinar la hora el sistema más utilizado de la época consistía en la observación de pasos de estrellas fundamentales (cuyas coordenadas son conocidas con gran precisión) por el meridiano del lugar. Estas observaciones eran realizadas primero con el teodolito Repsold y luego con el círculo meridiano del mismo constructor. En cuanto a la difusión de la hora, en diciembre de 1856 se estableció una comunicación entre el Observatorio y el Ministerio de la Gobernación (ubicado durante años en la madrileña Puerta del Sol) que permitió marcar el mediodía de tiempo medio con precisión.

En cuanto a la observación solar, el primer astrónomo que se ocupó del registro de manchas solares (usando como instrumento el ecuatorial Merz) fue Vicente Ventosa y Martínez de Velasco (1837-1919). Comenzó con esta tarea en 1868 aunque no lo hizo con asiduidad hasta 1875. Desde 1876 publicó sistemáticamente las observaciones de las manchas y enviaba sus datos al Observatorio de Zurich (donde Wolf solicitó colaboración internacional para estos registros).

La observación de asteroides y cometas se comenzó tras el viaje que hicieron los astrónomos Aguilar y Novella al Observatorio de Padua. Destacan algunas observaciones de asteroides realizadas por los astrónomos Ventosa y Miguel Merino y Melchor (1831-1905) que fueron publicadas en *Astronomische Nachrichten* en 1867, 1879 y 1885. En cuanto a cometas destacan las observaciones de Ventosa y Merino en 1874 y 1881 publicadas en *Astronomische Nachrichten*.

Aguilar y Novella realizaron también observaciones de Neptuno en 1855 durante cuatro meses con el fin de mejorar su órbita. En 1867 se hizo una curiosa observación de Júpiter (el 21 de agosto) en el que no eran visibles ninguno de los cuatro satélites galileanos. En 1867, los astrónomos Aguilar, Ventosa y Eduardo Torroja (1847-1918) llevaron a cabo campañas de observación para mejorar las órbitas de Neptuno y Urano.

Durante su estancia en Padua, los astrónomos Aguilar y Novella pudieron observar una ocultación de Júpiter por la Luna y al regresar a Madrid pudieron repetir la experiencia en noviembre de 1856. La actividad en este campo ha sido constante. Es de destacar la ocultación de Venus del 1 de febrero de 1862 (Aguilar, Novella y Merino), la ocultación de Alfa Tauri en 1867 y la de Mu Cephei en 1870. A partir de 1888 comenzó a despertar interés las ocultaciones de estrellas durante la fase de totalidad en los eclipses de Luna.
Finalmente, en 1894 se registró el tránsito de Mercurio que tuvo lugar el 10 de noviembre.

BIBLIOGRAFÍA

LÓPEZ ARROYO, M. *El Real Observatorio Astronómico de Madrid (1875-1975)*. Editado por: Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 2004. ISBN: 84-95172-86-0.

PERSONAJES Y OTROS CENTROS CIENTÍFICOS NO UNIVERSITARIOS DE INTERÉS EN LA SEGUNDA ETAPA

FIGURAS DE INTERÉS DE FINALES DEL SIGLO XVIII

A nuestro entender, la persona más relevante de la Astronomía española en estos años ha sido José de Mendoza y Ríos (1763-1816).

Quizás, el mayor logro de Mendoza fue la publicación de *Tratado de Navegación* (1787). Gracias a este trabajo fue enviado por el gobierno español a distintos países europeos para adquirir libros y mapas. Estuvo en París desde 1789 y 1792, y en Londres desde 1792 hasta que falleció en 1816. Entre las principales contribuciones de Mendoza, están sus trabajos sobre el método para calcular la latitud por medio de dos alturas solares y sobre distintos métodos para el cálculo de la longitud en alta mar mediante distancias lunares.

Otros personajes contemporáneos que podemos citar son: José Joaquín Ferrer y Cafranga (estudió con detalle el tránsito de Venus del 3 de junio de 1769), Lorenzo Hervás y Panduro (jesuita, publicó en 1793 *Viaje estático al mundo planetario*), Carlos Lemaur (teniente coronel de ingenieros, escribió *Discursos de astronomía* en 1769, libro de divulgación en la que recoge las últimas novedades de la época), Pedro Alonso Salanova y Guillarte (realizó un estudio sobre el eclipse de Sol de 24 de junio de 1778 y un estudio sobre el tránsito de Mercurio de 4 de mayo de 1786, añadiendo en este último trabajo dos tablas astronómicas con tránsitos futuros de Mercurio y Venus), Diego de Torres Villarroel (catedrático de Matemáticas en la Universidad de Salamanca, destaca un trabajo sobre el eclipse de Sol de 5 de agosto de 1766), Tomás Manuel Vilanova Muñoz y Poyanos (catedrático de Química y Botánica en la Universitat de Valencia, escribió dos trabajos sobre el planeta Urano –en su época denominado Herschel- en 1785 y 1787, así como un trabajo sobre problemas del calendario y duración de los días), y Cipriano Vimercati (militar italiano, docente de Matemáticas y Astronomía en la Compañía de Guardias Marinas de Ferrol, acometió la tarea de corrección de almanaques náuticos).

OTROS CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

Como ya hemos visto, es a mediados del siglo XVIII cuando comienza de verdad la regeneración científica del país. Los antecedentes hay que buscarlos en la Restauración borbónica de primeros de siglo. Uno de los primeros deseos de los borbones era recuperar a España del retraso que acumulaba en cuanto al conocimiento científico en comparación con otros países de Europa. Uno de los personajes que más han influido en este renacimiento científico ha sido, sin duda, Benito Jerónimo Feijoo el cuál criticó fuertemente el escolasticismo existente y abogó por el cultivo de una nueva ciencia empírica y experimental.

Dadas las dificultades que tenía la nueva ciencia para entrar en la universidad (por el fuerte poder de la Iglesia que era reacia a estos cambios) de principios del XVIII, el Estado, siguiendo las pautas que marcaban otros países europeos fue creando distintas instituciones al margen de la universidad para introducir estos nuevos conocimientos que provenían de la observación y experimentación.

Así, podemos citar instituciones puramente de tipo astronómico (como el Observatorio de Marina en 1753 que para nosotros marca el inicio de esta etapa de estudio) e

instituciones en las que se desarrollaba la ciencia en general (y en donde la Astronomía también tenía cabida).
Entre esas instituciones a las que nos estamos refiriendo estaban las Academias de Ciencias, Academias militares, Sociedades Económicas de Amigos del País, Seminarios de Nobles, Escuelas Especiales (por entonces fuera del ámbito universitario), el Instituto Libre de Enseñanza y la Junta de Comercio. También existieron instituciones de carácter local que se dedicaron al estudio de la ciencia como el Seminario de Vergara o el Instituto de Gijón (creado por Jovellanos). Por ser instituciones de carácter general, veremos solamente una pequeña semblanza de cada una de ellas. Para mayor información puede consultarse la bibliografía especializada.

- *Academias de Ciencias*.

Las más importantes son las de Barcelona y Madrid. La primera fue creada en 1764 (con el nombre de Conferencia Phisico Matemática) por unos discípulos del jesuita T. Cerdá (perteneciente al Colegio de Cordelles) hombre muy versado en Matemáticas y Astronomía. Hasta que la Universidad de Cervera regresó a Barcelona, la Academia funcionó como un auténtico Centro de enseñanza e investigación. En Astronomía han destacado Onofre Jaime Novellas y Lorenzo Presas Puig. Estos personajes serán tratados en el epígrafe dedicado a la Junta de Comercio de Barcelona por estar también vinculados a esta institución.
La de Madrid (con la denominación de Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales) no se constituyó hasta 1847. En nuestra opinión esta institución, que se creó con gran retraso frente a otras instituciones homólogas europeas, no jugó un papel tan relevante en el desarrollo de la Astronomía como, por ejemplo, la Academia de París. Entre las actividades que desarrolló por esta institución, podemos destacar por su influjo en la ciencia española, la publicación de artículos científicos extranjeros (traducidos al castellano para su mayor difusión) y de algunos artículos (los menos) de algún autor español, a través de la *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (1850-1905). Existe una buena cantidad de artículos de Astronomía en esta revista.
También es interesante reseñar la organización de un estudio multidisciplinar con motivo del eclipse total de Sol de 1860. La importancia de este eclipse radicó en que fue uno de los primeros al que se le pudo aplicar las técnicas fotográficas y espectroscópicas. En el aspecto fotográfico es de destacar la obtención de cinco fotografías realizadas por el profesor José Monserrat y Riutort (catedrático de Química de la Universitat de Valencia) que fueron atribuidas al padre Secchi aunque fueran publicadas anteriormente en un extenso trabajo del eclipse elaborado por el director del Observatorio de Madrid Antonio Aguilar. En el aspecto espectroscópico es reseñable el trabajo de Dionisio Barreda (catedrático de Física de la Universidad de Salamanca) del que no se dio cuenta en el trabajo de Aguilar pero sí en algunas publicaciones extranjeras.

- *Academias militares*

En las Academias Militares y de Guardamarinas la enseñanza en Matemáticas y Física era importante. Sánchez Ron, en la introducción de *Ciencia y Sociedad en España: De la ilustración a la Guerra Civil*, indica que la creación de academias militares tuvo lugar, sobre todo, en Barcelona, Madrid y Cádiz. En lo que respecta a las Academias de Guardamarinas, en 1776 se crearon –además de la ya existente de Cádiz desde 1717- las de Ferrol y Cartagena. En estos dos centros, además de la docencia teórica, se disponía cada uno de un observatorio astronómico para la formación práctica de los estudiantes.

- *Sociedades Económicas de Amigos del País*

La primera en crearse en España, y quizás la más importante, ha sido la Vascongada (en 1765). Uno de sus objetivos era la formación popular y la beneficencia. Los centros de enseñanza que crearon, junto los que dejaron los jesuitas tras su expulsión, fueron posiblemente el germen de los institutos de segunda enseñanza diseñados por el plan Pidal de 1845.

- *Seminarios de Nobles*

Fueron creados durante el reinado de Felipe V (1724-1746) a propuesta de los jesuitas. Sirvieron para segregar a los estudiantes nobles (pudientes) del resto, aunque no parece que salieran grandes científicos de estos Seminarios a pesar de manejar textos modernos.

- *Escuelas Especiales*

Destacan especialmente las Escuelas de Ingenieros en la enseñanza de las Matemáticas y la Física. Parece ser que la competencia de los ingenieros en estas materias a mediados y a finales del siglo XIX era mayor que los licenciados o doctores de las Facultades de Ciencias. Un ejemplo que lo corrobora es la alta presencia de estos profesionales (junto con los militares) en la Real Academia de Ciencias (institución que pretendía reunir a los más eminentes científicos) y la poca presencia de catedráticos de universidad.
También podemos citar en este lugar las Escuelas de Náutica, dónde se enseñaba Astronomía a los futuros pilotos de barcos como parte de la instrucción.

- *Instituto Libre de Enseñanza*

Creado en 1876, por un grupo de catedráticos que fueron separados de la universidad por defender la libertad de cátedra y no aceptar la imposición de un texto. Fue una organización que contribuyó notablemente a la regeneración científica en España.

- *Junta de Comercio*

La Junta General de Comercio se fundó en 1679 y tenía como misión fomentar la actividad comercial e industrial. Subordinadas a ésta, se constituyeron varias juntas de comercio particulares como las de Barcelona, Valencia, Alicante, Málaga, Santander, A Coruña, Cádiz y Burgos.
Quizás, la más activa de todas ellas haya sido la de Barcelona. La Junta de Comercio de Barcelona se creó en 1758 y dentro de ella, para una mejor formación de los comerciantes y manufactureros catalanes, se promovieron distintas escuelas, que pretendían paliar la falta de la Universidad (que había sido trasladada a Cervera), como por ejemplo la Escuela de Náutica (1769). En esta Escuela se formaron entre otros, Agustín Canelles, Domingo Badía o Lorenzo Presas.

Agustín Canelles (1765-1818) daría clases de Cosmografía (una Astronomía descriptiva carente de cálculo) en la Academia de Ciencias de Barcelona y participaría con Mechain en la medida del arco de meridiano. Posteriormente, otros catedráticos de Cosmografía de la Academia fueron: Isidro Gallarda, Juan Jerardo Fochs, Salvador Magriñá, Pedro Martir Armet, Jose Alegret Ferrer, u Onofre Jaime Novellas.

Domingo Badía Leblich (1766-1818) después de formarse en la Junta de Comercio de Barcelona y en la Universitat de Valencia realizó una expedición científica por el

Mediterráneo africano y por Oriente medio. Entre sus trabajos astronómicos destacan sus determinaciones de latitudes y longitudes y observaciones de eclipses lunares.

Lorenzo Presas y Puig (1811-1875), después de formarse en la Academia y en la Junta de Comercio, desempeñó varias cátedras en la Universitat de Barcelona (reestablecida en 1845), entre ellas la de Geografía astronómica y física. Fue comisionado para trasladarse a Perpiñán para colaborar con Arago en la observación del eclipse de Sol de 8 de julio de 1842. Además, impartió clases de Astronomía en la Academia.

BIBLIOGRAFÍA

LÓPEZ ARROYO, M. La espectroscopía en el Observatorio Astronómico de Madrid. Recogido en: *Boletín astronómico del Observatorio de Madrid*. Volumen VIII. Nº 2. 1972.

SANCHEZ RON, J. M. (Ed.). *Ciencia y Sociedad en España: De la Ilustración a la Guerra Civil*. Ediciones El Arquero. Madrid. 1988. ISBN: 84-86902-04-5.

VERNET, J. *Historia de la Ciencia Española*. Lecciones de la cátedra "Alfonso X el Sabio" del Instituto de España. Impreso en Valencia. 1976. ISBN 84-500-7220-4.

VV. AA. *Carlos III y la Ciencia de la Ilustración*. Editado por Alianza. Madrid. 1988. ISBN: 84-2062555-8.

ENSEÑANZA UNIVERSITARIA 1753-1900

Además de la docencia en Astronomía que se realizaba en estos años en los observatorios de San Fernando y de Madrid, es en esta etapa cuando la enseñanza de la ciencia en general (y de la Astronomía en particular) encontrará un hueco en la universidad española.

A mediados del siglo XVIII, la universidad española seguía siendo la tradicional del Antiguo Régimen, con un gran poder de la Iglesia y con un sistema de enseñanza de tipo escolástico (este sistema partía de la autoridad de unos libros en los que se consideraba reunido todo el saber, se planteaban cuestiones y se resolvían en las llamadas "disputas y discusiones"). Había una Facultad Menor (Artes) que permitía el paso a las cuatro Facultades Mayores (Teología, Cánones, Leyes y Medicina). Se podían alcanzar tres grados académicos: bachiller (que habilitaba para la práctica profesional), licenciatura (que permitía la enseñanza universitaria) y doctorado (de carácter simbólico, sin docencia ni investigación).

Tradicionalmente, se viene considerando el inicio del reinado de Carlos III (en 1759) coincidente con la reforma de la universidad española, un paso hacia una universidad más secularizada, con más poder del Estado, y con la introducción de nuevos conocimientos de carácter científico. Hay que recordar que la observación y la experimentación (frente al escolasticismo) habían logrado en Europa una revolución científica, un cambio de paradigma, y en España se llegaba con mucho retraso a este movimiento.
Es durante este reinado, cuando tímidamente comienzan a introducirse en los planes de estudio de las universidades (1769: Sevilla, 1771: Valladolid, Salamanca y Alcalá, 1772: Santiago de Compostela, 1774: Oviedo, 1776: Granada, y 1786: Valencia) asignaturas de Matemáticas y de Física Experimental.

Durante el siglo XIX, se produjeron en España continuos vaivenes políticos, Guerra de la Independencia, distintos reinados y regencias, primera república, gobiernos liberales, gobiernos conservadores, etc. Todo ello explica la gran cantidad de decretos y leyes existentes en esos años sobre planes de estudios y sobre organización universitaria. Citaremos aquí, aquellos que consideramos más relevantes a lo que a docencia de la Astronomía se refiere.

Fue en 1807 cuando se aprobó el primer plan de estudios unificado para todas las universidades del reino. Sin embargo (y esto es una constante en todo el siglo XIX) apenas pudo ponerse en práctica, debido a la invasión francesa que se produjo unos meses después de su aprobación. Este plan (conocido como plan Caballero) para la Facultad de Filosofía (anteriormente denominada Artes) contemplaba una cátedra de Astronomía e Historia Natural en la que se estudiaría el libro de Benito Bails (titulado *Elementos de Matemáticas*) y lo que juzgase el catedrático.
Recordemos que la Facultad de Filosofía tenía el rango de Facultad Menor (lo que hoy en día podría considerarse un Instituto de Enseñanza Secundaria), es decir, tenía un carácter de preparatorio para las Facultades Mayores.
Por Decreto de 8 de junio de 1843, se crea en la Universidad Central de Madrid (fundada en 1822 por traslado de la de Alcalá), la Facultad Mayor de Filosofía. Pero la

principal novedad es que se reúnen en esta universidad las cátedras del Museo de Ciencias Naturales y del Observatorio Astronómico de Madrid.
En 1845 se inicia el llamado Plan Pidal. Con esta reforma, la Facultad de Filosofía se convierte en una Facultad Mayor (en el resto de universidades españolas). Dentro de esta Facultad había dos orientaciones, en Letras y en Ciencias. En este nuevo proyecto aparecía la asignatura de Astronomía (esta materia tuvo la denominación de "Astronomía física y matemática" en las reforma de Pastor Díaz de 1847 y a partir de 1852 se denominó "Astronomía física y de observación". Según el escalafón de catedráticos, los primeros en impartirla en Madrid fueron Manuel Pérez Verdú, Antonio Aguilar Vela y Eduardo Novella (Ramón Teruel hizo lo propio en la Universitat de Valencia y Lorenzo Presas Puig, Miguel Maisterra y Joaquín Riquelme Laín-Calvo en la Universitat de Barcelona). Con este plan, además, el doctorado cobró más importancia, pues para obtenerlo había que superar una etapa de docencia, de la que se carecía en el Antiguo Régimen.

En el año 1857, con la ley Moyano (ley de educación que estuvo en vigor en España hasta 1970), por primera vez, se contempla una Facultad de Ciencias (Exactas, Físicas y Naturales) diferenciada de la de Filosofía y Letras.
En dicha Facultad se admitía la existencia de tres secciones: ciencias físico-matemáticas, ciencias químicas, y ciencias naturales.
El plan de estudios constaba de tres primeros cursos (comunes a las tres secciones) con los que se podía obtener el grado de bachiller. Posteriormente, para cada sección, dos cursos más (4º y 5º) para obtener el grado de licenciado, y dos cursos más (6º y 7º) para obtener el grado de doctor (sólo en Madrid).
Como asignaturas relacionadas con la Astronomía, nos encontramos en 6º con la de Geodesia, y en 7º con la de Astronomía física y de la observación.

Parecía que definitivamente, aunque con bastante retraso, la ciencia entraba de lleno en la universidad española, sin embargo surgieron muchas dificultades, y esta ley ciertamente positiva, en teoría, no pudo llevarse a la práctica por igual en todas las universidades. Entre las dificultades hay que destacar reticencias claustrales y la penuria económica, que impedía que se ocupasen las cátedras vacantes. Además, hacían falta reglamentos y nuevos planes de estudio que desarrollasen y mejorasen la ley. Se hicieron varios intentos, pero los vaivenes políticos (Revolución "La Gloriosa" y Restauración) impedían su éxito en la implantación.

Por Decreto de 13 de agosto de 1880, se aprueba un nuevo plan de estudios (plan Lasala) para la Facultad de Ciencias, que pasaría a contar con tres secciones: físico-matemáticas, físico-químicas (novedad en la denominación), y naturales. En Madrid estaban las tres. En Barcelona las dos primeras. En Valencia, Santiago, Zaragoza, Granada, Sevilla y Valladolid, solamente existirían los estudios preparatorios de Medicina y Farmacia. Entre estas últimas, Zaragoza consiguió las dos primeras secciones en 1893, y Valencia la de físico-químicas en 1896.
Haciendo un repaso histórico de la *Gaceta de Madrid*, vemos que es sobre 1880 cuando se cubren las primeras cátedras de Cosmografía y Física del Globo y también de Geodesia.
Así, nos encontramos con que en la Universidad Central de Madrid, Dionisio Garroño ocupa la cátedra de Cosmografía en 1881, y un año más tarde, Eduardo León y Ortiz la de Geodesia. Garroño estuvo al frente de la cátedra hasta 1894, año en que la ocupó

José de Castro y Pulido. León desempeñó en la cátedra de Geodesia (más tarde con la denominación Astronomía Esférica y Geodesia) hasta 1914.
En la Universitat de Barcelona encontramos a José Castro y Pulido que ocupa la cátedra de Cosmografía en 1882 y un año más tarde, José Doménech i Estapá se hace cargo de la de Geodesia (anteriormente también se habían ocupado Joaquín Riquelme y Miguel Bonet). Castro y Pulido estuvo en la cátedra hasta 1894 (año que ocuparía la misma cátedra de Madrid por concurso de traslado) ocupándola luego Ignacio Tarazona y Blanch tras un paso efímero de Juan Ordoñez.

En la Universidad de Zaragoza, en 1893, Gabriel Galán y Ruiz, accedió a la cátedra de Geodesia, y en 1895 será Graciano Silván el que ocupe la de Cosmografía.
También fueron catedráticos de Cosmografía en 1895, Juan Codoñer Blat en Valencia (parece ser que también había impartido esta asignatura en Zaragoza), Ángel Berenguer en Granada, Enrique Fernández Echevarría en Oviedo y Luis Abaunza en Sevilla.

BIBLIOGRAFÍA

GACETA DE MADRID. Consulta disponible online en http://www.boe.es/

LÓPEZ PIÑERO, J. M. (ED.) *La Ciencia en la España del siglo XIX*. Edita: Ayer. Madrid. 1992. ISBN: 84-87827-06-3.

PESET, M. Y ALBIÑANA, S. *La Ciencia en las universidades españolas*. Ediciones Akal S.A. Torrejón de Ardoz (Madrid). 1996. ISBN: 84-460-0576-X (Tomo XXXVI).

PESET, M. Y PESET, J. L. *La Universidad española (siglos XVIII y XIX). Despotismo ilustrado y Revolución liberal*. Edita: Taurus. Madrid. 1974. ISBN: 84-306-3023-6.

SÁNCHEZ RON, J. M. (ED.). *Ciencia y Sociedad en España: De la Ilustración a la Guerra Civil*. Ediciones El Arquero. Madrid. 1988. ISBN: 84-86902-04-5.

TABLA RESUMEN SEGUNDA ETAPA

Al igual que hemos hecho en el capítulo I veamos ahora los principales descubrimientos en el campo de la Astronomía y las aportaciones de los astrónomos españoles de la época.

HITOS DE LA ASTRONOMÍA	CONTRIBUCIONES ESPAÑOLAS
1772-1778. Ley de Titius-Bode	
	1773-1776. Primer programa de observaciones en el Observatorio de la Marina (dirección de Vicente Tofiño)
1781. William Herschel descubre Urano	
1782. John Goodricke descubre la primera binaria eclipsante (Algol)	
	1792. Primera edición del *Almanaque Náutico*.
1801. Giuseppe Piazzi descubre Ceres. Un nuevo planeta, luego asteroide, hoy en día planeta enano.	
1804. Herschel descubre el movimiento orbital de las estrellas dobles.	
1809. Carl Friedrich Gauss en *Theoria Motus Corporum Coelestium* enuncia un método para determinar una órbita con tres posiciones.	
1814. Joseph von Fraunhofer obtiene un espectro del Sol en el que identifica algunas líneas con elementos químicos terrestres.	
1821. Comienza a publicarse *Astronomische Nachrichten*.	
1832. Gaspard-Gustave Coriolis publica su trabajo sobre la comparación de aceleraciones respecto a dos sistemas de referencia.	
1838. Friedrich Wilhem Bessel obtiene la primera paralaje de una estrella –Cygnus 61- (y por tanto su distancia)	

1840. John William Draper obtiene la primera fotografía astronómica (la Luna). Lassel inventa el sistema de seguimiento para los telescopios.	
1842-1848. Christian Doppler y Armand Hippolyte Louis Fizeau obtienen un método para medir la velocidad radial (y por tanto determinar rotaciones planetarias y movimientos relativos)	
1846. Bessel idea un método para detectar cuerpos "invisibles" en sistemas estelares múltiples. Urbain Jean Joseph Le Verrier y John Couch Adams (independientemente) predicen la existencia de un nuevo planeta –Neptuno-. Fue observado por primera vez por Johann Gottfried Galle (Observatorio de Berlín) en ese mismo año.	
1849. Comienza a publicarse *The Astronomical Journal.*	
	1850 en adelante. Se dota de nuevo instrumental al Observatorio de Madrid.
1859. robert Wilhem Bunsen y Gustav Robert Kirchhoff diferencian entre espectros de emisión y absorción. Este descubrimiento marca el inicio de la Astrofísica.	
	1860 en adelante. Dotación de nuevos instrumentos para el Observatorio de Marina.
1877. Asaph Hall descubre los dos satélites de Marte: Fobos y Deimos.	
1885. Edward C. Pickering publica el primer catálogo de espectros estelares, con gran ayuda de Annie J. Cannon.	

1889. Pickering descubre la primera binaria espectroscópica (Mizar), gracias a una importante contribución de Antonia Caetana Maury. -Comienza a publicarse las *Publications of the Astronomical Society of the Pacific.*	
1895. Comienzan a publicarse las revistas *The Astrophysical Journal* y las *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.	

CAPÍTULO III: TERCERA ETAPA (COMIENZOS SIGLO XX-1970)

INTRODUCCIÓN A LA TERCERA ETAPA

En España el comienzo del siglo XX se caracteriza por una época de estabilidad y de preocupación por el avance científico tras el desastre de 1898 en la que se perdieron las últimas colonias de ultramar (Cuba y Filipinas). Fruto de esa situación es la toma de decisiones para mejorar el nivel cultural y científico del país. Una de ellas fue la creación del Ministerio de Instrucción Pública (lo que hoy podríamos denominar Educación). Es, además, la época donde se crean nuevas estructuras científicas como la Junta de Ampliación de Estudios (JAE), y también de nuevas asociaciones para el fomento de las ciencias como la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (AEPC).

En el campo de la Astronomía, ninguno de los observatorios existentes ni de los nuevos, se integraron en la JAE. Este organismo ha contribuido mucho a la ciencia de nuestro país y no nos atrevemos a aventurar qué hubiera pasado si algún centro astronómico se hubiera adherido.

Por otra parte, gracias al padre Cirera (del Observatori de l´Ebre), la Astronomía tuvo una sección propia dentro de la AEPC. El principal fin de esta Asociación era la organización de un congreso de carácter bienal donde los científicos españoles (y durante algún tiempo también portugueses) de todos los campos daban a conocer los principales trabajos que se estaban realizando, tanto en España como en el extranjero. Hoy estamos acostumbrados a oír sobre la organización de congresos con temática muy concreta y específica, sin embargo, en aquellos años la celebración de dichas reuniones era un logro. Con el paso del tiempo, la utilización política de la Asociación y el comienzo de la organización de congresos en áreas científicas específicas hizo que desapareciese.

A principios del pasado siglo, en España se crean varios observatorios astronómicos. Por orden cronológico, el primero es el Observatorio de Cartuja (Granada) en 1902. Dicho Observatorio fue creado por la Compañía de Jesús. Los jesuitas construyeron también el Observatori de l´Ebre en 1904 para el estudio de las relaciones entre el Sol y la Tierra.

También de 1904 es construido, gracias a la iniciativa privada, el Observatori Fabra, éste perteneciente a la Reial Academia de Ciencies i Arts de Barcelona.

Asimismo son de esta época los primeros observatorios astronómicos universitarios. Ignacio Tarazona fundó el de la Universitat de Barcelona y posteriormente el de Valencia. El primero tradicionalmente se le ha considerado como una utilidad de la Facultad de Ciencias, mientras que el segundo se ha mantenido hasta hoy como un centro con personalidad propia.

También a principios del siglo XX surgen numerosos aficionados a la Astronomía con contribuciones interesantes, algunos dotados de instalaciones astronómicas de calidad. Este fenómeno se ha producido principalmente en Catalunya y en las Illes Balears, aunque es imprescindible citar también los casos del Observatorio Ocharan (Castro Urdiales-Cantabria) y del Observatorio de Lalín (Pontevedra).

Otro fenómeno a tener en cuanta en esta época es la necesidad de coordinar las distintas actividades astronómicas tanto a nivel nacional como internacional. Así surgen asociaciones como la Comisión Nacional de Astronomía (CNA) y la International Astronomical Union (IAU).

En el aspecto docente, tras la guerra civil, se reorganizan las Facultades de Ciencias y se crean cátedras de Astronomía en las universidades de Madrid, Barcelona, Zaragoza, Santiago de Compostela, y Oviedo.

Veremos en este capítulo en qué consistieron las actividades astronómicas de los dos observatorios hasta entonces existentes, y cómo y con qué fines nacieron los nuevos observatorios de carácter profesional.
En el aspecto docente, haremos hincapié en las principales contribuciones de los catedráticos de Astronomía de las universidades españolas.
También describiremos las principales aportaciones de los astrónomos aficionados en la primera mitad del siglo XX.

Quizás pueda cuestionarse que este período no se haya dividido en dos, tomando como punto medio la guerra civil. El que no lo hayamos hecho obedece a dos razones. Una es que no todos los centros notaron sus efectos y buena parte de ellos pudieron seguir realizando sus actividades. La otra razón es que aquellos centros que sí se vieron afectados, en el momento de comenzar de nuevo sus actividades, lo siguieron haciendo con las mismas tareas y compromisos que se habían estado realizando anteriormente (salvo una excepción que veremos más tarde).

En cuanto a la Astronomía en general, a principios del siglo XX, Europa pierde la hegemonía en manos de los emergentes Estados Unidos. La construcción de los mayores telescopios y de buenos instrumentos auxiliares en los Estados Unidos, gracias a la ayuda de mecenas, y su colocación en buenos lugares de observación, ha permitido obtener imágenes y datos que han puesto a este país en la vanguardia de los conocimientos astronómicos.
Definitivamente la Astrofísica va creciendo en interés e importancia, gracias al avance de la fotometría y la espectroscopía desde finales del siglo XIX.
La fotometría es una técnica que permite a los astrónomos medir el brillo de un astro. Para ello se utilizaba un instrumento denominado fotómetro fotoeléctrico. El primero se construyó en Inglaterra pero pronto los Estados Unidos tomaron el liderazgo en la construcción de estos instrumentos. Veremos cómo y cuándo los observatorios españoles se dotaron de estos instrumentos.
En cuanto a la espectroscopía, consiste en una técnica que permite obtener un espectro de la energía (radiación electromagnética) que emiten (o absorven) los objetos celestes y estudiar así la naturaleza química de los mismos. El avance de la espectroscopía fue debido principalmente a una serie de trabajos de numerosos científicos que culminaron con los resultados obtenidos por Bunsen y Kirchoff sobre los espectros en 1859. Gracias a estos avances, los astrónomos tuvieron una herramienta decisiva para determinar la composición química de los objetos celestes a partir de su espectro, además de otras aplicaciones relevantes.

Como veremos, España no fue ajena al imparable avance de la Astrofísica. En el Observatorio de Madrid se realizaron diversos trabajos de esta índole y en los Observatorios del Ebro y de Cartuja se llevaron a cabo estudios de Física Solar. Sin

embargo, tras la guerra civil (y esta es la excepción a la que nos referíamos anteriormente), no se siguió con esta línea de trabajo en Madrid por distintos motivos que veremos a continuación. Este "parón" que duró varias décadas, aparte de suponer un retraso en esta rama de la Astronomía con respecto a nuestros vecinos europeos, ha contribuido, bajo nuestro punto de vista, a pensar erróneamente que la práctica de la Astrofísica era inexistente y que los primeros trabajos sobre la materia comenzaron en los años sesenta en las Islas Canarias.

Pero además, en la década de los treinta, se produjo el nacimiento de una nueva rama de la Astronomía: la Radioastronomía. Esta nueva rama ha permitido el descubrimiento de nuevas clases de objetos y de la observación de cuerpos ya conocidos desde una "óptica distinta". En España, no se empezaría hablar de Radioastronomía hasta finales de la década de los sesenta.

Otro aspecto relevante es el inicio de la carrera espacial (que toma su punto de partida en el lanzamiento del Sputnik en 1967). El hecho de poder colocar fuera de nuestra atmósfera instrumentación científica en satélites artificiales ha permitido, no solamente un resurgimiento de la Mecánica Celeste por los nuevos problemas que han surgido al poner en órbita estos ingenios, sino también el poder obtener datos e imágenes del Universo en longitudes de onda que no son posibles de conseguir desde la superficie de la Tierra, sin olvidarnos del envío de sondas para explorar los planetas del Sistema Solar, los cuales nos han proporcionado nuevos e importantes datos sobre su composición y estructura. España se ha incorporado pronto al estudio de estas nuevas posibilidades gracias, entre otras razones, al establecimiento en suelo español de estaciones de seguimiento de satélites artificiales para el servicio de la NASA especialmente.

En cuanto a las ramas más clásicas de la Astronomía, la Astronomía de Posición y la Astrometría, esta etapa continúa con avances como la actualización de los Sistemas de Referencia y los Catálogos Estelares, así como el descubrimiento de nuevos cuerpos en el Sistema Solar. En España, tuvieron relevancia en esta época, los trabajos de colaboración internacional de los Observatorios de San Fernando y de Madrid, los descubrimientos y estudios de astrometría de cuerpos menores del Observatori Fabra y de los observatorios universitarios de Barcelona y Valencia y los trabajos sobre estrellas dobles en los observatorios de Lalín y Santiago.

Para desarrollar el capítulo seguiremos el siguiente esquema:

- Creación de nuevos observatorios privados y universitarios.
- Actividades desarrolladas por los Observatorios de Marina y de Madrid.
- Inicios de la Astronomía amateur.
- Constitución de la CNA y de la IAU.
- Creación de nuevos observatorios a mediados de siglo.
- Papel del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en la Astronomía española hasta 1975.
- Enseñanza de la Astronomía en la Universidad española.
- Comienzos de la Astronomía espacial en España.
- Tabla de sucesos relevantes en Astronomía y aportaciones españolas.

LA CREACIÓN DE NUEVOS OBSERVATORIOS

Una vez que en los capítulos precedentes hemos hablado de la etapa pre-observatorial y de la época posterior al nacimiento de los dos observatorios más antiguos de España, en este tercer capítulo merece nuestra atención la creación de una serie de observatorios a lo largo y ancho del país y que, sin duda, vinieron a enriquecer el panorama astronómico de España de comienzos del siglo XX. Veremos ahora cómo se crearon y cuáles han sido sus principales actividades astronómicas realizadas hasta la década de los setenta.

OBSERVATORIO DE CARTUJA
Como referencia básica a este Observatorio, usaremos el artículo *Nacimiento y Evolución del Edificio del Observatorio de Cartuja desde 1902 hasta 2002* de Espinar y Morcillo, contenido en el CD-ROM realizado con motivo del primer centenario de la institución.

El Observatorio de Cartuja (Granada) fue fundado en 1902 por la Compañía de Jesús, gracias a una serie de circunstancias personales, científicas y económicas. Puede decirse que la iniciativa partió del P. Juan de la Cruz Granero (reforzada por las ideas del R. Padre Provincial, Jaime Vigo).

El desencadenante fue el viaje que realizó éste (junto con el P. Ramón Martínez y el H. Luis Hurtado) para observar y estudiar el eclipse de Sol del 31 de mayo de 1900, y la posterior conferencia científica sobre dicho suceso que se celebró el 10 de junio del mismo año.

A partir de esa conferencia, el P. Antonio Osborne ofreció destinar parte de la "legítima familiar" para que el proyecto de Observatorio se hiciera realidad, y además, su madre, la Condesa viuda de Osborne, aportó también medios económicos para ello.
El edificio (del que su arquitecto Enrique Fort cedió los planos de forma gratuita) se inauguró el 19 de marzo de 1902, aunque no se dotó de todos los aparatos hasta unos meses después. Sus instalaciones estaban situadas en las afueras de la ciudad de Granada en una colina a 774 metros de altitud.

Desde sus comienzos tuvo tres secciones: astronómica, geodinámica (sísmica) y meteorológica. El P. Granero viajó por Inglaterra, Francia e Italia para adquirir instrumentos de calidad para las tres secciones. Para la sección astronómica, en seguida se le dotó de un refractor Mailhat, con una lente de 33 centímetros de diámetro y un tubo de 5,35 metros de longitud, junto con otros instrumentos auxiliares como un micrómetro de posición, diafragma iris, cámaras fotográficas ordinarias, ampliadora, dos buscadores, objetivo fotográfico, regulador Foucault, dos espectroscopios Grubb, oculares, etc.

Más tarde, María de la Soledad Lobatón adquirió para el Observatorio un ecuatorial Grubb de 15,2 centímetros de diámetro y una distancia focal de 2,30 metros. Además se dotó de un círculo meridiano Mailhat con objetivo de 58 milímetros de apertura y 62 centímetros de distancia focal, así como de otros instrumentos auxiliares como ocular micrométrico, prismas zenital y nadiral con lente correctora, círculo dividido provisto

de dos microscopios micrométricos, una mira con objetivo de 50 metros de distancia focal y dos niveles muy sensibles.

Otros instrumentos adquiridos fueron un espectrógrafo Littrow autocolimador (con todos sus accesorios) y un macromicrómetro Hilger con los que se realizaron algunos trabajos de espectrografía solar. También contó con un fotoheliógrafo, donado por Manuel María Sánchez-Navarro y José Mier y Terán, con el que se inició la obtención de fotografías del Sol.

Mailhat de 33 centímetros. Cortesía del Observatorio de Cartuja (obtenida del CD del centenario de la institución).

Los primeros trabajos astronómicos consistieron en el desdoblamiento de estrellas dobles, obtención de espectros, pero sobre todo, la observación diaria y visual de la fotosfera, obteniendo dibujos de las manchas solares.
Como anécdota, podemos comentar que la instalación eléctrica del Observatorio fue realizada por el abuelo de Eduardo Battaner López, actual catedrático de Astrofísica en la Universidad de Granada.

Fachada del Observatorio de Cartuja

A lo largo de sus más de cien años de historia, esta institución ha tenido directores con diversa formación. Esto suponía que con la llegada de un nuevo director, éste prefiriese profundizar en unas líneas de trabajo frente a otras. Sin lugar a dudas, esta instalación es conocida hoy sobre todo por sus estudios en Sismología. Sin embargo, y en el aspecto que nos interesa, el astronómico, la actividad fue intensa en los inicios. Luego hubo varios años donde sus directores no le dieron tanta relevancia a esta especialidad, hasta la llegada del P. Teodoro Vives en 1964. Veamos una pequeña biografía de este personaje antes de continuar con la historia de este Centro.

Teodoro Vives obtuvo la licenciatura en Ciencias Físicas en la Universitat de Barcelona (con Premio Extraordinario) y el doctorado en la Universidad de Madrid. A lo largo de su dilatada carrera ha trabajado en diversos centros de investigación: Observatorio Interamericano de Cerro Tololo (Chile), Observatorio Vaticano de Castelgandolfo (Italia), Observatorio de Cartuja (España), Observatorio Astronómico Remeis de Bamberg (Alemania), Instituto Max Planck de Astronomía de Heidelberg (Alemania), Instituto de Astronomía y Física del Espacio de Buenos Aires (Argentina), Observatorio da Piedade de Belo Horizonte (Brasil), Observatorio de Cambridge (Reino Unido) y el Observatorio do Valongo de Río de Janeiro (Brasil). También ha ejercido la docencia en diferentes universidades como la Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Granada, Universidad Federal de Belo Horizonte y Universidad Federal de Río de Janeiro.

Continuando con la historia del Observatorio de Cartuja, en 1964, Teodoro Vives es enviado a este Centro por el Padre General de los Jesuitas para reforzar la investigación

en Astronomía y fue nombrado en 1965 director del mismo (cargo que mantuvo hasta 1968 en que fue sustituido por Matías García Gómez). En aquellos años, la actividad astronómica en el Observatorio no pasaba por su mejor momento, siendo la sección sismológica la que mayor importancia había conseguido. Sin embargo, el anterior director del Centro, el P. Antonio Due (desde 1940 hasta 1965), aunque no era un astrónomo observacional, sí que se dedicó a divulgar sobre la ciencia astronómica y bajo su dirección, en 1959, se dotó al refractor Mailhat de un fotómetro fotoeléctrico (el primero que funcionó en España), construido en el propio Observatorio.

Gracias a ello se pudo comenzar un programa sistemático de observaciones de estrellas variables. Dicho fotómetro fue sustituido por uno nuevo de corriente continua en 1964. Puede verse una descripción por Teodoro Vives de este nuevo fotómetro en el número 259 (año 1964) de la revista *Urania*.

Entre las iniciativas de Teodoro Vives hay que destacar su empeño en crear una estación de observación fuera de la ciudad de Granada, ya que en 1966, la contaminación lumínica era ya importante y dificultaba las observaciones. Como no podía ser de otra forma, se buscó un lugar adecuado en Sierra Nevada, y en el verano de ese año, Vives invitó al profesor de Astronomía de la Universidad de la Sorbona y director del Observatorio de Pic du Midi, Jean Rösch, con el fin de escoger el lugar más adecuado, eligiéndose la colina denominada "Mohón del Trigo", a 2.606 metros de altura, de fácil acceso por su cercanía a la carretera. En esta instalación se colocó un reflector de la casa Kyoto, de 32 centímetros de apertura, y un fotómetro fotoeléctrico de doble haz, ambos donados por la Universidad Jesuita de Georgetown de Washington (Estados Unidos).

Fotografía de Teodoro Vives Soteras. Cortesía de Francisco Gil (www.portalciencia.com)

Pero Vives, además de ser el ideólogo de esta importante instalación, tenía ya la visión de que si se quería realizar una investigación astronómica de calidad, era necesario establecer relaciones de colaboración con instituciones de otros países, con mejor formación y tecnología, pero con el hándicap de no disponer de un lugar excelente para

realizar sus observaciones. Teodoro Vives tuvo el gran mérito de conseguir dos convenios de cooperación, uno con el Real Observatorio de Greenwich (RGO), y otro con el Instituto Max Planck de Aeronomía de Lindau.

Con motivo de estos acuerdos, vinieron a colaborar a Granada (procedentes de la Universidad Complutense de Madrid) personas como Ángel Rolland, José María Quintana y Eduardo Battaner, y fruto de su trabajo es la creación años más tarde del Departamento de Física del Cosmos en la Universidad de Granada y del Instituto de Astrofísica de Andalucía. Pero esto será objeto de estudio en otro capítulo.

OBSERVATORI FABRA

Como referencia básica, utilizaremos el artículo *En el centenario del Observatorio Fabra. Antecedentes, realizaciones, proyectos compartidos de futuro* de Josep María Codina, recogido en las actas de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España.

Actualmente, el nombre oficial de este Centro es Observatori Fabra aunque inicialmente su denominación era Observatorio Fabra. Utilizaremos ambas denominaciones indistintamente.

Este Observatorio situado en el monte Tibidabo (Barcelona) fue inaugurado el 4 de abril de 1904, y pertenece a la Reial Academia de Ciencies i Arts de Barcelona.

Esta Academia nace en 1764 (con el nombre de Conferencia Phisico-Matemática Experimental) y fue promovida principalmente por un grupo de profesionales con la finalidad de compartir y aumentar sus inquietudes científicas. Tres años más tarde, los jesuitas son expulsados de España, por lo que la Real Conferencia Física (nuevo nombre que se dio a la institución en 1765 por haber obtenido la real protección) presentó un ambicioso proyecto docente para Barcelona (la Universidad por aquel entonces residía en Cervera), con la idea de que la Corona le cediese alguno de los locales utilizados por la Compañía de Jesús. En ese proyecto se contemplaba el estudio, entre otras disciplinas, de la Astronomía, con la previsión de un observatorio astronómico para las clases prácticas.

Dicho proyecto no se llevó a cabo. Hubo que esperar hasta finales del siglo XIX para disponer de un observatorio, en concreto gracias a una remodelación efectuada en uno de los locales que la Reial Academia de Ciencies i Arts (denominada así desde 1770) tenía en las Ramblas. La remodelación proyectada por el arquitecto José Doménech i Estapà incluía en la última planta dos torres. Una de las torres estaba destinada a albergar un telescopio ecuatorial y la otra a un anteojo meridiano. Con el segundo instrumento se suministraba la hora a Barcelona mientras que el primer instrumento no se instaló, realizándose en contrapartida observaciones meteorológicas.

Fachada del Observatori Fabra

La enseñanza de la Astronomía creció en calidad e interés, gracias al buen hacer de Eduard Fontseré (Comas Solá y Esteban Terradas fueron algunos de sus alumnos), y como la ciudad creció mucho, a lo que hay que añadir la colocación de las nuevas instalaciones eléctricas y de alumbrado público por gas, se pensó en situar el Observatorio fuera de la ciudad, ampliando también su cobertura a estudios sísmicos.

Finalmente, la construcción del observatorio fue posible, gracias a la financiación de Camilo Fabra, primer marqués de Alella, y la consecución de los terrenos por parte de la Diputación Provincial en el monte Tibidabo. Sus primeros instrumentos fueron un refractor visual y fotográfico Mailhat de 38 centímetros de apertura (donativo de Camilo Fabra) y un anteojo meridiano Mailhat de 20 centímetros con reloj sidéreo Dent (aportado por la Diputación Provincial). En el acto de inauguración estuvieron el rey Alfonso XIII, y el Presidente del Gobierno Antonio Maura, y la marquesa viuda de Alella, entre otras personalidades.

Refractor doble Mailhat de 38 centímetros. Cortesía del Observatori Fabra.

Desde sus inicios, el Observatori Fabra dividió sus actividades en Astronomía, Meteorología y Sismología.

En cuanto a la actividad puramente astronómica, el Centro se dedicó a la observación y estudio del Sistema Solar, observaciones de planetas, satélites, asteroides y trabajos sistemáticos de astrometría. Entre los primeros logros destacan las aportaciones de Comas Solá (primer director del Centro), el cual menciona por primera vez la posible existencia de atmósfera en Titán (1908), descubre 11 pequeños planetas (entre 1915 y 1930), descubre dos cometas (el Schain-Comas Solá, efectuado simultáneamente por ambos astrónomos en 1925, y el Comas Solá en 1926) y una estrella variable (la 2 Libra de tipo Cefeida). También el segundo director de la Sección astronómica, Isidre Pólit, descubrió una variable, la SS Cetus de tipo Algol.

Sin embargo, a partir de la década de los treinta, ya no se descubrieron más asteroides debido a la alta magnitud de los que quedaban por descubrir y las condiciones del cielo y del instrumental. Lo que sí se sigue haciendo desde sus inicios, es la realización de sistemáticas observaciones astrométricas de asteroides y cometas para su eficaz seguimiento. Muchas de estas observaciones han estado al amparo de programas de la Unión Astronómica Internacional, en colaboración con otras instituciones de investigación internacionales.

Fotografía de Comas Solá, primer director del Observatori Fabra. Cortesía de Josep María Oliver.

En el artículo *Astrometría en el Observatorio Fabra durante el siglo XX* firmado por Josep María Codina, Jorge Núñez y Nicolau Torras, se describen cinco etapas en la vida de esta institución.

La primera etapa comprende entre los años 1917 a 1925, que se caracteriza por observaciones fotográficas de asteroides y cometas efectuadas con una cámara Petzval y por observaciones visuales con el ecuatorial Mailhat. La medida de las placas fotográficas Petzval se efectuaba midiendo directamente las separaciones, según los ejes de coordenadas, entre las estrellas de referencia y el objeto. No se utilizaba un medidor de placas sino que se superponía la placa debidamente orientada sobre papel milimetrado y mediante una lupa se leían estas diferencias o separaciones. La reducción de las observaciones se hacía por interpolación lineal. Las observaciones fueron realizadas por Josep Comas Solá, mientras que las reducciones corrían a cargo de Isidre Polit, Joaquim Febrer, Ascensió Serret y Santiago Ribot. También se realizaron observaciones visuales de pequeños planetas con el ecuatorial Mailhat, en la que la posición de los objetos observados se determinaba con un micrómetro ocular a partir de una estrella de referencia próxima. Estas observaciones visuales fueron efectuadas principalmente por Isidre Polit. Los catálogos de referencia que se utilizaron fueron los de París, Abbadia (observaciones meridianas), General Catalogue de Boss, Niza, Greenwich, Toulouse, Wien-Okkatring, Bruselas, Córdoba y Bordeaux.

La segunda etapa (entre 1926 a 1938) viene marcada por la observación fotográfica de cometas y asteroides, tanto con la cámara Petzval como por el ecuatorial Mailhat. La medida de las placas ya no se hacía directamente sino con el macromicrómetro Prin (adquirido en 1925), y la reducción de las observaciones se seguía haciendo mediante interpolación lineal. Las observaciones con la cámara Petzval las realizaba Comas Solá (con la posible ayuda de Ramón Ortiz), y la reducción era tarea de Isidre Polit, Joaquim

Febrer, Santiago Ribot y Ramón Ortiz. Las observaciones fotográficas con el Mailhat fueron efectuadas por Isidre Polit. En cuanto a los catálogos se usaron los mismos que en la etapa anterior.

Asteroide	Fecha descubrimiento
804 HISPANIA	20-3-1915
925 ALFONSINA	13-1-1920
945 BARCELONA	3-2-1921
986 AMELIA	19-10-1922
1102 PEPITA	5-11-1928
1117 REGINITA	24-5-1927
1136 MERCEDES	30-10-1929
1188 GOTHLANDIA	30-9-1930
1626 SADEYA	10-1-1927
1655 COMAS SOLA	28-11-1929
1708 POLIT	1-12-1929

Tabla con los 11 asteroides descubiertos por Comas Solá

La tercera etapa transcurre entre 1939 a 1942. Tras el fallecimiento de Comas Solá, dejaron de realizarse observaciones con la cámara Petzval, continuándose la obtención de placas fotográficas con el Mailhat. La medida de las placas se continuó haciendo con el macromicrómetro Prin y la reducción de las observaciones con el método de interpolación lineal. Las observaciones fueron realizadas por Isidre Polit (director de la Sección de Astronomía entre 1937 y 1957) y las reducciones por Joaquim Febrer y Ramón Ortiz. Los catálogos que se usaron fueron prácticamente los mismos que en las etapas anteriores.

La cuarta etapa transcurre entre 1943 y 1978. Este período se corresponde con una intensificación de las observaciones fotográficas de asteroides y cometas efectuadas con la cámara del ecuatorial Mailhat, por el cambio de método de reducción y por el uso de nuevos catálogos de referencia más precisos. El instrumento de medida de las placas siguió siendo el macromicrómetro Prin, pero para la reducción se pasó del método de interpolación lineal al método de Arend, generalmente con tres estrellas de referencia, que permitía mayor precisión aunque la orientación de la placa no fuese perfecta. Por otra parte aparecieron dos nuevos catálogos de referencia más precisos, uno fue el AGK2 y el otro fue el catálogo del Smithsonian Astrophysical Observatory (SAOC) –con una precisión de 1 segundo de arco-, lo que permitió una mayor exactitud en los resultados de las observaciones.

El personal que prestó sus servicios en Fabra fue:

- 1943-1965: Isidre Polit, Juan José de Orús y Josep María Codina (observación) y Joaquim Febrer (director del Observatori Fabra entre 1957 y 1970), Juan José de Orús y Josep María Codina (reducción).
- 1966-1970: Josep María Codina, J. Navarro Solé y J.M. Mundet (observación) y Nicolau Torras (reducción).

- 1971-1978: Josep María Codina y Nicolau Torras (observación) y Nicolau Torras (reducción).

La quinta etapa, desde 1978 hasta nuestros días, será objeto de estudio en un apartado posterior.

OBSERVATORI DE L´EBRE

Utilizaremos como referencia para este epígrafe del artículo *El Observatorio del Ebro y la Observación Solar* de Batlló y Roca-Rosell, recogido en las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España (celebrado en el Real Observatorio de la Armada en 2003) y la monografía *Observatorio del Ebro. Un siglo de historia (1904-2004)* de García Doncel y Roca-Rosell.

Actualmente su denominación oficial es Observatori de l´Ebre, aunque en otras épocas también figuraban las menciones de Observatorio del Ebro u Observatorio de Física Cósmica del Ebro.

El Observatori de l´Ebre fue fundado en 1904 por la Compañía de Jesús en sus terrenos de Tortosa, y desde sus inicios su principal objetivo fue el estudio de la influencia del Sol en los fenómenos físicos que se producen en la Tierra.

El interés por la Astronomía y la construcción de observatorios por los jesuitas no ha sido, en realidad, una iniciativa de carácter local, sino que ese interés ha quedado plasmado asimismo en otros lugares del planeta. Puede verse más información sobre los observatorios jesuitas en *Searching the Heavens and the Earth: The history of Jesuit Observatories* de Agustín Udías (2003).

La inauguración privada del Observatorio tuvo lugar el 8 de septiembre de 1904 y la inauguración científica tuvo lugar el 30 de agosto de 1905 coincidiendo con un eclipse total de Sol en cuya franja de totalidad se encontraba Tortosa.
Su primer director fue el jesuita Ricard Cirera, el cual ya tenía experiencia investigadora como subdirector del Observatorio de Manila.

Desde el principio el Observatorio se centró en tres secciones: solar, electro-meteorológica y geofísica. Se pretendía no el estudio del Sol en sí, sino de las variaciones de su actividad y relacionarlos con los fenómenos físicos (especialmente electromagnéticos) observados en la Tierra.

La sección solar se centró en el estudio de la fotosfera y la cromosfera, siendo los primeros instrumentos destinados para tal fin, un telescopio refractor ecuatorial doble Mailhat (para observación visual y fotográfica) de 16,2 centímetros de apertura y 205 centímetros la distancia focal (fotográfica), y un espectroheliógrafo Evershed, a los que hay añadir distintos instrumentos auxiliares como un espectrogoniómetro (medición de las protuberancias y las velocidades radiales) y un pirheliómetro de Ángstrom (medición de la radiación).

La divulgación de todos los trabajos que se realizaban en el Observatorio se realizaba con la publicación *Boletín Mensual del Observatorio del Ebro,* cuyo primer número

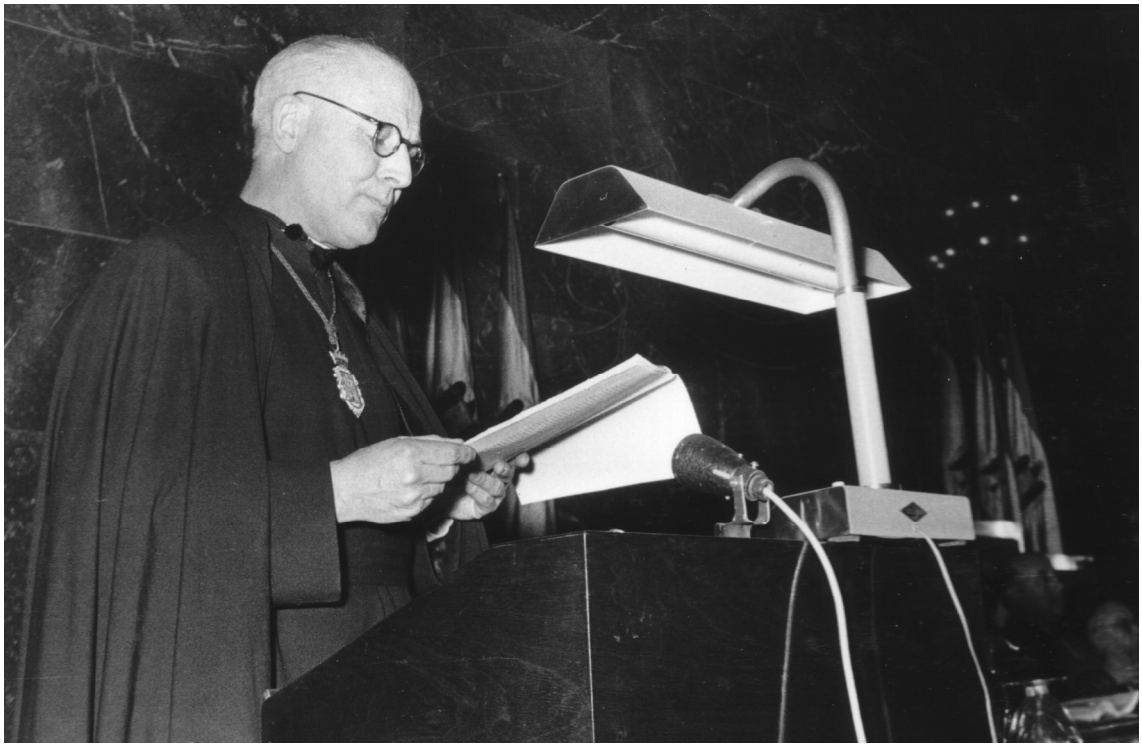
apareció en 1910. También, el Observatori de l´Ebre fue el responsable de la publicación de la revista *Ibérica* cuyo primer número apareció en 1914.

En 1919, toma el relevo en la dirección del Observatorio, Luis Rodés, sustituyendo a Ricard Cirera. Rodés nació en 1881 en Santa Coloma de Farners. Tuvo una amplia formación en Astronomía en los Estados Unidos, donde estuvo destinado a varios centros punteros como la Harvard University, The University of Chicago, Yerkes Observatory y Mount Wilson Observatory. En los Estados Unidos estuvo tres años y coincidió con personajes como E. C. Pickering, A. Michelson o G. Hale. Entre sus actividades astronómicas destacamos sus trabajos de espectroscopía y espctrografía. Al volver al Observatorio se dedicó, fundamentalmente, a la detección de velocidades radiales por el efecto Doppler-Fizeau, el estudio del "efecto Tierra" y el estudio de la influencia del Sol en los registros magnéticos y sísmicos. A lo largo de su trayectoria científica mantuvo importantes contactos y publicó 139 obras en revistas nacionales e internacionales. Cabe destacar su obra de divulgación *El firmamento* que vio la luz por vez primera en 1927. Falleció en 1939.

Fotografía de Luís Rodés. Cortesía del Observatori de l´Ebre.

Tras el final de la guerra civil en 1939, la situación del Observatorio era deplorable ya que sufrió la contienda en primera línea de fuego. Baste decir por ejemplo que el espectroheliógrafo jamás volvió a funcionar tras los graves daños sufridos.

En 1939 entra en el cargo de director del Observatorio una de las grandes figuras de la Astronomía española en los años centrales del siglo XX, el padre Antonio Romañá Pujo, que sustituyó en la dirección a Luis Rodés. A su llegada, y en las condiciones de penuria de la posguerra, el padre Romañá emprendió la tarea de la recuperación física y científica del Observatorio.



Fotografía de Antonio Romañá. Cortesía del Observatorio de l´Ebre.

La reanudación de las actividades fue posible gracias al apoyo del Instituto Geográfico y Catastral, Servicio Meteorológico Nacional, CSIC (del que el Observatorio entró a formar parte) y de la Dirección General de Reconstrucción de Zonas Devastadas.

En el aspecto científico de temática astronómica, los años cuarenta se caracterizan por la colaboración con José María Torroja, el cual realizó un primer trabajo sobre los ciclos de repetición de eclipses. También es de destacar un trabajo de Romañá, Cardús y Torroja sobre el "efecto Tierra" sobre la actividad solar, el cual había sido iniciado en el mismo por Luis Rodés.

Romañá creó dentro del CSIC la Unión Nacional de Astronomía y Ciencias Afines (UNACA) en 1946 (a propuesta de José María Albareda, secretario del CSIC) que contó con Torroja como principal colaborador. La idea de este Centro perteneciente al Patronato Alfonso X el Sabio era una especie de Departamento de Astronomía dentro del CSIC.

Quizás, una de las mayores aportaciones de Antonio Romañá, fue su buen hacer en las relaciones internacionales, tanto a nivel científico como a nivel oficial. Hay que recordar que en junio de 1945, España fue excluida de Naciones Unidas y de la mayor parte de organismos internacionales. En 1946 se encargó de la negociación con la IAU para que España siguiera siendo miembro de la misma (además de los problemas políticos se debían diez anualidades) y lo consiguió gracias a sus contactos con Jan Hendrik Oort (director del Observatorio de Leiden y Secretario General de la IAU) y al astrónomo belga Jean Delporte (ambos eran amigos de Rodés).
La solución que encontraron fue que España podría encargarse del Servicio de Cálculo de Efemérides de pequeños planetas para todos los observatorios del mundo (servicio que venía realizando el Astronomischen Rechen Institut y que interrumpió tras la II guerra mundial). Se determinó que con esta responsabilidad, España tendría pocas probabilidades de ser expulsada de la IAU. Finalmente, el trabajo en el cálculo de efemérides fue compartida entre varios observatorios (siendo el de Madrid el que mayor carga de trabajo tuvo).

En 1950 el Observatorio adquirió un filtro Lyot para la observación de la raya espectral H-alfa del hidrógeno con lo que se pudo recuperar las observaciones solares. En principio la observación se realizaba de manera visual y no sería hasta 1959 cuando se pudo empezar la grabación fotográfica con dicho filtro.

Dos años más tarde, el Observatorio participa en una importante expedición a Guinea Ecuatorial para la observación del eclipse total de Sol el día 25 de febrero de 1952.

Entre 1957 y 1958 se celebró el Año Geofísico Internacional, en la que el Observatori de l´Ebre se implicó con interés. De hecho, una de las reuniones preparatorias fue organizada por el Observatorio del 11 al 18 de septiembre de 1956. Dicha reunión (la cuarta) tuvo lugar en Barcelona aunque se organizó un viaje en tren a Tortosa para que los científicos asistentes visitaran las instalaciones del Centro. Como hecho más destacable de la cita, la delegación soviética (primera vez que un grupo de científicos de la URSS entraba en España desde que finalizó la guerra civil) anunció su participación en la proyectada campaña de lanzamiento de satélites para el estudio del espectro solar.

En 1959 se instala en el Observatori de l´Ebre el primer radiotelescopio solar de España, el cual trabajaba en una longitud de onda de 1 metro. Se llegó a pensar en crear una sección de Radioastronomía, pero problemas con el instrumento y falta de personal impidieron su constitución.

En 1970, el padre Romañá pidió ser relevado de la dirección, aunque siguió trabajando en el Centro mientras la salud le acompañó. Falleció el 13 de octubre de 1981.
En la página web del Grup d´Estudis Astronomics (GEA) puede verse una pequeña biografía del padre Romañá. En dicha biografía aparecen también los cargos científicos que ha desempeñado. Entre ellos destacaríamos los de presidente del Patronato Alfonso X el Sabio del CSIC, secretario (en funciones de presidente) de la Unión Nacional de Astronomía y Ciencias Afines (UNACA), vocal de la Comisión Nacional de Astronomía (CNA), vocal de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE) y miembro de la Unión Astronómica Internacional entre otros muchos.

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA
Como referencia básica, utilizaremos el capítulo dedicado a este observatorio del libro de Pedro Ruiz Castell titulado *Astronomy and Astrophysics in Spain (1850-1914)*.
El primer observatorio astronómico de carácter universitario que se establece en España fue el de la Universitat de Barcelona, el cual fue promovido por el catedrático de Cosmografía y Física del Globo, Ignacio Tarazona Blanch.

Fotografía de Ignacio Tarazona. Cortesía del Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia

Ignacio Tarazona se formó en Valencia y Madrid, doctorándose en esta última ciudad en 1880. Después de ocupar varios puestos docentes en la Universitat de Valencia, en 1898 se traslada a Barcelona al ganar la cátedra de Cosmografía y Física del Globo. A su llegada a la Facultad de Ciencias ya disponía de un teodolito Repsold, un teodolito topográfico Brunner y un cronómetro sidéreo Frodsham. Sin embargo, no existía un edificio preparado para albergar estos instrumentos y en diciembre de 1900, Tarazona envió al Ministro de Instrucción Pública un proyecto para la instalación, la cual contaría con una cúpula de 4,5 metros de diámetro.

La respuesta del Ministerio fue afirmativa y Tarazona se puso en contacto en varias ocasiones con el constructor Howard Grubb, sugiriendo entre otras acciones mejoras en el diseño. En la *Gaceta de Madrid* de 25 de noviembre de 1903, las obras del Observatorio saldrían a concurso y las obras en los jardines de la Facultad de Ciencias comenzaron en febrero de 1904.

Paralelamente, además del edificio, Tarazona se interesó en la adquisición de nuevo instrumental para el Observatorio para lo que contactó nuevamente con Grubb, solicitándole presupuestos para varios instrumentos entre los que se incluían ecuatoriales portátiles, un fotómetro, un espectroscopio, etc. Tarazona solicitó una ayuda económica al Ministro de Instrucción Pública. Dicha ayuda fue aceptada y pudo comprar el instrumento principal del Observatorio, además de otros instrumentos auxiliares, un ecuatorial de 12,7 centímetros de apertura que llegó a Barcelona en 1905.

En 1923, y por donación de la extinguida Sociedad Astronómica de Barcelona (representada por Eduard Fontseré) el Observatorio recibe un ecuatorial astrofotográfico con doble objetivo de 22 centímetros de apertura, además de diversos accesorios. Estos instrumentos procedentes del "Observatori Català" de San Feliu de Guíxols (fundado por Rafel Patxot) ya se habían instalado en 1911 en la Facultad de Ciencias para uso conjunto de los miembros de la Sociedad Astronómica de Barcelona y por los alumnos de Astronomía.

Este Observatorio se ha considerado a lo largo del tiempo, como una utilidad de la Facultad de Ciencias pensada para el adiestramiento de los estudiantes, y no como una estructura científica con personalidad propia.

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSITAT DE VALENCIA

Usaremos como referencia básica de este epígrafe el artículo *Cien años del Observatorio de la Universidad de Valencia* (Ruiz et al, 2003) editado en las actas de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España.

La creación del Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia se debe también a Ignacio Tarazona y Blanch, catedrático de Cosmografía y Física del Globo en la universidad valenciana desde 1906 (anteriormente ocupó la misma cátedra en Barcelona). Es a finales de 1907, cuando se inician los trámites para la construcción del Observatorio. Tarazona tuvo que "luchar duro" con sus compañeros de Facultad e incluso tuvo que poner dinero de su parte para que el proyecto se hiciese realidad. La instalación se completa en 1910 con la construcción de la cúpula giratoria.

Los primeros instrumentos astronómicos de los que se dispuso en el Observatorio fueron el refractor ecuatorial Grubb de 6 pulgadas (unos 15,2 centímetros) fabricado en 1909, un teodolito topográfico Salmoiraghi (1907) y un estereoscopio con estereomicrómetro (1908), además de otros instrumentos.

Tarazona, con la ayuda del auxiliar de cátedra, Vicente Martí Ortells, marcó las actividades a realizar: trabajos sistemáticos (servicio de la hora oficial y fotografía diaria del Sol); trabajos prácticos de carácter docente; recepción de telegramas meteorológicos; trabajos especiales (observaciones de eclipses, planetas) y servicios especiales (verificación de cronómetros de la marina mercante, datos de tipo meteorológico, declinación magnética).

Las actividades docentes, administrativas y labores de difusión y promoción de la Astronomía (trabajos de divulgación, visitas al centro), hicieron que el número de publicaciones fuese reducido, sin embargo éstas eran de gran calidad y así fue reconocido por sus colegas.

Ecuatorial Grubb restaurado propiedad del Observatorio de Valencia

El Observatorio de la universidad valenciana continuó con una actividad normal hasta el 12 de mayo de 1932, fatídico día en el que un incendio destrozó el edificio. Hubo que esperar hasta 1946 para disponer de unas nuevas instalaciones.
A pesar de la inversión, la actividad en el Observatorio fue decayendo (con el consecuente deterioro de instalaciones y material) hasta 1968, año en el que el profesor Álvaro López tomó las riendas del Centro, y con gran dedicación y esfuerzo consiguió la recuperación del Observatorio.

BIBLIOGRAFÍA

BATLLÓ, J. y ROCA-ROSELL, A. *El Observatorio del Ebro y la observación solar*. En: Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España 1753-2003. Editado por Miguel Vallejo. 2003, p. 19-24.

BLANCA, M., CURTO, J. J., BATLLÓ, J. y SOLÉ, G. *Modernización de la actividad solar en el Observatorio del Ebro*. Recogido en las comunicaciones de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España.

CODINA, J. M. *En el centenario del Observatorio Fabra. Antecedentes, realizaciones, proyectos compartidos de futuro*. En: Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España 1753-2003. Editado por Miguel Vallejo. 2003, p. 53-62.

CODINA,J. M., NUÑEZ, J. y TORRAS, N. *Astronomy at the Fabra Observatory during the 20th Century*. Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Centè aniversari de l'Observatori Fabra, D.L.: B-18.747-08, pp. 23-38, (2008).

ESPINAR, M. y MORCILLO, J. D. *Nacimiento y evolución del Edificio del Observatorio de Cartuja desde 1902 hasta 2002*. [CD-ROM] Historia del Observatorio de Cartuja 1902-2002. Editado por Espinar, M., Esquivel, J.A. y Peña, J.A. Concejalía de Turismo, Cultura y Deporte del Excmo. Ayuntamiento de Granada. 2002.

GARCÍA DONCEL, M. y ROCA ROSELL, A. *Observatorio del Ebro. Un siglo de Historia. (1904-2004)*. 2007. ISBN: 978-84-88253-05-7.

http://www.astrogea.org (Página web oficial del Grup d´estudis astronomics -GEA-)

http://www.obsebre.es (Página web oficial del Observatori de l´Ebre)

RUIZ, P. *Astronomy and Astrophysics in Spain (1850-1914)*. Cambridge Scholar Publishing. 2008. ISBN (10): 1-84718-439-1.

RUÍZ, P., MARTÍNEZ, V., BALLESTEROS, F. y NAVARRO, V. *Cien años del Observatorio de la Universidad de Valencia*. En: Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España 1753-2003. Editado por Miguel Vallejo. 2003, p. 81-92.

UDÍAS, A. *Searching the Heavens and the Earth: The History of Jesuit Observatories*. Kluwer Academic. 2003. ISBN: 140201189X.

EL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE MARINA (1904-1970)

PERIODO: 1904-1921
Esta etapa se caracterizaría por diversas circunstancias negativas como consecuencia directa de lo que se ha denominado "desastre de 1898". El director del Centro durante estos años fue Tomás de Azcárate (1849-1921).

Uno de los principales problemas a los que se enfrentó la institución fue la falta de personal. Entre 1909 (año en la que se aprueba la Ley de Plantillas de la Armada) y 1921, la plantilla (de las secciones de Astronomía y Efemérides) pasó de 25 a 15 personas. Fue necesaria una nueva reestructuración que culminaría en la aprobación del reglamento de 1924.

En el terreno científico es de destacar los trabajos realizados para la Carta del Cielo. Por la escasez económica y la falta de personal, estas labores transcurrieron con bastante lentitud, llegando incluso a peligrar la participación del Observatorio en la misión. Así, aunque las 1.260 placas que le correspondían estaban terminadas en 1894, no sería hasta 1923 cuando se finalizaron los trabajos correspondientes a los clichés de la Carta. El Catálogo obtenido en San Fernando (formado por 400.000 estrellas) fue publicado en varios volúmenes, el primero en 1921 y el sexto y último en 1929.
En cuanto a las observaciones de acontecimientos celestes tenemos que destacar los eclipses totales de Sol de 28 de mayo de 1900, de 30 de agosto de 1905 y de 17 de abril de 1912. Puede verse un estudio detallado de las expediciones españolas y extranjeras dentro de la Península Ibérica con motivo de estos eclipses en (Ruiz, 2008).

Por lo que se refiere a la elaboración del *Almanaque Náutico*, ya hemos comentado que para el año 1910 las efemérides fueron calculadas tomando el meridiano de Greenwich como referencia. En 1911 se celebró en París (del 23 al 26 de octubre) una conferencia internacional de efemérides en la que se acordó aumentar el número de estrellas reseñadas en las publicaciones para lo cual fue necesaria la colaboración entre siete observatorios dedicados al tema. A San Fernando se le encargó el cálculo de las posiciones aparentes de 350 estrellas. Los primeros resultados se obtuvieron en 1913 y fueron publicados en forma de suplemento en los almanaques para los años 1916 y 1917.
En 1901 había sido clausurada la Academia de Ampliación, y no se volverían a impartir enseñanzas de Astronomía hasta 1945.

PERÍODO 1922-1944
En 1924 se aprobó un nuevo reglamento (Real Decreto de 7 de febrero de 1924). En él se menciona además de las misiones habituales, la organización de la parte científica en los trabajos hidrográficos (esta actividad ya se había encomendada al Observatorio en 1908 al desaparecer la Dirección de Hidrografía). La causa por la que fue necesaria la reforma del reglamento fue debida, una vez más, a problemas de personal en el Centro en los primeros años del siglo XX.
En este reglamento se establecen tres secciones:

- Sección de Náutica y Geofísica (Primera Sección): encargada de la adquisición, depósito y reparación de los instrumentos de Marina y de las observaciones relativas a Meteorología, Magnetismo y Mareas.

- Sección de Efemérides (Segunda Sección): encargada del cálculo y publicación del *Almanaque Náutico*.
- Sección de Observaciones (Tercera Sección): encargada de las observaciones astrométricas y astrofísicas, cálculos para su reducción y publicación de resultados.
- Sección de Efemérides: encargada del cálculo y publicación del *Almanaque Náutico*.

A estas secciones hay que unirle la Academia, Oficinas (Secretaría, Biblioteca, Archivo y Contaduría) y Mantenimiento.

En 1927 (mediante Real Decreto de 7 de diciembre) se crearía la Cuarta Sección también denominado Servicio Hidrográfico de la Armada.

Veamos a continuación las principales actividades realizadas en estos años en la Sección de Observaciones:

- Entre 1922 y 1944 se realizaban con asiduidad observaciones de pasos por el meridiano para el Servicio de Hora de la Sección de Astronomía. Estas observaciones se podían resumir en: determinación de la hora astronómica, comparación de la hora local con la del meridiano de Greenwich por medio de señales radiohorarias (para determinar la diferencia de longitud entre el Observatorio de San Fernando y el meridiano de Greenwich), y emisión de señales horarias por medio de la Estación Radiotelegráfica de San Carlos. Además, en 1933 se realizaron observaciones extraordinarias de pasos con motivo de la primera Campaña Internacional de Longitudes.
- En cuanto a las observaciones astronómicas se continuaron con los trabajos de la Carta del Cielo. En 1929 se presentó el sexto (y último) volumen del Catálogo Astrofotográfico de San Fernando y en 1932 se inició un programa para determinar los movimientos propios de las estrellas del Catálogo pero tras el estallido de la guerra civil no se pudieron conseguir grandes resultados.
- Se han realizado también observaciones meteorológicas, geomagnéticas y sísmicas.

En la Sección de Efemérides se continuó con la elaboración y publicación del *Almanaque Náutico*.
La guerra civil apenas afectó al Observatorio. Continuó con sus actividades con normalidad, a excepción de que en determinados momentos sufrió la falta de suministro de placas fotográficas, que ralentizó sus actividades para la elaboración de la Carta del Cielo.

PERÍODO 1945-1970
En 1945 se redactó un nuevo reglamento para el entonces denominado Instituto y Observatorio de Marina. En dicho reglamento se define al Instituto y Observatorio como un *centro científico afecto a la organización naval* en la que se distingue un doble carácter de investigación y de docencia. Una de las principales novedades del reglamento de 1945 fue la estructuración del centro en tres secciones.

- La Sección de Efemérides (Primera Sección), cuya misión era el cálculo de efemérides astronómicas y la redacción y publicación del *Almanaque Náutico* (y de las otras publicaciones relacionadas con él).
- La Sección de Astronomía y Astrofísica (Segunda Sección), que se encargaría de las observaciones astronómicas y astrofísicas, los cálculos correspondientes y la

publicación de sus resultados. Además, esta sección era la encargada del servicio de señales horarias.

- La Sección de Náutica y Geofísica, que se ocuparía de las observaciones meteorológicas, magnéticas y sísmicas, de los cálculos correspondientes y de la publicación de sus resultados. Además, se ocupaba de los expedientes relativos a la adquisición de cronómetros y relojes, así como del mantenimiento de los talleres del instrumentista y del relojero.

Por otra parte, la Sección del Servicio Hidrográfico de la Armada no aparecía en el nuevo reglamento ya que un año antes, en 1944, se había creado el Instituto Hidrográfico de la Marina, que asumió sus funciones.
Veamos con un poco más de detalle las labores realizadas en las citadas secciones.

En la Sección de Efemérides, tras la guerra civil, se pasaron bastantes penurias (no solamente por la situación en la que estaba España sino también porque se estaba librando la II guerra mundial), llegando incluso a tener dificultades en obtener el papel necesario para publicar el *Almanaque Náutico*. En cuanto al cálculo de efemérides se seguía realizando el trabajo asignado en la Conferencia de Efemérides celebrada en París en 1911. Como señala Francisco José González, a pesar del aislamiento internacional de España en aquellos años, la colaboración científica no cesó, aunque se llegó a temer que se interrumpiera, sobre todo a raíz de que en 1948, Japón y la Unión Soviética, se interesaran en participar en el acuerdo de colaboración para elaboración de efemérides. El entonces director del Observatorio, Wenceslao Benítez (1879-1954), pudo asistir a la Asamblea General de la IAU que se celebró en Zurich en 1948, para defender la permanencia de España en dichas tareas. Cabe citar que en 1962, el Observatorio de San Fernando calculaba las posiciones aparentes de 390 estrellas del catálogo fundamental FK3 (Dritter Fundamental Katalog) que le fueron asignadas por acuerdo internacional.

En la Sección de Astronomía y Astrofísica se realizaron distintos trabajos. Tras la guerra civil, Wenceslao Benítez propuso un plan de actividades para el círculo meridiano Troughton & Simms (adquirido a mediados del siglo XIX) basado en la observación meridiana de planetas y estrellas fundamentales, la reducción de dichas observaciones y en la consecución de un aumento de precisión en las mediciones del tiempo (mediante la adquisición de cronógrafos y un péndulo de alta precisión). Este programa no se pudo llevar a cabo debido a la inestabilidad del terreno donde se había construido el salón de observaciones. Dada la situación antes mencionada, la dirección del Centro propuso a sus superiores la adquisición de un nuevo círculo meridiano, propuesta que se autorizó en el verano de 1946. El nuevo círculo meridiano que se adquirió, era una copia del existente en el Real Observatorio de Greenwich (una práctica habitual entonces) y se mandó construir a la firma Grubb-Parsons (también por las mismas fechas el Observatorio de Copenhague adquirió uno igual). Las dimensiones del instrumento son 17,8 cm. de apertura y 2,667 m. de distancia focal (dimensiones que hoy en día siguen siendo idóneas).

Su instalación finalizó en marzo de 1953 en el salón occidental de observaciones. Durante los años 1954 y 1955 el instrumento estuvo en fase de pruebas. Finalizada esta fase, el Observatorio pudo participar en las campañas del Año Geofísico Internacional. Posteriormente, las tareas de este instrumento se ciñeron fundamentalmente a observaciones relacionadas con la determinación de la hora y en programas observacionales de carácter internacional. Uno de esos programas fue el llamado

Southern Referente Stars (SRS) traducido al castellano como Estrellas de Referencia del Hemisferio Sur. Este programa fue propuesto por la Comisión de Astronomía de Posición de la IAU a trece observatorios de todo el mundo dotados de círculos meridianos y fue debido a que el número de estrellas de magnitud hasta 7,5 contenidas en el catálogo fundamental FK4 (Fourth Fundamental Katalog) resultaba insuficiente para muchas investigaciones astronómicas, por lo que los astrónomos demandaron la necesidad de conseguir la posición de unas 40.000 estrellas de magnitud hasta 9,5. Al Observatorio de San Fernando se le encargó la determinación de posiciones de 3.709 estrellas correspondiente a la zona de declinación entre -10º y -30º. Para dar una idea del trabajo realizado, entre 1963 y 1973, el Observatorio llevó a cabo 1.590 sesiones de observación, en las que se registraron 16.935 pasos de estrellas SRS y 7.924 pasos de estrellas FK4. Esta labor fue realizada por 14 observadores en esos 11 años.

En cuanto a los trabajos astrofotográficos, tras la guerra civil, el Observatorio tenía escasez de placas de sensibilidad fotográfica (se hacían contadas exposiciones) por lo que los trabajos relativos a la Carta del Cielo tuvieron que ser suspendidos. Cabe citar que en San Fernando se efectuaron observaciones para este grandioso proyecto desde 1899 con el astrógrafo Gautier.
La Comisión 23 (Carte du Ciel) de la IAU en la Asamblea General de Zurich de 1948 recomendó la armonización de los diversos catálogos astrofotográficos al sistema FK3. El Observatorio realizó los trabajos correspondientes a las 132 imágenes fotográficas que disponía de estrellas del catálogo FK3. En los años cincuenta comenzó un programa de observaciones de asteroides y se reorganizaron las observaciones de movimientos propios.

Astrógrafo Gautier. Cortesía del ROA.

Con la participación del Observatorio en el Año Geofísico Internacional las actividades con el astrógrafo variaron. Así, por ejemplo, con la ganancia de precisión obtenida en las observaciones de pasos y con la mejora conseguida en los guardatiempos, se reveló la falta de regularidad en la rotación de La Tierra. Para obtener valores precisos de la rotación se ideó una técnica basada en la realización de fotografías de la Luna sobre el fondo estelar. Se construyeron unas cámaras (denominadas Markowitz) con las que se podía obtener con gran precisión la posición de la Luna (dentro de 0,01 segundos en el tiempo). El Observatorio Naval de Washington disponía de veinte cámaras de este tipo y las repartió por todo el mundo. El Observatorio de San Fernando recibió una propuesta para la instalación de la cámara, propuesta que aceptó. Dicha cámara fue instalada en el astrógrafo Gautier. Durante el Año Geofísico Internacional el

Observatorio se obtuvieron placas fotográficas que se remitían al Observatorio de París, que era el Centro dónde se recolectaban las placas obtenidas en los observatorios europeos para su medición y reducción.

En julio de 1959, finalizado el Año Geofísico Internacional, se desinstaló la cámara Markowitz para seguir una serie de programas que se describen a continuación:

- Programa de movimientos propios de estrellas variables: En la Conferencia de Groningen de 1953, se propuso el cálculo de para la determinación de los movimientos propios de estrellas variables con el fin de obtener datos sobre sus distancias y distribución de velocidades. El Observatorio de San Fernando obtuvo el encargo para 103 estrellas incluidas en el *Catálogo Astrofotográfico de San Fernando*. Los trabajos duraron hasta 1964 obteniéndose los movimientos propios para 35 estrellas del programa, aunque en total se calcularon movimientos propios para 7.681 estrellas.
- Programa de movimientos propios de estrellas del Catálogo Astrofotográfico: Estos trabajos, que habían comenzado antes del Año Geofísico Internacional, dieron lugar al estudio de 75 placas obtenidas entre julio de 1958 y diciembre de 1962, todas ellas de la región -7 del Catálogo.
- Programa de fotografía de áreas de nebulosas extragalácticas: Este programa también formaba parte de un programa internacional. Este proyecto (iniciado en 1887) tenía como finalidad la confección de un catálogo de galaxias de la zona comprendida entre las declinaciones -5º y -25º, que habrían de servir de referencia al establecimiento de un sistema de movimientos propios absolutos. Tras el Año Geofísico Internacional, el Observatorio de Pulkovo solicitó colaboración al Observatorio de San Fernando para fotografiar 48 áreas de galaxias. Así, por ejemplo, entre 1959 y 1962 se impresionaron 39 placas en las que se hallaron 114 galaxias. En la XIII Asamblea de la IAU celebrada en Praga, la Comisión 23 solicitó el fin de los trabajos ya que se consideraba que el objetivo estaba cumplido. Así, en 1968, una vez que se había confeccionado el Catálogo, se procedió al inicio para la obtención del Catálogo de la 2ª época.

Dentro del Servicio de Hora, se adquirieron en 1953 dos relojes de cuarzo. Anteriormente, para el servicio horario el Observatorio disponía de tres péndulos a presión y temperatura constante. En 1959 se instaló un nuevo reloj de cuarzo y más tarde se conectaron al equipamiento de San Fernando otros tres relojes pertenecientes a la Estación de Seguimiento de Satélites que se instaló en el Observatorio a iniciativa de la Smithsonian Institution y de la que hablaremos a continuación.

Con motivo, otra vez, del Año Geofísico Internacional, los Estados Unidos lanzaron varios satélites artificiales. Se necesitaba pues, una red de estaciones de seguimiento para estos satélites artificiales. Estas estaciones debían estar repartidas en todo el mundo y en lugares con buenas condiciones meteorológicas. San Fernando fue escogido como uno de los doce emplazamientos necesarios. Todas estas estaciones dispondrían de una cámara Baker-Nunn, una cámara especialmente diseñada para el seguimiento fotográfico de satélites artificiales muy pequeños. Estas cámaras fueron financiadas por la Smithsonian Institution, a través del Smithsonian Astrophysical Observatory. La primera observación con éxito se realizó el 1 de marzo de 1958. Para dar una idea del trabajo realizado, en 1964 se fotografiaron 4.022 pasos de distintos satélites y 4.296 pasos en 1965. En julio de 1969, el Observatorio de San Fernando asumió la responsabilidad de la Estación realizándose trabajos con la Baker-Nunn hasta 1979. Esta

cámara, tras formar parte del museo del Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA, denominación actual del Centro que estamos estudiando) está siendo transformada en un telescopio automático para la observación de asteroides, merced a un acuerdo entre el ROA y el Observatori Fabra. A esta cámara le siguió para el seguimiento de satélites, una primitiva estación láser (fruto de una colaboración con el CNES-CERGA) instalada a finales de los años sesenta. En la actualidad, el ROA dispone para el mismo fin de una estación de telemetría láser de segunda generación (única estación láser de seguimiento de satélites de España y norte de Africa), la cual se encuentra integrada en la red mundial ILRS.

Fotografía tomada el 25 de enero de 1969 (expedición a Aracena para observar ocultaciones rasantes). De izquierda a derecha:

1- Vicente López: Segundo Observador en la fecha. Hoy retirado.
2- Chófer.
3- Luis Quijano: Tercer Observador en la fecha. Hoy retirado.
4- Alberto Orte: Subdirector del Observatorio en la fecha. Hoy retirado.
5- Francisco Parra: Auxiliar Observador en la fecha. Hoy retirado.
6- Juan B. Fernández: Auxiliar Observador en la Fecha. Hoy retirado.
7- Antonio Salazar: Auxiliar Observador en la fecha. En activo.
8- Francisco Gómez: Auxiliar Observador en la fecha. En activo.
9- Francisco Cano (en cuclillas): Segundo Calculador en la fecha. Hoy retirado.

BIBLIOGRAFIA

BOLOIX, R. *El Real Instituto y Observatorio de la Armada. 250 años de actividad científica*. Recogido en el libro de comunicaciones de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España.

GONZALEZ, F. J. *El Observatorio de San Fernando (1831-1924)*. Edita: Ministerio de Defensa. 1992. 388 p. ISBN 84-7823-178-1.

GONZALEZ, F. J. *El Observatorio de San Fernando en el siglo XX*. Edita: Ministerio de Defensa. 2004. 393 p. ISBN 84-9781-091-0.

http://www.roa.es (Página web oficial del Real Instituto y Observatorio de la Armada).

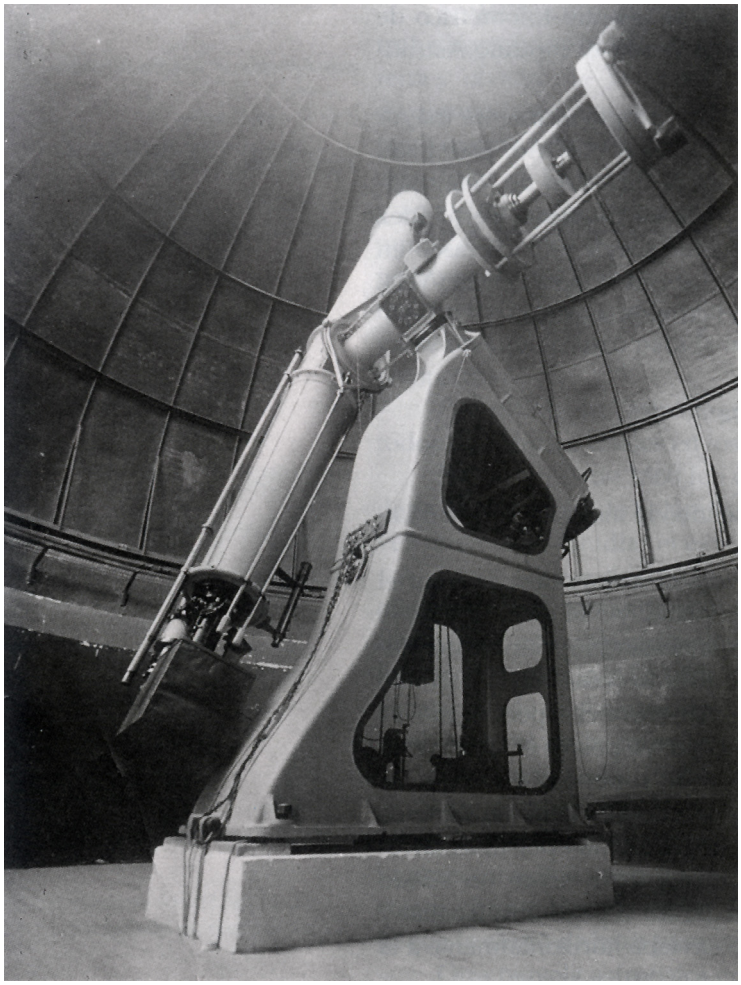
EL REAL OBSERVATORIO DE MADRID (1900-1970)

PERÍODO 1900-1939
En 1899, fruto de la corriente regeneracionista del momento, la Universidad Central nombra director del Observatorio al catedrático Francisco Iñiguez (1853-1922). Con motivo del eclipse total de Sol del 28 de mayo de 1900. Iñiguez, encarga a la casa Grubb la construcción de dos anteojos de 20 centímetros de apertura (uno visual y el otro fotográfico), aunque esta idea ya procedía del anterior director Miguel Merino. Con dichos instrumentos (una vez que se finalizó la observación del eclipse que tuvo lugar en El Berrocalillo –Palencia-) se comenzó (en un nuevo edificio construido al efecto) una serie de observaciones rutinarias y también una serie de observaciones especiales (como el eclipse total de Sol de 30 de agosto de 1905, el paso del cometa Halley en 1910 y el eclipse total de Sol de 17 de abril de 1912).

El éxito en estas observaciones cara al el público mejoró la valoración del Observatorio y consiguió una mayor financiación. Como consecuencia, se pudo aumentar el número de astrónomos y de auxiliares y se volvió a publicar el *Anuario*.

Pero quizás lo más llamativo de esta etapa es la de la intención de dar un giro hacia la Astrofísica que ya se estaba realizando en Estados Unidos y otros países europeos. Para ello se instaló un Laboratorio de Astrofísica en el que se instaló un espectrógrafo Hilger (que había sido adquirido en 1911) en el que trabajó principalmente el catedrático de Acústica y Óptica de la Universidad Central, Manuel Martínez Risco (1888-1954). Pocas son las contribuciones que se conocen de esta instalación, debido a que la colaboración de Martínez Risco terminó a los tres años del comienzo de sus investigaciones, al parecer, por falta de fondos.

De esta época es también la adquisición de un nuevo ecuatorial Grubb de 40 centímetros de apertura que llegó a Madrid en 1922. De este mismo año data el primer escrito en el que se recomienda una nueva ubicación del Observatorio lejos de Madrid debido a las nuevas edificaciones que se estaban construyendo alrededor del actual. Como se verá en otro punto de esta Memoria, el traslado no se producirá hasta la década de los setenta. Además se adquirió un instrumento de pasos de 80 milímetros de apertura con micrómetro impersonal y registrador automático, un reloj de péndulo encerrado en un cilindro a presión constante y un pendulote para distribuir la hora.
En el aspecto internacional destaca la colaboración en dos campañas de determinación de longitudes en 1926 y 1933.



Ecuatorial Grubb de 40 centímetros. Cortesía del OAN.

Por lo que se refiere a la determinación y difusión de la hora, en 1924 se incorporó una estación receptora de señales horarias radiotelegráficas, por lo que a partir de entonces dejó de ser necesaria la observación para determinar la hora.

En estudios del Sol se continuó con el registro de manchas solares y a partir de 1909, Miguel Aguilar y Cuadrado (1869-1925) cambió el método de registro pasándose de la observación visual a la fotográfica. Continuarían con esta labor en 1931 Rafael Carrasco Garrorena (1901-1981) y en 1935 Enrique Gullón Senespleda (1903-1969). Además comenzó el estudio de las protuberancias con las primeras observaciones espectroscópicas de Francisco Iñiguez (en febrero de 1906), sucediéndole en esta tarea en agosto de 1906 el astrónomo Pedro Jiménez Landi (1869-1964) y en 1935 Enrique Gullón. También se trabajó en flóculos cuando en 1911 Victoriano Fernández Ascarza (1870-1934) completó la construcción e instalación del espectroheliógrafo.

En 1910 el Observatorio participó en trabajos de seguimiento del cometa Halley (acontecimiento que tuvo una gran repercusión social) y al año siguiente se estudió también el cometa Brooks (1911c). No se volvería a trabajar en cometas hasta 1926 con la tesis de Rafael Carrasco. En cuanto a la observación de asteroides, en 1929 se incorpora el método fotográfico (introducido por Wolf en 1891). Enrique Gastardi (1882-1957) había cogido experiencia con este método en estancias realizadas en Niza, París y Ucle. En 1932, Rafael Carrasco y Gullón sustituyen a Gastardi en esta tarea. En

lo que respecta a estudios de meteoritos, hay que destacar el estudio espectroscópico realizado por Martínez Risco sobre el meteorito de 100 kg. de Olivenza (Badajoz) que cayó el 19 de junio de 1924.

Sobre observaciones de planetas, es destacable la observación de Marte en oposición en agosto de 1924 en un momento en el que era latente la polémica de los "canali" de Schiaparelli. A la siguiente oposición, en 1926, sin embargo no se le pudo dedicar mucho tiempo debido a que el Observatorio estaba inmerso en la campaña internacional de medida de diferencias geográficas entre observatorios. En 1928 se observó Júpiter (estaba en oposición), al igual que en las oposiciones de 1929-1930 y de 1932.
Sobre ocultaciones de estrellas y planetas, en 1910 se intentó registrar la ocultación de la estrella Eta Geminorum, pero los resultados no fueron buenos por la proximidad de la estrella al horizonte.

También se estudiaron pasos de Mercurio y Venus, entre ellas destacamos el tránsito de Mercurio del 14 de noviembre de 1907 con observaciones visuales y espectroscópicas.
En Astrofísica estelar, se han investigado las novas siguientes: Nova Geminorum (1912), Nova Aquilae (1918), Nova Cygni (1920), Nova Herculis (1934-1935) y Nova Lacertae (1936), así como las estrellas variables: W Geminorum en 1927 (cefeida), RS Orionis, BL Orionis, U Sagittae, U Cephei (1928-1929 y 1931-1932), RX Cephei.
Estrellas brillantes, Beta Lyrae, Gamma Orionis, Beta Tauri, Alfa Lyrae, Alfa Aquilae, Alfa Canis Minoris, Alfa Aurigae, y Beta Geminorum.

Algunos de los últimos trabajos de este período fueron publicados en el *Boletín del Observatorio de Madrid*. Esta publicación de carácter no periódico irregular, cuyo primer número apareció el 1 de enero de 1932, nació como un complemento al *Anuario.*

Astrónomos y colaboradores del Observatorio de Madrid en 1929. Cortesía del OAN.

Es también a principios del siglo XX cuando el Observatorio deja de lado las actividades relacionadas con la Meteorología. Esto fue debido a que en 1904 (por Real Decreto de 4 de marzo) el Observatorio y el Instituto Meteorológico (que se había creado en 1887 para estudiar y anunciar el tiempo) se incorporan al Instituto Geográfico dándole al Instituto Meteorológico todas las competencias en la materia.

LOS EFECTOS DE LA GUERRA CIVIL

Tras el estallido de la guerra civil, la situación del personal del Centro era la siguiente: en aquel momento la dirección estaba ocupada por Pedro Carrasco Garrorena (1883-1966), el cuál había ingresado como auxiliar en 1905 y nombrado astrónomo en 1918. Fue también durante años docente en la Universidad. Él y su hermano Rafael siguieron en el Observatorio durante algún tiempo, al igual que José Tinoco y Acero (1882-1953) y Mariano Martín Lorón (1904-1984). Miguel Aguilar Stuyck (1901-1950) tras refugiarse en Valencia fue detenido cuando intentaba marcharse a Francia, Enrique Gullón se refugió en una embajada, Enrique Gastardi tampoco se quedó en el Observatorio, Honorato Castro Bonel (1881-1962) se exilió en México (en 1937).

A finales de 1936, la situación en Madrid era difícil y buena parte de los astrónomos que habían quedado en Madrid se trasladaron a Valencia. La Universitat de Valencia los acogió y les cedieron instrumentos e instalaciones. La actividad allí se centró en las observaciones solares y en la confección del *Anuario*. Tras el avance de las tropas de Franco hacia Valencia, Pedro Carrasco se exilió en México.

PERÍODO 1939-1970

Al finalizar la contienda, la plantilla de astrónomos estaba formada por José Tinoco, Rafael Carrasco, Miguel Aguilar Stuyck, Enrique Gastardi, Enrique Gullón y Mariano Martín Lorón.

De ellos, José Tinoco y Mariano Martín Lorón fueron depurados y Rafael Carrasco fue incluso encarcelado y juzgado en agosto de 1939 “por colaborar con el Ejército Rojo”. Las intervenciones de Miguel Aguilar (influyente en medios políticos) y del director accidental del Observatorio, Guillermo Sans Huelin, permitieron que se le rebajara la pena y que finalmente fuera excarcelado en julio de 1940 siendo readmitido en el servicio del Estado, aunque con una sanción de tres años de postergación e inhabilitación para puestos de mando y confianza.

En cuanto a la actividad científica, hay que destacar la desaparición del grupo de Astrofísica que estaba liderado por Pedro Carrasco. Cabe mencionar únicamente como actividades astrofísicas de interés el análisis de la curva de luz de la estrella Nova Herculis (Rafael Carrasco y Miguel Aguilar), las observaciones fotométricas de la Nova Lacérate (Rafael Carrasco) y la publicación de diversos artículos de Astrofísica estelar por parte de Enrique Gullón.

Se continuó con la observación y cálculo de órbitas de asteroides (Rafael Carrasco auxiliado por Enrique Gullón) y cometas (Rafael Carrasco), y la observación de fenómenos solares (Enrique Gullón auxiliado por Mariano Martín Lorón).

Se mantuvo el Servicio de la Hora (José Tinoco auxiliado por Mariano Martín Lorón) y se siguieron publicando el *Anuario* y el *Boletín Astronómico*. Éste último con la novedad (a partir de 1940) de que también se incluirían trabajos de otros observatorios astronómicos como el de la Universitat de Valencia, el de Cartuja y el del Ebro.

En 1941 se iniciaron las observaciones de ocultaciones de estrellas por la Luna que habían sido aconsejadas por el Observatorio de Greenwich.

En cuanto a las instalaciones en el Retiro, éstas tuvieron que ser reformadas debido a los daños causados durante la guerra y se adquirió un astrógrafo Zeiss-Prin.
Pasando ya a la década de los cincuenta, se produce un importante relevo en el personal por el fallecimiento de Miguel Aguilar (1950), y las jubilaciones de José Tinoco y Enrique Gastardi (1952). Dichas plazas fueron ocupadas por José María Torroja, José Pensado Iglesias y Manuel López Arroyo.

Miguel de Pascual, López Arroyo, José Pensado y Ángel de Castro (segundo, tercero, cuarto y sexto por la izquierda respectivamente). Cortesía del OAN.

En el aspecto científico, las actividades realizadas siguieron siendo las tradicionales y en 1951 se solicitó nuevo instrumental. Hubo que esperar hasta 1956 en que se permitió la adquisición de un filtro de Lyot (para la sección de Heliofísica) y un reloj de cuarzo (para la sección de la Hora). Estos instrumentos se adquirieron con el propósito de participar en la campaña mundial de longitudes y para los trabajos del Año Geofísico Internacional (del 1 de julio de 1957 al 31 de diciembre de 1958). Lamentablemente estos instrumentos llegaron tarde y no se pudieron utilizar para los citados trabajos.

En la década de los sesenta el aspecto científico no varió demasiado. En cuanto a personal, en 1964 falleció Enrique Gullón (su plaza fue ocupada por Ángel de Castro) y en 1968 ingresó Miguel de Pascual (ya que José María Torroja había solicitado la excedencia).

BIBLIOGRAFÍA

GÓMEZ, J. *Comunicación privada*. 2006.

LÓPEZ ARROYO, M. *El Real Observatorio Astronómico de Madrid (1785-1975)*. Editado por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. ISBN 84-95172-86-0.

PENSADO, J. *Comunicación privada*. 2006.

RÍO, G. del. *Comunicación privada*. 2006.

INICIOS DE LA ASTRONOMIA AMATEUR

Hasta no hace mucho tiempo, no era clara la distinción entre un astrónomo profesional (que cobra por dar clase y/o investigar en Astronomía) y un astrónomo aficionado (alguien que se adentra en el mundo de la Astronomía por placer, sin cobrar nada por ello). Entre estos últimos hay que distinguir dos grupos, los que se divierten con la contemplación de los astros, y los que van más allá y realizan algún tipo de investigación, independientemente del tipo de instrumentos que disponga. Según Josep María Oliver (presidente durante muchos años de la Agrupación Astronómica de Sabadell), a estos últimos se les debe distinguir con la acepción "amateur".

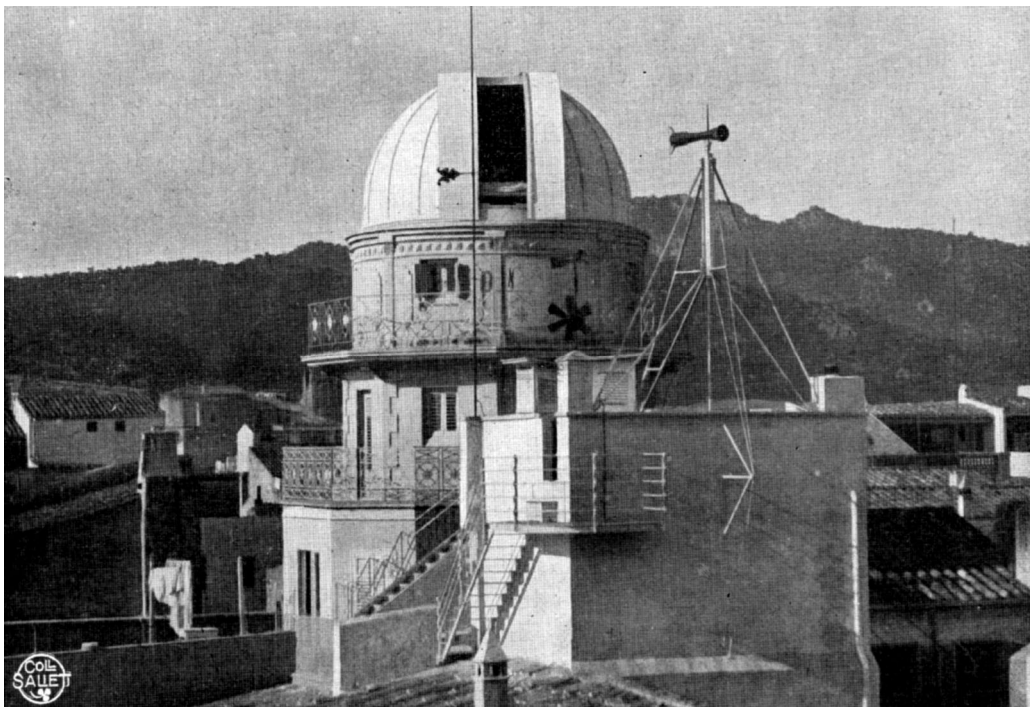
Es a finales del siglo XIX y principios del XX cuando empieza a aumentar de forma considerable el número de "astrónomos amateurs" en toda Europa. ¿Por qué?, las causas son diversas, primero una situación política tranquila, a lo que hay que añadir cierta prosperidad económica y un interés creciente por la cultura y la ciencia.
España no fue ajena a este movimiento sobre todo en Catalunya. Contribuyó notablemente el que por aquellos años se produjeran tres importantes eclipses de Sol visibles en España (en 1900, 1905 y 1912 –los dos primeros totales y el último fue un eclipse híbrido, es decir, anular excepto en una pequeña franja de totalidad en el centro-) y que nos visitaría el cometa Halley en 1910.

Entre los pioneros de la Astronomía amateur en España podemos destacar a José Joaquín Landerer i Ciment (1841-1922). Nacido en Valencia, pasó su juventud en París donde se interesó por la Astronomía y la Geología. No se conocen sus estudios ni su profesión, pero sí conocemos que realizó observaciones astronómicas con sus propios medios (un refractor Bardou de 108 milímetros de apertura y un teodolito Sancti-Marseille de 55 milímetros) tanto desde Valencia como desde Tortosa (sus dos residencias). Sus principales trabajos de Astronomía fueron publicados fundamentalmente en revistas amateurs, destacando sus contribuciones al estudio de atmósferas planetarias (Júpiter y Saturno), cálculos sobre la rotación de Júpiter, cálculo de las efemérides de los eclipses totales de Sol de 1900, 1905 y 1912, estudio de la luz polarizada de la corona solar en dichos eclipses, etc. Además apoyó económicamente al mantenimiento del Observatori de l´Ebre.

Otro de los primeros astrónomos amateurs fue Rafel Patxot (1872-1964), que hizo construir en 1896 un Observatorio en San Feliu de Guíxols (Girona), al que dotó de un refractor Mailhat doble de 22 centímetros de apertura (el tercero en tamaño en aquella época en España, superado solamente por el refractor de 33 centímetros del Observatorio de Marina y el refractor de 27 centímetros del Observatorio de Madrid). Patxot contrató a Comas Solá (1868-1937) desde finales de 1897 hasta principios de 1899, para hacer trabajos en su Observatorio (que Patxot denominó Observatori Català), y éste obtuvo buenos resultados. Por ejemplo, las primeras observaciones de estrellas dobles realizadas en España lo fueron desde este Observatorio. Pero al cabo de año y medio, Comas deja el proyecto para construirse su propio Observatorio en la ciudad de Barcelona (denominándolo Villa Urania), dotándolo con un refractor Grubb de 15,6 centímetros, y para implicarse en el nacimiento del Observatori Fabra. Patxot se desinteresó de la Astronomía para dedicarse con más ahínco a la Meteorología.

Sin embargo, estos observatorios amateurs no fueron los primeros, ya que se tiene constancia de la existencia del Observatorio Astronómico Barcelonés. Este Observatorio fue creado en 1850 por Josep Parés. Estaba instalado en el Pla del Palau (cercano al puerto de Barcelona) y posiblemente estaba vinculado a la Sociedad Filomática.

Rafel Patxot. Cortesía de Josep María Oliver.

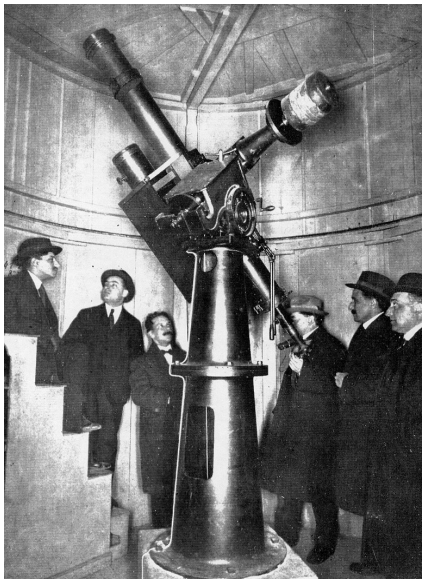


Observatori Català en San Feliu de Guíxols. Cortesía de Josep María Oliver.

También contribuyó mucho al auge de la Astronomía el asociacionismo. Desde Francia, Camille Flammarion (1842-1925), gran astrónomo amateur y divulgador, puso las bases

de cómo se deberían estudiar los astros, y cómo debería ser la estructura y el funcionamiento de las asociaciones astronómicas para el trabajo conjunto de sus miembros y publicación de sus resultados. Flammarion fue el fundador de la prestigiosa revista *L'Astronomie* (1882) y de la Sociètè Astronomique de France (1887), a la que se añadieron muchos socios de toda Europa. De España había 68 asociados a 31 de diciembre de 1900.
Las primeras asociaciones españolas (Sociedad Científica Flammarion de Jaen y Sociedad Científica Flammarion de Madrid) fueron pequeñas y efímeras. Pero en 1910, concretamente el 30 de enero, Salvador Raurich (1869-1945) funda la Sociedad Astronómica de Barcelona, que contó inicialmente con 90 socios pero transcurridos 10 meses el número había ascendido a 230. Eduard Fontseré (1870-1970), que mantenía unas fuertes desavenencias con Comas Solá (director de Fabra) apoyó esta asociación. Comas no lo hizo, y al ver el auge que estaba tomando decidió crear en 1911 otra asociación, la Sociedad Astronómica de España. A esta entidad se le añadió la mención "y de América" en 1912 debido al buen número de personas de este continente que se asociaron. La rivalidad que hubo entre ambas asociaciones puede decirse que fue positiva, en el sentido de que cada una luchaba por hacer mejor las cosas que la otra. La primera asociación desaparece en 1921, al parecer por agotamiento. La Sociedad Astronómica de España y América (SADEYA) sigue existiendo hoy en día, aunque la gran valía científica y dedicación de Comas Solá hace que la labor de aquellos años sea difícil de superar. Entre los logros de esta asociación está la organización de una Exposición Internacional de Astronomía y Ciencias Afines (en 1921 con motivo de su décimo aniversario) y la organización de varios stands en la Exposición Internacional de Barcelona que tuvo lugar en 1929.

Comas Solá es un ejemplo de astrónomo amateur que con el tiempo se convirtió en profesional (ver más información en el epígrafe dedicado al Observatori Fabra) y buena parte de sus logros los consiguió mediante observaciones realizadas en su observatorio particular. Comas Solá permitió que los socios de la SADEYA pudieran realizar observaciones en "Villa Urania", pero a su fallecimiento estas instalaciones fueron donadas al Ayuntamiento de Barcelona y los socios no pudieron hacer uso de ellas.



Interior de Villa Urania. Cortesía de Josep María Oliver.

En la segunda década del siglo XX, Luis de Ocharan (1858-1926), industrial de amplios recursos económicos, debido a su afición a la Astronomía (una de sus muchas aficiones como la pintura, literatura, música y fotografía) mandó construir en su finca de Castro Urdiales un completo observatorio formado por varios pabellones separados y dotado de los mejores instrumentos de la época.

Así, en uno de los pabellones con cúpula metálica giratoria (fabricada por la casa inglesa Grubb) albergó un refractor ecuatorial doble Grubb (visual y fotográfico) de 22,5 centímetros de apertura (óptica Zeiss) con un buscador Zeiss de 80 milímetros y una cámara fotográfica Voigtländer. En la sala meridiana disponía de un círculo meridiano Salmoiraghi, un péndulo de tiempo sidéreo Rieffer y un cronógrafo Hipp. En otra sala con funciones de oficina disponía de un reloj de tiempo medio Strasser con regulador Rieffer, un receptor para recibir las señales horarias (enviadas desde la torre Eiffel por telegrafía sin hilos), un teléfono y otros instrumentos y accesorios. En otra sala meridiana disponía de otro péndulo Rieffer y un pilar (donde se solía colocar un anteojo Talcott transportable destinado a determinar la latitud). En otro pabellón con cúpula disponía de un refractor ecuatorial Grubb de 15,6 centímetros con dos cámaras fotográficas situadas en paralelo: una cámara con objetivo Astro-Tessar de Zeiss de 230 milímetros de apertura y otra con objetivo especial para el ultravioleta de Zeiss dotada con un espectrógrafo de prisma (el cual proporcionaba un espectro de 24 milímetros de longitud entre las rayas F y K). En una tercera cúpula había un refractor Heyde con objetivo Zeiss con dos cámaras (también de Zeiss) especialmente construidas para fotografiar el Sol, la Luna y los planetas y otra cámara espectrográfica Steinheil para fotografiar las protuberancias solares. Además disponía de instrumentos meteorológicos, biblioteca, laboratorio fotográfico, taller de reparaciones…

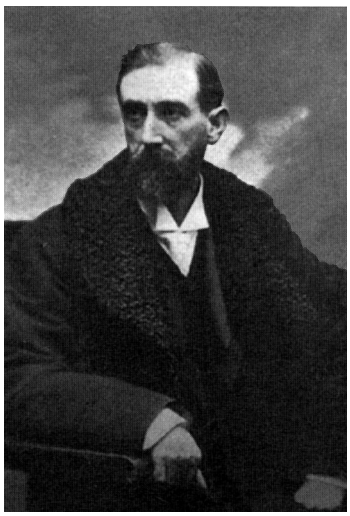
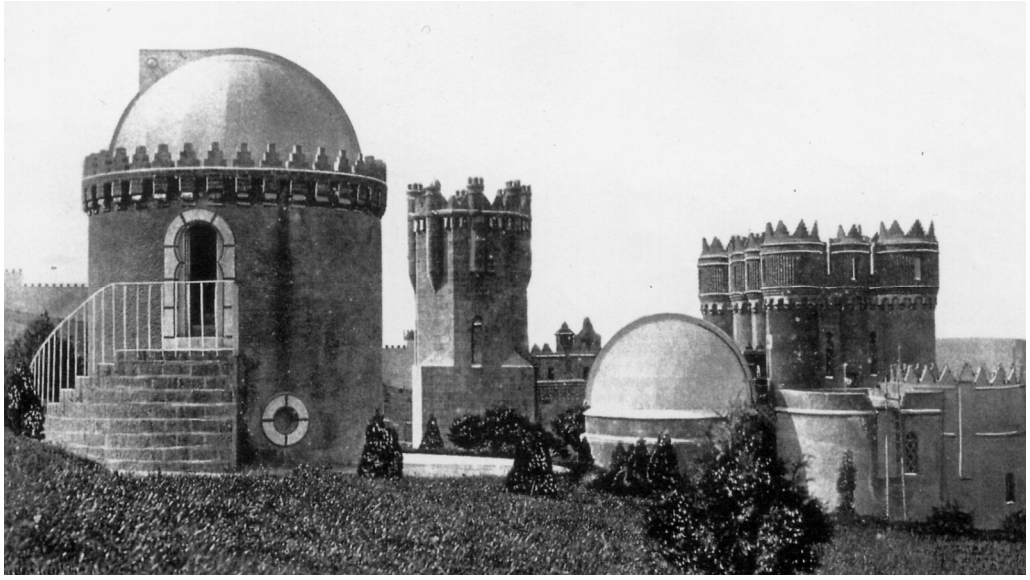


Imagen de Luis Ocharan. Cortesía de Josep María Oliver.

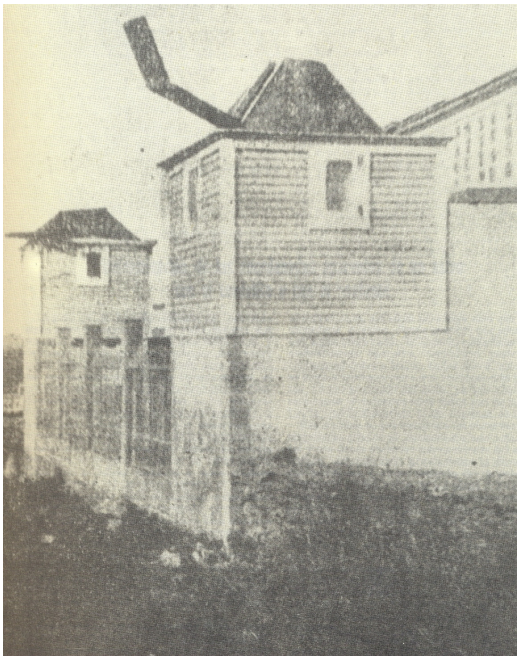


Observatorio Ocharan. Cortesía de Josep María Oliver.

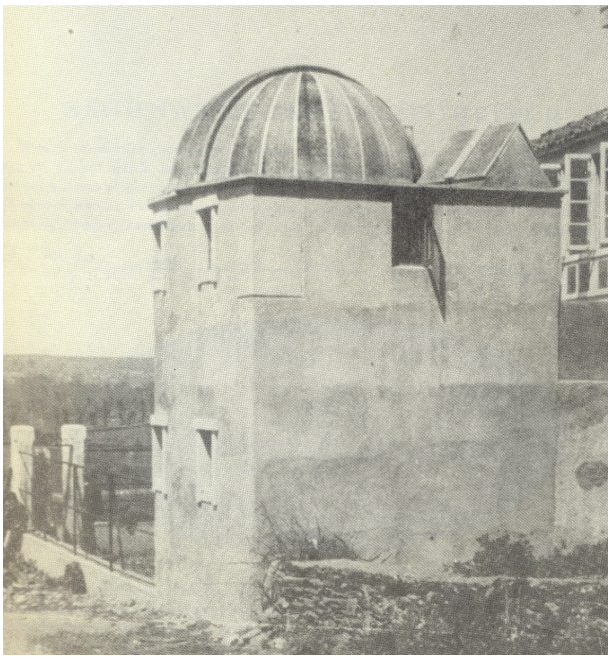
Es conocido que la valía científica de Luis de Ocharan estaba por debajo de la impresionante calidad de su observatorio. Buscó ayuda y la encontró en la figura del por entonces joven aficionado a la Astronomía, el presbítero Ramón María Aller Ulloa. Ocharan propuso un programa de observaciones destinadas a fotografiar campos estelares con objetivos de distinta sensibilidad a las radiaciones de diferente longitud de onda para obtener datos semejantes a los índices de color. Desgraciadamente del trabajo realizado poco se conoce (la mayor parte quedó inconcluso o sin publicar) y tras el fallecimiento de Luis de Ocharan, Aller escribió que "*es difícil, o acaso imposible, saber qué se ha hecho de las placas obtenidas, ni cual será el estado de ellas aunque lleguen a aparecer*".

Es de destacar durante el período que va de 1910 a 1940, la actividad desarrollada en el Observatorio de Lalín. Este Observatorio debe considerarse amateur ya que su fundador Ramón María Aller Ulloa no ejercería profesionalmente hasta después de la guerra civil en la Universidade de Santiago de Compostela.
Ramón María Aller nació en Santa María de Donramiro (Lalín-Pontevedra) el 3 de febrero de 1878. Cursó los estudios de bachillerato en el colegio de los jesuitas de A Guarda (Pontevedra). Entre 1894 y 1899 realizó estudios sacerdotales en los Seminarios de Lugo y de Santiago de Compostela. A partir del curso 1899-1900 comienza el primer curso de Ciencias Exactas en la Universidad de Oviedo (como alumno libre) y finaliza sus estudios en 1904 en la Universidad de Madrid.
A partir de entonces, Ramón María Aller comienza a realizar observaciones astronómicas en la galería de su casa con un anteojo de 67 milímetros (regalo de su abuela Camila Ulloa) y un teodolito Troughton&Simms de 38 milímetros de apertura (regalo de María Lajosa, amiga de la familia).
Su primera publicación (en 1912) fueron las Observaciones del cometa Joannesburgo 1910a, incluidas en un trabajo de Antonio Vela dado a conocer en el *Anuario del Observatorio de Madrid*, aunque anteriormente había realizado otras observaciones como la del tránsito de Mercurio de 1907.
Tras dos importantes mejoras en el Observatorio, una en 1917 y otra en 1924 (históricamente el Observatorio de Lalín data de 1911), Aller Ulloa comienza un programa sistemático de observaciones con un nuevo telescopio reflector de 12

centímetros de apertura y 180 centímetros de distancia focal (adquirido en 1924 a la casa Steinheil de Munich) y el teodolito Troughton&Simms, además de otros instrumentos auxiliares. Ese programa constaba principalmente de observaciones de superficies planetarias, medidas de estrellas dobles y observaciones de sucesos ocasionales de relevancia.
Hasta 1939, Ramón María Aller publicó 44 trabajos: 16 en *Astronomische Nachrichten*, 5 en *L´Astronomie*, 4 en *Arquivos do Seminario de Estudos Galegos*, 2 en *Las Ciencias*, 11 en *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, 4 en *Ibérica*, 1 en el *Anuario del Observatorio de Madrid* y 1 en *Revista Matemática Hispano-Americana*. A esto hay que añadirle el libro *Algoritmia* y el diseño de instrumentos científicos. Además venía trabajando desde hacía años en una obra manuscrita de Astronomía, que años más tarde vería la luz.



Observatorio de Lalín -1917-



Observatorio de Lalín -1924-

Durante los años veinte y treinta, comienza a descender el interés de la Astronomía en Europa, debido a los problemas políticos derivados de la I guerra mundial, así como de una crisis económica, y por tanto, también cultural. Destacan personas como Arturo Bernard, médico rural de Colmenarejo (Madrid) que descubre un cometa junto con el ruso Dubiago (cometa Dubiago-Bernard). El incansable Comas Solà, descubridor de dos cometas (el cometa Schäin-Comas Solà en 1925 y el cometa Comas Solà en 1926) y de once asteroides, y del mencionado Ramón María Aller, que descubre cuatro estrellas dobles desde su Observatorio de Lalín durante los años treinta.

Tras la guerra civil, la actividad científica se reduce mucho, tanto entre los profesionales como en los astrónomos amateurs. Es en los años cincuenta cuando el interés por la Astronomía vuelve a renacer. En Barcelona comenzó a funcionar una nueva asociación, la Agrupación Astronómica Aster (fundada por Ernest Guille en 1948), cuyos miembros eran bastante jóvenes y con métodos “revolucionarios”, ya que a las tareas científicas se le añadían otras más lúdicas (bailes y pinchos). Además, se empezó a generalizar entre los aficionados la construcción de reflectores, gracias sobre todo a Texerau que divulga su método en 1951. Así se pudieron obtener inicialmente telescopios con espejos de 15,

20 o 30 centímetros de diámetro. Emili Vila llegó a tallar un espejo de 50 centímetros para su telescopio que instaló en San Feliu de Guíxols en 1960, al igual que hizo Lois Estévez en 1966 para un telescopio que se ubicó en el campus de la Universidade de Santiago de Compostela.

También contribuye a este resurgir los inicios de la Astronáutica. Así este campo se convirtió en tema paralelo a la Astronomía (como lo fue la meteorología a principios del siglo XX) y las dos principales asociaciones de Barcelona crearon sus secciones de astronáutica. En Aster, más prácticos, estudiaron combustibles y lanzaron pequeños cohetes, y en la SADEYA, más teóricos, crean la Agrupación Astronáutica Española (1953) que entró a formar parte de la International Astronautical Federation, organizando en 1957 su congreso internacional en Barcelona. En 1969, la Agrupación Astronáutica Española se desvinculó de la SADEYA adquiriendo personalidad jurídica propia.

En diciembre de 1960, las agrupaciones astronómicas de amateurs activas eran seis (cinco de ellas en la provincia de Barcelona): ASTER (1948), Agrupación Astronómica de Ibiza (1957), Agrupación Astronómica de Roda de Ter (1959), Agrupación Astronómica de Sabadell (1960), Pro Divulgación Astronómica (1936) y Sociedad Astronómica de España y América (1911). Entre paréntesis hemos puesto su año de fundación. A excepción del grupo de Roda de Ter (que se disolvió en 1966), las otras cinco continúan existiendo en la actualidad.

Es imposible mencionar a todos los astrónomos amateurs que han realizado aportaciones de cierta calidad (trabajos teóricos y prácticos, construcción de instrumentos, organización de congresos, cursos y conferencias), por ello nos limitaremos a mencionar aquellos que están recogidos en el libro *La Historia de la Astronomía Amateur en España* de Josep María Oliver, obra a la que remitimos al lector interesado. Varios de los nombres que aquí se citan pasaron luego al campo profesional.

Salvador Aguilar Benedit (Barcelona 1913-Barcelona 1988)
Alfonso XIII (Madrid 1886-Roma 1941)
Francesc Almor Berenguer (Barcelona 1926)
Ramón María Aller Ulloa (Lalín 1878-Lalín 1966)
Jorge Anckermann Ribas (Palma de Mallorca 1880-Palma de Mallorca 195…)

Augusto T. Arcimis y Werle (Sevilla 1844-Madrid 1910)
Frederic Armenter de Monasterio (Barcelona 1886-Barcelona 1959)
Josep Maria Baiget Abella (Lleida 1903-Lleida 1975)
Albert Barangé Camp (Barcelona 1912-Barcelona 1982)
Horacio Bentaból y Ureta (Sevilla 1854-Madrid 1928)

Arturo Bernard Acín (¿-Madrid 1935)
Buch de Milàs (Barcelona ?)
Enric Calvet Pascual (San Feliu de Guíxols 1884-Barcelona 1976)
Josep Comas Solà (Barcelona 1868-Barcelona 1937)
José Luis Comellas García-Llera (Ferrol 1928)

Ramón Compte Porta (Barcelona 1909-Palma de Mallorca 1991)
Josep Costas Gual (Sant Celoni 1918)
Carmen Eizmendi Pardo (?)
Joaquim Febrer Carbó (Benicarló 1894-Barcelona 1970)
José-Joaquín de Ferrer y Cafranga (Pasajes de San Juan 1763-Bilbao 1818)

Eduard Fontseré Riba (Barcelona 1870-Barcelona 1970)
Tomás Giner (Villena ?)
Ernest Guille Moliné (Barcelona 1931)
Adolfo Hein Schwartz (Alemania ?-Madrid 1965)
José Joaquin Landerer Climent (Valencia 1841-Tortosa 1922)

Màrius Lleget Colomer (Granollers 1917-Barcelona 1988)
Isidro Martí i Turró (Barcelona ?)
José Meliá ("Pigmalión") (Valencia ?)
Arnau de Mercader i de Zufía (Barcelona 1852-Barcelona 1932)
Joaquim Mitjans i Buxell (Terrassa 1909-Terrassa 1992)

Francisco Javier Montanyá Maluquer (Pons 1936-Madrid 1962)
Francesc de Paula Novellas Roig (Barcelona 1874-Barcelona 1940)
Luis de Ocharan Mazas (Bilbao 1858-Castro Urdiales 1926)
Manuel Olió Pigem (Santa Coloma de Farnès 1861, Barcelona 1928)
Antoni Paluzíe Borrell (Barcelona 1899-Barcelona 1984)

Rafel Patxot i Jubert (Sant Feliu de Guíxols 1872, Ginebra 1964)
Pedro de Alcántara Peña y Nicolau (Palma de Mallorca 1823-Palma de Mallorca 1906)
Joan Planas Tort (Gualba 1919-Karlsruhe 1994)
Josep Pratdesaba i Portabella (Vic 1870-Vic 1967)
Ignasi Puig Simón (Manresa 1887-Barcelona 1961)

Santiago Ramón y Cajal (Petilla de Aragón 1852-Madrid 1934)
Salvador Raurich Ferriol (Londres 1869-Barcelona 1945)
Dionís Renart García (Barcelona 1878-Barcelona 1946)
Antoni Ribas de Conill (Cabanes 1880-Cabanes 1935)
Lluís Rodés i Campderà (Santa Coloma de Farners 1881-Biniaraix 1939)

Mario Roso de Luna (Logrosán 1872-Madrid 1931)
Manuel Sánchez Navarro (Cádiz ?)
Manuel Serinanell i Mir (Vic 1909)
Vicente Serra Orvay (Ibiza 1869-Ibiza 1952)
Fernando Solar González (Pravia 1922)

Josep Subiranas Salarich (Barcelona 1863-Barcelona 1914)
Agustín Trigo Mezquita (Valencia 1863-Valencia 1952)
Juan Valderrama (Madrid ?-Santa Cruz de Tenerife ?)
Emili Vila Raspecta (San Feliu de Guíxols 1930)
Juan de Zafont y de Ferrer (Besalú 1789-Barcelona 1847)

Tras la guerra civil, destacamos la figura de José Luis Comellas García-Llera.
Nació en Ferrol el 16 de octubre de 1928. Ya con pequeña edad, un eclipse de Luna le dejó impresionado. Su padre, físico y profesor, le construyó un pequeño anteojo con una lente de 50 milímetros, y realizó sus primeras observaciones en la localidad de Cee (A Coruña) durante los años de la guerra civil, al tiempo que leía todos los libros de Astronomía que podía. Durante sus años del bachillerato (que comenzó en 1941) siguió haciendo observaciones anotando todo lo que veía. Entre estas observaciones destacan la oposición de Marte de 1943, registro de manchas solares y cálculo de su índice de actividad, e iniciación en el estudio de estrellas variables. Durante 1945 y 1951 realiza estudios de Filosofía y Letras en la Universidade de Santiago de Compostela, ciudad en la que Ramón María Aller le introdujo en el estudio de las estrellas dobles. Tras finalizar sus estudios universitarios ocupó distintas plazas como profesor universitario en Santiago de Compostela (de 1952 a 1956), Pamplona (de 1956 a 1963) y finalmente Sevilla, donde obtiene la cátedra de Historia Contemporánea en 1963.

Tras estabilizarse en Sevilla reanuda las observaciones en 1965 con un refractor de 75 milímetros. En 1970 entra a formar parte de la Agrupación Astronómica de Sabadell donde prontó comenzó a coordinar las observaciones de estrellas dobles. En 1973, la Asociación publicó su primer Catálogo de Estrellas Dobles (1.197 observados por Comellas entre 1969 y 1972). En 1974 construyó un observatorio en Mairena de Alcor con un refractor de 102 milímetros. Fruto de las numerosas observaciones que realizó en su observatorio publicó en 1979 *Guía del Firmamento* el cual contiene la descripción de unos 5.000 objetos celestes. Continuó con otras publicaciones como *Astronomía*, *El cielo de Colón*, *El Sol y el Sistema Solar*, *Naturaleza de las estrellas*, *El Universo*, *El cometa Halley 1985-86* y una actualización del *Catálogo de estrellas dobles visuales* con 5.114 pares.
Entre sus descubrimientos destacan 63 estrellas dobles y 25 estrellas variables.

BIBLIOGRAFIA

DOCOBO, J. A. *Comunicación privada*. 2006.

OLIVER, J. M. *Historia de la Astronomía Amateur en España*. Edita: Equipo Sirius (Madrid). 1997. ISBN: 84-86639-84-0.

CREACIÓN DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ASTRONOMÍA

La Comisión Nacional de Astronomía (CNA) se crea por Real Decreto (en adelante RD) de 7 de abril de 1922 (publicado en la *Gaceta de Madrid* el 8 de abril).
En la exposición de motivos de dicho RD se dice lo siguiente: *Independientemente de esta Unión* [Unión Geodésica y Geofísica Internacional], *pero dentro del mismo Consejo de Investigaciones* [Consejo Internacional de Investigaciones Científicas] (este último organismo sustituyó a la antigua Asociación de Academias de Ciencias), *funciona otra Unión Internacional que cultiva las cuestiones referentes a la Astronomía, y a la que España ha sido como a la anterior, invitada a adherirse. Obligan de modo indudable los precedentes científicos y el renombre que nuestra Nación disfrutó dentro de las Asociaciones Geodésica y Sismológica, a prestar su cooperación a los nuevos organismos, y, por virtud de los Estatutos de ellos, a constituir, antes que nada, los Comités nacionales que sean como una federación de capacidades intelectuales en cada una de las ramas que cultivan, y que agrupen alrededor del Centro oficial más indicado a cuantas figuras, así oficiales como particulares, hayan de aportar conocimientos, trabajos e ideas.*
Respétase, sin embargo, la colocación de estos nuevos organismos, al igual que las antiguas representaciones personales, bajo la dependencia del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes y dentro de la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico, que sostuvo la relación internacional en estas cuestiones y que abarca todas las disciplinas científicas objeto de las tareas de las nuevas uniones.

Artículo 1º: Se crea el Comité Nacional de Geodesia y Geofísica y el Comité Nacional Astronomía para constituir las representaciones españolas dentro de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica y de la Unión Astronómica [Internacional], *a las que se adhiere España.*

Artículo 4º: El Comité Nacional de Astronomía está encargado:
Primero. De aportar la colaboración española a las tareas de la Unión Astronómica Internacional.
Segundo. De facilitar y coordinar en nuestra Nación el estudio de las diversas ramas de la Astronomía, consideradas principalmente desde el punto de vista internacional.
Tercero. De someter a la Unión Internacional, bien sea solamente o en unión de otros Comités Nacionales, cuestiones que deba estudiar aquella y entren en su competencia.
Cuarto. De designar los delegados encargados de representarle en las Asambleas de la Unión.

Artículo 5º: Compondrán el Comité Nacional de Astronomía:
El Director General del Instituto Geográfico y Estadístico. Presidente.
El Jefe del Observatorio Astronómico de Madrid. Vicepresidente.
Tres astrónomos del Observatorio de Madrid.
Un Consejero del Servicio Geográfico.
Dos ingenieros geógrafos.
Un representante de la Academia de Ciencias.
Un representante del Observatorio de Marina de San Fernando.
Dos representantes de los Observatorios declarados de utilidad pública.

En el año 1948 se modifica el Reglamento de la CNA por el Decreto de 11 de marzo de 1948 (publicado en el *Boletín Oficial del Estado* de 24 de marzo). En el artículo 1º de dicho Reglamento se dice que *La Comisión Nacional de Astronomía es un organismo dependiente de la Presidencia del Gobierno, constituido dentro de la Dirección del Instituto Geográfico y Catastral, al objeto de llevar la representación de España en la Unión Internacional de Astronomía, la cual tiene como fines primordiales: impulsar el estudio de los problemas que conciernen a las diversas ramas de la ciencia astronómica, estimular y coordinar las investigaciones científicas que exija la cooperación de las naciones adheridas a esa Unión, discutirlas y aprobarlas, y facilitar trabajos e investigaciones especiales.*

En el artículo 2º aparece la composición de la CNA que difiere algo del RD fundacional:
El Director General del Instituto Geográfico y Catastral, que ejercerá la función de Presidente.
El Presidente del Consejo del Servicio Geográfico, que asumirá la Vicepresidencia.
El Director del Observatorio Astronómico Nacional, que desempeñará las funciones de Secretario General.
Dos astrónomos del Observatorio de Madrid.
Dos ingenieros geógrafos.
El Director del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando.
El Catedrático de Astronomía de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central.
Un representante del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
Un representante de la Academia de Ciencias.
Un Director de Institución Astronómica regional de carácter privado en representación de todas las de igual clase, designado por la Presidencia del Gobierno, a propuesta del Presidente de la Comisión Nacional de Astronomía.
Los que ostenten la representación de España en los Comités y Comisiones Internacionales de la Unión Astronómica, siempre que conste en acta de los organismos internacionales en representación.
En el artículo 7º se indica que la CNA se dividirá en tres secciones: Astronomía de posición, Física Solar y Astronomía Estelar.

Posteriormente varias órdenes ministeriales disponen los nombramientos de los miembros de la Comisión. La mayoría de estos nombramientos lo han sido por astrónomos que han ido ingresando en la International Astronomical Union. Cabe citar por ejemplo el caso de Ramón María Aller.

BIBLIOGRAFÍA

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. Consulta disponible online en http://www.boe.es

GACETA DE MADRID. Consulta disponible online en http://www.boe.es

ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN LA UNIVERSIDAD

Como ya hemos visto en el capítulo anterior, la ley Moyano de 1857 permitía por vez primera la constitución de una Facultad de Ciencias. Dicha Facultad estaba dividida en tres secciones: físico-matemáticas, químicas, y naturales.
En el año 1900, se constituye por vez primera un Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, un ministerio específico para dirigir las políticas educativas que sustituía al Ministerio de Fomento el cual tenía asignada esta tarea, entre otras muchas.
Así, Antonio García Alix (primera persona en ocupar el Ministerio de Instrucción Pública), dictó la Real Orden de 4 de agosto de 1900 (publicada en la *Gaceta de Madrid* el 7 de agosto) en la que se organizan las Facultades de Ciencias.
Una de las novedades que más llama la atención de esta Real Orden, es la separación de la sección de física-matemáticas. Así, a partir de entonces, las Facultades de Ciencias se dividirían en cuatro secciones: Ciencias exactas, Ciencias físicas, Ciencias químicas, y Ciencias naturales.
Entre las asignaturas relacionadas con la Astronomía que se impartirían figuraban las siguientes:

- Cosmografía y Física del Globo: En el tercer año, en las secciones de ciencias exactas, ciencias físicas, y ciencias químicas.
- Astronomía esférica y Geodesia: En cuarto curso de la sección de exactas.
- Astronomía del sistema planetario: En el período de doctorado en la sección de exactas.
- Astronomía física: En el período de doctorado en la sección de físicas.

En el artículo 9 de la citada Real Orden, solamente en la Universidad Central de Madrid existirán las cuatro secciones. También el período de doctorado se impartiría solamente en esta Universidad.
En la Universitat de Barcelona existieron las secciones de exactas, físicas, y químicas. En la Universidad de Zaragoza las de exactas, y físicas y en la Universitat de Valencia la de químicas, mientras que en las universidades de Sevilla y Granada se darían tan solo las asignaturas de los dos primeros cursos de las secciones de exactas, físicas y químicas.
En el artículo 10º se dice que el Observatorio Astronómico [de Madrid], junto con el Museo de Ciencias Naturales, son establecimientos anexos a la Facultad de Ciencias, *en los que se darán las enseñanzas de aquellas asignaturas que requieran utilizar los medios de que disponen en beneficio de los alumnos, sin menoscabo de los fines científicos a qué principalmente se hallan destinados. Al efecto, continuarán haciéndolo como hasta aquí los Catedráticos de la Sección de Naturales que dan sus clases en el Museo, y lo verificarán en el Observatorio los de Cosmografía y Física del Globo, Astronomía esférica y geodesia, Astronomía del sistema planetario, Astronomía física y Meteorología* (esta última se impartía en el curso de doctorado en la sección de físicas).

Desde el punto de vista teórico, parece claro que un estudiante que cursara en las secciones de exactas y de físicas hasta el período de doctorado, recibiría las enseñanzas necesarias para realizar al término de sus estudios, una buena labor docente e investigadora en el campo de la Astronomía.

En cuanto al profesorado, en una Real Orden de 12 de agosto de 1900 (*Gaceta de Madrid* de 15 de agosto), se indica que en las universidades de Barcelona y Zaragoza, las asignaturas de Cosmografía y Física del Globo, y de Astronomía esférica y geodesia, estarán a cargo de un solo catedrático.

Posteriormente, por Real Orden de 28 de septiembre de 1900 (*Gaceta de Madrid* de 29 de septiembre) se desarrollan los estudios de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Madrid.
Así, se indica que (para las tres secciones de exactas, físicas, y químicas) a la asignatura de Cosmografía y Física del Globo, le corresponderían cinco lecciones semanales a cargo del catedrático numerario, José de Castro Pulido.
La asignatura de Astronomía esférica y geodesia, sería impartida en cinco lecciones semanales por el catedrático numerario Eduardo León y Ortiz.
El catedrático numerario Francisco Iñiguez e Iñiguez daría también en cinco lecciones semanales la Astronomía del sistema planetario.
Por último, acumulada a Antonio Tarazona y Blanch, Astrónomo 2º del Observatorio de Madrid, desarrollaría el temario de la Astronomía física con la misma carga semanal.

En cuanto a la distribución del profesorado, en las llamadas por aquel entonces universidades de distrito, la situación era la siguiente:

- Universitat de Barcelona

Ignacio Tarazona y Blanch, impartiría como catedrático numerario, la Cosmografía y Física del Globo, y como acumulada, la Astronomía esférica y geodesia (ambas con cinco lecciones semanales), en las tres secciones.

- Universitat de Valencia

Juan Codoñer y Blat daría como catedrático numerario, la asignatura de Cosmografía y Física del Globo (en cinco lecciones semanales), en la sección de químicas.

- Universidad de Zaragoza

Gabriel Galán y Ruiz responsable de la asignatura de Cosmografía y Física del Globo (en cinco lecciones semanales) en las secciones de exactas y químicas (que había sustituido a la inicialmente prevista sección de físicas).

Esta estructura permanecería casi inalterable hasta que se produjo el levantamiento militar en 1936. Solamente cabe destacar un par de cambios que afectaron a la enseñanza en la Universidad Central de Madrid.
En 1914, fallece Eduardo León, y desde la Junta de Facultad se propone que Francisco Iñiguez pase a desempeñar la cátedra de Astronomía esférica y geodesia, dejando vacante la de Astronomía del sistema planetario. Además, la Junta de Facultad propuso que la cátedra que dejaba vacante Iñiguez pasase a llamarse de Mecánica Celeste, cambiando también sus contenidos.
Después de un largo proceso burocrático, esta propuesta cristalizó en la Real Orden de 22 de enero de 1917 (*Gaceta de Madrid* de 9 de febrero), en la que se suprime la cátedra de Astronomía del sistema planetario y se crea la de Mecánica Celeste. También se indica que el catedrático numerario Francisco Iñiguez que desempeñaba la cátedra suprimida, pasaría a desempeñar la de Astronomía esférica y geodesia que se hallaba vacante. Posteriormente, salió a oposición la cátedra de Mecánica Celeste. Los opositores a esta cátedra fueron: Esteban Terradas e Illa, José María Plans y Freire,

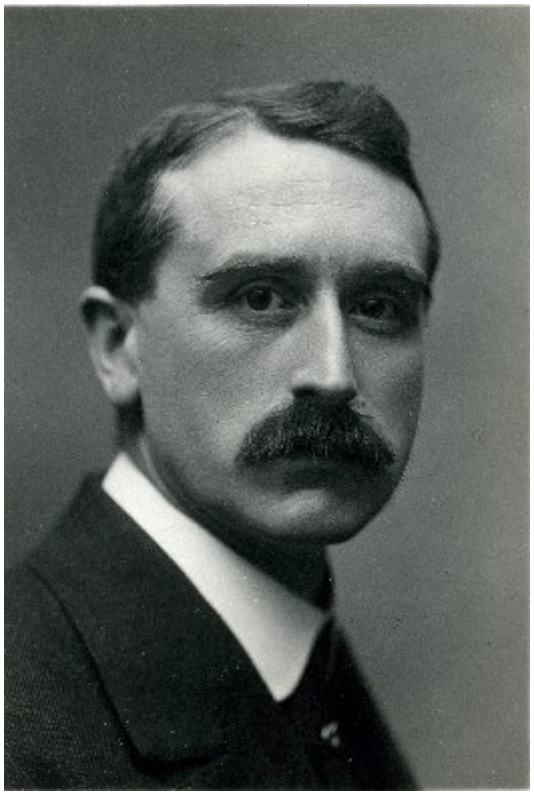
Antonio Torroja y Miret, y Honorato Castro Bonel (*Gaceta de Madrid* de 29 de agosto de 1917). La oposición fue ganada por José María Plans (*Gaceta de Madrid* de 28 de noviembre de 1917). El tribunal estuvo formado por: Juan Flórez Posada (presidente), Gustavo Fernández (académico), Francisco Iñiguez (catedrático de la Universidad Central), Luis Abaunza (catedrático de la Universidad de Sevilla) y Miguel Aguilar (astrónomo del Observatorio de Madrid), estos cuatro últimos como vocales.
Es preciso en este momento hacer una serie de aclaraciones con respecto a los docentes de la Universidad Central de Madrid.
El segundo cambio tuvo lugar tras el fallecimiento de Francisco Iñiguez, en la que se produce la vacante en la cátedra de Astronomía esférica y geodesia. La Junta de Facultad propuso que se amortizase dicha cátedra y que ésta fuese acumulada al catedrático de Cosmografía y física del globo, Honorato Castro Bonel. Esta amortización se formalizó por Real Orden de 30 de diciembre de 1922 (*Gaceta de Madrid* de 6 de febrero de 1923).

Así pues, la relación de docentes en asignaturas relacionadas con la Astronomía en las Facultades de Ciencias donde se impartían era la que sigue:

UNIVERSIDAD CENTRAL DE MADRID		
DOCENTE	ASIGNATURA	PERÍODO
José de Castro Pulido	Cosmografía y física del Globo	1894-1920 (jubilación)
Antonio Tarazona y Blanch	Astronomía física (doct.)	1901-1906 (fallec.)
Antonio Vela y Herranz (*)	Astronomía física (doct.)	1907-1927 (fallec.)
Francisco Iñiguez e Iñiguez	Astronomía del sistema planetario (doct.)	1900-1917
Francisco Iñiguez e Iñiguez	Astronomía esférica y geodesia	1914-1922 (fallec.)
Eduardo de León y Ortiz	Astronomía esférica y geodesia (antes Geodesia)	1881-1914 (fallec.)
José María Plans Freire	Mecánica celeste (doct.)	1917-1934 (fallec.)
Honorato Castro Bonel	Cosmografía y física del Globo	1920-1936 (exiliado)
Honorato Castro Bonel	Astronomía esférica y geodesia (como acumulada)	1922-1936 (exiliado)
José Tinoco y Acero	Encargado de Cosmografía y física del Globo, y de Astronomía esférica y geodesia	Entre el 18-4-1931 hasta el 29-4-1933 (mientras Honorato Castro fue Director del Instituto Geográfico)
Pedro Carrasco Garrorena (**)	Astronomía física (doct.) (como acumulada)	1927-1936 (exiliado)

(*) En la *Gaceta de Madrid* de 17/7/1910 se indica que Antonio Vela ha sido declarado excedente como auxiliar numerario en la Universidad Central, aunque continúa como encargado de la cátedra de Astronomía física.

(**) Catedrático de Física matemática desde junio de 1918.


José María Plans y Freire (*)

José Tinoco y Acero (*)

Honorato Castro Bonel (*)

Pedro Carrasco Garrorena (*)

(*) *Fotografías pertenecientes al "Legado Álvarez-Ude" depositado en el Archivo de Amigos de la Cultura Científica. Cortesía de Francisco González Redondo.*

UNIVERSITAT DE BARCELONA		
DOCENTE	ASIGNATURA	PERÍODO
Ignacio Tarazona y Blanch	Cosmografía y física del Globo (y Astronomía esférica y geodesia –como acumulada desde 1900-)	1895-1906
Ángel Berenguer Ballester	Cosmografía y física del Globo, Astronomía esférica y geodesia (acumulada)	1906-1931
Joaquín Febrer Carbó (por encargo de Eduard Fontseré)	Cosmografía y física del Globo, Astronomía esférica y geodesia (acumulada)	1931-1936

UNIVERSITAT DE VALENCIA		
DOCENTE	ASIGNATURA	PERÍODO
Juan Codoñer Blat	Cosmografía y física del Globo	1895-1906
Ignacio Tarazona y Blanch	Cosmografía y física del Globo	1906-1922 (supresión de la asignatura)

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA		
DOCENTE	ASIGNATURA	PERÍODO
Gabriel Galán y Ruiz	Cosmografía y física del Globo, y Astronomía esférica y geodesia	1897-1935 (excepto entre 1911 y 1924)
Esteban Vergés y Galofre	“	1911-1924

BORRÓN Y CUENTA NUEVA

Tras la guerra civil, las autoridades franquistas ordenaron una nueva estructura de las enseñanzas en la Facultad de Ciencias. Dicha ordenación tuvo lugar por Decreto de 7 de julio de 1944 (BOE de 4 de agosto).

En el nuevo plan de estudios para las Facultades de Ciencias se contemplaba:

- En la Sección de Matemáticas se impartiría la asignatura de Astronomía general y topografía en segundo curso (con tres horas semanales de clase y dos de sesión práctica) y Astronomía esférica y geodesia (como optativa en 5º curso).
- En la Sección de Físicas se impartiría la asignatura de Astronomía general y topografía en tercer curso (con tres horas semanales de clase y una de sesión práctica).

Comparando este plan de estudios con el de 1900 podemos comprobar un cierto retroceso al convertirse la segunda materia en la Sección de Matemáticas como optativa y al eliminar las asignaturas de doctorado.

A partir de este Decreto, se constituirían cátedras de Astronomía de las Facultades de Ciencias de Madrid, Barcelona y Zaragoza. Además, y a pesar de que no existían las secciones de Matemáticas y de Física en la Universidade de Santiago, también se constituyó una cátedra de Astronomía en esta Universidad para honrar la figura de Ramón María Aller Ulloa. Finalmente, aunque de una manera efímera, también se constituyó una cátedra de Astronomía en la Universidad de Oviedo.

La enseñanza de la Astronomía en la Universitat de Valencia, a pesar de la tradición, se dejó de impartir durante algunos años, desde 1922 hasta 1966, año este último en que se creó en dicha universidad la Sección de Matemáticas.

Veamos a continuación lo que han dado de si cada una de estas cátedras que hemos mencionado.

BIBLIOGRAFÍA

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. Consulta disponible online en http://www.boe.es

Expediente personal de José de Castro y Pulido. Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid (en adelante, AGUCM). Expediente P-467-15

Expediente personal de Eduardo León y Ortiz. AGUCM P-568-47.

Expediente personal de Antonio Vela y Herranz. AGUCM P-733-17.

Expediente personal de Francisco Iñiguez Iñiguez. AGUCM P-550-5.

Expediente personal de José María Plans Freyre. AGUCM P-646-37.

Expediente personal de Honorato Castro Bonel. AGUCM P-467-3.

Expediente personal de Pedro Carrasco Garrorena. AGUCM P-464-11.

GACETA DE MADRID. Consulta disponible online en http://www.boe.es

CÁTEDRA DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID

La cátedra de Astronomía General y Topografía y Astronomía Esférica y Geodesia de la hoy denominada Universidad Complutense de Madrid estuvo ligada desde los años cuarenta al nombre de José María Torroja Menéndez.
Previamente la enseñanza de la Astronomía y temas afines en la Universidad de Madrid estuvo a cargo de varios catedráticos con distintas denominaciones (Geodesia, Cosmografía y Física del Globo y Mecánica Celeste). Desde la creación de las Facultades de Ciencias y según información obtenida en la web del Centro de Investigación en Educación Educativa (CIDE) dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia figuran los siguientes catedráticos (los años que aparecen se refieren a las fechas en que tuvieron lugar los procesos selectivos):

- Eduardo León Ortiz. Catedrático de Geodesia. 1881-1882.
- Dionisio Garroño. Catedrático de Cosmografía y Física del Globo. 1881.
- José de Castro Pulido. Catedrático de Cosmografía y Física del Globo. 1894.
- José María Plans Freire. Catedrático de Mecánica Celeste. 1917.
- Honorato Castro Bonel. Catedrático de Cosmografía y Física del Globo. 1920.

Tras la guerra civil se convocaron oposiciones a las cátedras de Astronomía General y Topografía y Astronomía Esférica y Geodesia vacantes en las universidades de Madrid y Barcelona al mismo tiempo por Orden de 18 de diciembre de 1944 (BOE de 8 de enero de 1945). Por Orden de 27 de febrero de 1945 se nombra al tribunal que estaba formado por Wenceslao Benítez (presidente), Patricio Peñalver Bachiller, José María Orts Aracil, Sixto Ríos García y Antonio Romañá (vocales). A dichas oposiciones se presentaron dos aspirantes José María Torroja Menéndez y Joaquín Febrer Carbó (BOE de 30 de abril de 1945). Por sendas órdenes del 5 de octubre de 1945 se nombra catedrático de Astronomía de la Universidad de Madrid a José María Torroja y catedrático de la misma en la Universitat de Barcelona a Joaquín Febrer Carbó (BOE de 1 de noviembre de 1945).

Torroja, nacido en Madrid en 1916, leyó su tesis doctoral en 1941, con 25 años, en el Observatori de l´Ebre bajo la dirección del P. Enrique de Rafael. El tema de su tesis, de la que obtuvo Premio Extraordinario, fue uno de sus favoritos, sobre la repetición de eclipses, tema del que ha había publicado dos artículos con anterioridad.
En el Observatori de l´Ebre, conoció al P. Antonio Romañá, al que además de colaborar científicamente con él, le uniría una gran amistad desde entonces. No puede entenderse la evolución de la Astronomía en España sin la activa participación de estos dos personajes. Torroja, durante la primera mitad de los años cuarenta, compartiría la docencia en Madrid con la investigación en el Observatori de l´Ebre.

Comentan dos de sus discípulos, Miguel Sevilla y Ricardo Vieira, que José María Torroja (fallecido en diciembre de 1994) era una persona que quería participar en todas las instituciones que podía. Efectivamente, fue catedrático, decano, vicerrector, astrónomo del Observatorio de Madrid, ingeniero geógrafo, consejero del CSIC, miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y un largo etcétera. Queremos destacar con esto, la gran variedad de tareas a la que se enfrentaba, lo que le daba un conocimiento de carácter enciclopédico en varias disciplinas, pero también que no fuera un especialista destacado en un tema concreto. Esta visión puede

parecer "chocante" en la actualidad, pero en aquella época podía considerarse como algo habitual.
Además creó el Seminario de Astronomía y Geodesia (hoy Instituto de Astronomía y Geodesia), y junto a Antonio Romañá creó la Unión Nacional de Astronomía y Ciencias Afines (UNACA) y el Observatorio del Teide. Esto nos da una visión de planificación, de una visión científica a largo plazo, o en otras palabras, de lo que debería ser el futuro de la Astronomía, según las circunstancias de aquella época.

Ha publicado numerosos trabajos de Astronomía y Geodesia en España –especialmente en *Urania* y en *Publicaciones del Seminario de Astronomía y Geodesia*-. En los años cuarenta y cincuenta el publicar algo, aunque fuera en revistas propias ya era todo un logro, debido a lo debilitadas (o mejor dicho desoladas) que quedaron las instituciones científicas en España tras la contienda bélica. José María Torroja fue una de las personas que mantuvieron viva una pequeña llama en cuanto a docencia e investigación científica en España.

Repasando las *Publicaciones del Seminario de Astronomía y Geodesia* se puede comprobar que las contribuciones de Torroja en la década de los cincuenta estaban dedicadas fundamentalmente al cálculo de órbitas de asteroides (7 artículos), y a los eclipses (2 artículos). Los primeros se deben a los trabajos a los que se comprometió España para evitar la expulsión de la IAU. Los trabajos sobre eclipses marcan, a nuestro juicio, la mayor contribución de Torroja a la Astronomía, con la construcción junto al profesor Eduardo Bongera, de una cámara para determinar los contactos interiores de los eclipses de Sol.

José María Torroja y Vicente Bongera. Foto cortesía de Ricardo Vieira.

Los trabajos sobre eclipses continuarían a principios de la década de los sesenta (con otras dos contribuciones) y ya no aparecen trabajos suyos sobre asteroides en estas Publicaciones en dicha década. Publicará también un trabajo sobre los observatorios astronómicos en la era espacial (1965) y sobre la estación para observación de satélites geodésicos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid (1969). Estas últimas contribuciones se deben a las nuevas posibilidades que ofrecía la era espacial para la Astronomía y para la Geodesia.

La década de los setenta comienza Torroja con las memorias de actividades del Seminario de Astronomía y Geodesia de la Universidad de Madrid desde 1969 hasta 1973 que fueron publicadas en la serie *Publicaciones del Seminario de Astronomía y Geodesia*. Todas ellas (excepto la de 1971) fueron publicadas además en la revista *Urania*.

Por el interés histórico reproduciremos a continuación un resumen de las citadas publicaciones:
En el campo de Geodesia por satélites se destaca la instalación de varias cámaras de seguimiento (dos en la Facultad de Ciencias de Madrid y una en la de Barcelona) para su utilización en el programa europeo de observación de satélites geodésicos. Dichas cámaras fueron construidas por el Institut Géographique National francés. La primera cámara, que se identificó con el número 10002 y el indicativo MADRD, se comenzó a usar en julio de 1968. La segunda, con el número 10003 y el indicativo MADRI, se comenzó a usar en agosto de 1969. La tercera, con el número 10004 y el indicativo BARCL, se comenzó a usar en la Facultad de Ciencias de Barcelona en julio de 1970. Las placas obtenidas se medían con el comparador Grubb-Parsons LP 205 y el cálculo de posiciones se realizaba con el ordenador IBM 7090 del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid.

Además del programa europeo, la Facultad de Ciencias participó en programas internacionales como el "Euráfrica" y el "Mediterráneo". Para el programa "Euráfrica" se instaló otra estación en el Observatorio del Teide. Como consecuencia de las observaciones, se realizaron varios estudios teóricos. Uno de los estudios dio lugar a la tesis doctoral de Miguel Sevilla.
En Mareas Terrestres se comenta la puesta en marcha de dos equipos de péndulos Melchior.
En Astrofísica se destacan los primeros trabajos de Manuel Rego y María José Fernández Figueroa sobre estrellas con abundancia de elementos químicos en atmósferas estelares.
En cuanto a nuevos instrumentos e instalaciones se menciona la construcción de un equipo de registro automático y un aparato lector para el Grubb-Parsons.

En trabajos de licenciatura se citan en la Memoria de 1969 los de:
-Gabriel Vera Botí: Procesos de cálculo en Geodesia espacial. Medición de placas.
-Carlos Sánchez Magro: Descripción, puesta a punto y medida de placas con el comparador Grubb-Parsons.
-Guillermo Rodríguez: Distribución en el espacio y en el tiempo de la intensidad de la raya atmosférica (OI) 5577 A en una zona de 500.000 km2 sobre las Islas Canarias.
- Eduardo Battaner: Cálculo de coeficientes de extinción de la atmósfera, como el Airglow como fuente.

En la Memoria de 1970 constan los de:
-S. Mas: Determinación de las coordenadas astronómicas y acimut en un punto.
-R. Parra: Instalación de un ecuatorial y su aplicación a observaciones de ocultaciones de estrellas por la Luna.

En la Memoria de 1971 la de Araceli Busca: "Análisis cualitativo de la estrella HD 18474"

Y en la Memoria de los años 1972 y 1973 los de:
-Juan Díaz Godino: Estaciones clinométricas. Calibración de péndulos horizontales.
-José García Sánchez: En torno a la naturaleza del Gegenschein.
-Manuel Cornide Castro-Piñeiro: Análisis del espectro de la estrella UN-GYGNI.
-Ana Muñoz Jiménez: Determinación de la latitud por el método de Horrebow-Talcott.
-Luis Baturone Linares: Determinación de la magnitud límite de una cámara Baker-Nunn.
-Juan Aranda Repullo: Construcción de modelos de estrellas.
-Miguel Ángel Acosta Herrera: Diseño y construcción de un sistema fotoeléctrico para su aplicación a la observación de ocultaciones de estrellas.

En tesis doctorales se cita en la Memoria del año 1969 la de Francisco Sánchez Martínez con el título "Contribución al conocimiento del medio interplanetario por fotometría y polarimetría de la luz zodiacal" (director Dumont).

En la Memoria de 1970 aparece la tesis de Manuel Rego con el título "Determinación de las abundancias de los elementos en la atmósfera de la estrella de alta velocidad 31 Aql" (director: Leo Houziaux)

En la Memoria de los años 1972 y 1973 se citan las siguientes tesis doctorales:
-María José Fernández Figueroa: Observación y estudio teórico del espectro de la estrella peculiar HD 18474. Director: Leo Houziaux.
-Eduardo Simonneau García: Formación de líneas espectrales en atmósferas de estrellas no estacionarias. Sin director (según el catálogo de la Biblioteca de la Universidad Complutense figura como director José María Torroja, sin embargo en el currículum de este último no aparece esta circunstancia).
-Miguel Sevilla de Lerma: Método autocorrector para el cálculo de direcciones de satélites geodésicos. Director: José María Torroja.

Se destacan también en estas Memorias actividades realizadas en el extranjero y publicaciones.

Torroja formó a un buen número de personas en la Universidad de Madrid, especialmente en el campo de la Astronomía matemática y la Geodesia. Con respecto a la Astronomía física o Astrofísica nunca estuvo interesado en impartirla, de hecho, ya en los años cuarenta esta asignatura para los estudiantes de Física la daba Enrique Gullón. Sin embargo, no se puede decir que fuera totalmente contrario al desarrollo de esta rama de la Astronomía. Como director del Observatorio del Teide, apoyó ante la Comisión de Investigación del II Plan de Desarrollo, el envío de licenciados en Ciencias a este Centro para la organización de dos secciones de Astrofísica estelar (para fotometría y para espectroscopía). Además, durante la etapa en la que Teodoro Vives

fue profesor en la Complutense, Torroja apoyó la organización de un laboratorio de Astrofísica. En ese laboratorio se trabajó con un programa de investigación realizado por el profesor Wilhem Becker de la Universidad de Basilea (Suiza). Aquí se realizaron medidas de placas fotográficas estelares obtenidas con el telescopio Schmidt del Observatorio de Hamburgo, y se formaron personas como Manuel Cornide, Carmen Morales o Gerardo del Río, entre otros.

Las tesis doctorales que ha dirigido José María Torroja son las de:

- José María González Aboín: Variaciones de las coordenadas geodésicas de los vértices de una red por cambio de elipsoide de referencia (1965).
- Miguel Jesús Sevilla de Lerma: Método autocorrector para el cálculo de direcciones de satélites geodésicos y análisis de los errores en la restitución de un arco en órbita (1973).
- Teodoro Vives Soteras: Determinación fotométrica del tipo espectral de la componente desconocida de una estrella binaria eclipsante (1975).
- Carmen Morales Durán: Estudio fotométrico de un campo situado en el plano de la Galaxia en la dirección del anticentro (1980).
- Ricardo Vieira Díaz: Investigación sobre Mareas Terrestres en la Península Ibérica. Aplicaciones geodésicas, geofísicas y oceanográficas (1984).

Realmente, aunque aparece el nombre de Torroja en la dirección de las tesis de Vives y de Morales, debe entenderse que actuó de ponente.

BIBLIOGRAFIA

REGO, M. *Comunicación privada*. 2006.

SEVILLA, M. *Comunicación privada*. 2006.

TORROJA, J.M. *La estación para la observación de satélites geodésicos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Ciencias de la Universidad de Madrid*. Recogido en Urania, nº 269-270. 1969.

TORROJA, J.M. *Memoria de las actividades del Seminario de Astronomía y Geodesia de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid en 1969*. Recogido en Urania, nº 271-272. 1970

TORROJA, J.M. *Memoria de las actividades del Seminario de Astronomía y Geodesia de la Universidad Complutense de Madrid en 1970*. Recogido en Urania, nº 273. 1971.

TORROJA, J. M. *Memoria de las Actividades del Seminario de Astronomía y Geodesia de la Universidad Complutense de Madrid en 1971*. Recogido en Publicaciones del Seminario de Astronomía y Geodesia, nº 71. 1972.

TORROJA, J.M. *Memoria de las actividades del Seminario de Astronomía y Geodesia de la Universidad Complutense de Madrid en 1972 y 1973*. Recogido en Urania, nº 281-282. 1974.

VIEIRA, R. *Comunicación privada*. 2008.

CÁTEDRA DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA

Los antecedentes de esta cátedra en la Universitat de Barcelona hay que buscarlos en disciplinas como la Geodesia y la Cosmografía y Física del Globo.
Según consta en la web del Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE) del Ministerio de Educación y Ciencia, la universidad barcelonesa contó con los siguientes catedráticos a partir de 1880:
-José Doménech. Geodesia. 1883-1888.
-Eduard Fontseré. Geodesia. 1897-1899.
-José Castro Pulido. Cosmografía y Física del Globo. 1881-1882.
-Juan Ordoñez. Cosmografía y Física del Globo. 1894-1895.
-Ignacio Tarazona. Cosmografía y Física del Globo. 1895-1898.

Ignacio Tarazona es nombrado catedrático numerario de Cosmografía y Física del Globo en 1898. A partir de 1900 además, se encarga de la cátedra de Astronomía Esférica y Geodesia como acumulada. Entre sus logros está la instalación en el jardín de la Facultad de Ciencias de un ecuatorial Grubb de 12 centímetros de abertura y 1,72 metros de distancia focal, el cual constituyó el instrumento principal del Observatorio Astronómico de la Facultad de Ciencias de la Universitat de Barcelona.
En 1906 permuta con el catedrático de Cosmografía y Física del Globo de la Universitat de Valencia, Ángel Berenguer Ballester (a éste también se le acumuló en Barcelona la cátedra de Astronomía Esférica y Geodesia).
En 1931 se jubila Ángel Berenguer y en 1932 le es devuelta a Eduard Fontseré la cátedra de Geodesia que había ganado por oposición en 1899 y que fue amortizada al unir esta cátedra con la de Cosmografía y Física del Globo.
A la cátedra de Geodesia se le acumuló también la Geofísica. Ante esta acumulación, Eduard Fontseré encargó la docencia de Astronomía Esférica y Geodesia a Joaquín Febrer (ya la ejercía como auxiliar desde 1921) y él se encargó de la Meteorología y la Geofísica. Joaquín Febrer también era el encargado de las asignaturas de Astronomía que se impartían en el curso 1934-1935 en la Universitat Autónoma de Barcelona (que fue creada el 1 de junio de 1933). También figuraba la asignatura de Astrofísica en la Sección de Físicas pero al parecer estaba vacante.

Como ya se comentó anteriormente, tras la guerra civil, se convoca la cátedra de Astronomía General y Topografía y Astronomía Esférica y Geodesia en la Universitat de Barcelona, a la que accedió Joaquín Febrer.
Febrer (que también explicó Mecánica Celeste a los alumnos de 5º curso de Matemáticas) utilizó como libros de texto *Traité de Méchanique Céleste* de F. Tisserand (1888) y *Spherical and Practical Astronomy* de W. Chauvenet (1908). Las clases prácticas (impartidas por Juan José de Orús desde 1945 a 1960 y por María Asunción Catalá de 1961 a 1964) consistían en la resolución de problemas, el manejo del sextante y el teodolito y de observaciones con los telescopios de la cátedra. Febrer escribió también el libro *Lecciones de Astronomía Elemental* en el que (además de la teoría) se proponían 150 problemas para resolver.
En 1964 se jubila Joaquín Febrer y le sustituye Juan José de Orús Navarro.

Orús nació en Barcelona el 25 de setiembre de 1921. Obtuvo varios títulos universitarios: licenciado en ciencias exactas (1944), licenciado en ciencias físicas (1947), doctor en ciencias (1951), perito industrial (1954) e ingeniero industrial (1966). Comenzó su andadura docente en el año 1945 como ayudante de Astronomía en la Facultad de Ciencias de la Universitat de Barcelona, hasta el año 1947 en el que pasa a ser profesor adjunto.

Por una cuestión personal, en el año 1960 tiene que dejar Barcelona. Se traslada a Oviedo donde ocuparía la cátedra de Astronomía de la universidad ovetense, aunque impartiría docencia de Matemáticas Especiales (para químicos).

En el año 1964 ocuparía la cátedra de Astronomía General y Topografía y Astronomía Esférica y Geodesia en Barcelona, la cual ya no dejaría hasta su jubilación. Fue el titular de dicha cátedra hasta el año 1974 en la Facultad de Ciencias y a partir de ese año en adelante ya como Facultad de Física.

Fotografía de Juan José Orús Navarro tocando el piano. Cortesía de Jorge Núñez.

El Dr. Orús, en su dilatada carrera (se jubiló en 1987) ha desarrollado las siguientes líneas de investigación:

- Perturbaciones seculares en la Mecánica Celeste (1946-1970)
- Historia de la Astronomía (1950-
- Dinámica de los sistemas estelares (1950-
- Ocultaciones de estrellas por la Luna (1965-1975)
- Seguimiento óptico de satélites artificiales –Geodesia Espacial- (1970-1975)
- Seguimiento radioeléctrico de satélites artificiales (1975-1980)
- Proyecto Hipparcos –Astrometría Espacial- (1980-

Ha publicado numerosos artículos, así como cinco libros: *Astronomía* (1955), *La forma de las nebulosas extragalácticas* (1961), *Apuntes de Astronomía* (1966), *Movimiento de satélites artificiales* (1969) y *Apuntes de Dinámica Galáctica* (1977).
Ha dirigido 11 tesis doctorales, las de Catalá Poch (1971), Canal Masgoret (1973), Casanovas Corderroure (1973), Simó Torres (1974), Rius Jordan (1974), Massaguer Navarro (1976), Estalella Boadella (1978), Nuñez de Murga (1981), Ros Ferré (1984), Torra Roca (1984) y Sala Mirabet (1986).

También había una adjuntía ocupada por María Asunción Catalá.
María Asunción Catalá Poch, que nació en Barcelona el 14 de julio de 1925, se licenció en ciencias (sección de matemáticas) en 1953. En cuanto a su actividad docente en Astronomía en la Universitat de Barcelona, un año antes de licenciarse, ya se incorpora en el puesto de ayudante del profesor Febrer Carbó. Posteriormente pasaría a ser adjunta interina en 1960 y adjunta numeraria desde 1975. Con la llegada de la Ley de Reforma Universitaria (LRU) pasaría a ser profesora titular hasta su jubilación en 1990.

La doctora Catalá (como es conocida entre sus alumnos), durante su etapa investigadora ha trabajado en las siguientes líneas de investigación: órbitas de cometas, manchas solares, historia de la astronomía árabe, astronomía de posición, dinámica de los sistemas estelares, dinámica galáctica, estructura de la nube de Oort y astrodinámica.

Tiene una amplia relación de artículos publicados, así como nueve libros: *Contribución a la Dinámica de los Sistemas Estelares* –su tesis doctoral- (1971), *Colisiones binarias en el problema restringido de los tres cuerpos* (1971), *Astrodinámica* (1972), *Astronomía* (1978), *Mecánica celeste* (1983), *Introducción a la Astronomía (Guía para profesores de BUP)* (1984), *Elementos de Astrodinámica* (1984), *Curso de introducción a la Astronomía y Astrofísica* (1986) y *Apuntes de Astronomía* (1987).
Ha dirigido cuatro tesis doctorales, las de Gaspar Roselló (1981), Joan Carandell (1986), Jaume Sanz (1987) y Jaume Calaf (1987).

Recuerda María Asunción Catalá que el doctor Orús (fallecido el 11 de septiembre de 2005) *era una persona que no tenía enemigos y que dejaba que sus estudiantes se especializaran en lo que quisieran*. Puede decirse que las personas que querían hacer Astrofísica, Radioastronomía u otros campos fueron entrando de manera natural en la Universitat de Barcelona.

Situándonos a finales de la década de los cincuenta hay que destacar la iniciativa de publicar los principales trabajos de la llamada Sección de Astronomía del Seminario Matemático de Barcelona (fundado por José María Orts) dando una idea de las actividades que se realizaban en aquella época. En el volumen I del Boletín (números 1

y 2) aparece un resumen de observaciones de protuberancias solares realizadas en 1957 y 1958 desde el Observatorio de la cátedra de Astronomía de la Universitat de Barcelona. Las observaciones fueron realizadas con un espectroscopio Zeiss montado en el anteojo ecuatorial Grubb de 12 centímetros de apertura y 1,72 metros de distancia focal. Los observadores (que actuaban bajo la dirección del Dr. Febrer) fueron Josep María Codina (que ya había defendido su tesis doctoral), Asunción Catalá y M. Font. En los volúmenes II y III aparecen los resúmenes para los años 1959 y 1960 (vol. II) y 1961 y 1962 (vol. III). En los siguientes boletines, aparte de las observaciones de protuberancias solares se empezaron a incluir otro tipo de artículos redactados en inglés. Así en el volumen IV aparece un artículo de José Algué Perramón sobre el Teorema de Liouville, en el volumen V un artículo de Asunción Catalá sobre sistemas estelares con simetría cilindrica, en el volumen VI un artículo de Carlos González Ventura sobre el efecto Thirring en Astronomía y en el volumen VII un artículo de Ramón Canal sobre nucleosíntesis de elementos ligeros.

La situación de la cátedra de Astronomía (Astronomía General y Topografía y Astronomía Esférica y Geodesia) a principios de los años setenta era similar a la de resto de cátedras en España, había un catedrático, un adjunto, y el resto estudiantes. Poco a poco, y ya como Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos, fueron creándose plazas y fueron incorporándose astrónomos como Ramón Canal, Jordi Isern, Blai Sanahuja, Robert Estalella, Eduard Salvador, Jorge Núñez y Jordi Torra entre otros. Muchos de ellos pudieron incorporarse gracias a las pruebas de idoneidad de 1984.

Imagen de la cena homenaje al doctor Orús. Cortesía de Jorge Núñez.

Asistentes al homenaje tributado a Juan José de Orús Navarro celebrado en octubre de 1987. Cortesía de Jorge Núñez

El Departamento ha tenido distintas denominaciones. También se llamó Departamento de Física de la Atmósfera, Astronomía y Astrofísica, y en la actualidad Departamento de Astronomía y Meteorología.

BIBLIOGRAFIA

CATALÁ, M. A. *Comunicación privada*. 2006.

CATALÁ, M. A. *La enseñanza de la astronomía en Barcelona. Aproximación histórica*. Recogido en las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España 1753-2003.

CÁTEDRA DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Como punto de partida podemos comentar que en el año 1855 existía lo que Tomeo Lacrué denomina Observatorio Astronómico y Meteorológico.
Comenta el autor anteriormente mencionado que dicha instalación dependía del rectorado de la Universidad de Zaragoza y que fue montada bajo la dirección de Valero Causada. El Observatorio estuvo situado en el Paseo de Ruiseñores (hoy Instituto Miguel Servet). No se conocen resultados relevantes en el campo de la Astronomía por lo que es posible que su uso fuera puramente Meteorológico. La instalación fue desmantelada en los años de la guerra civil.
En cuanto a la enseñanza e investigación en Astronomía y temas afines, se conocen distintas personas dedicadas a esta tarea desde la época medieval (especialmente en el siglo XI), anterior a la fundación de la Universidad de Zaragoza. Constituida la Universidad, estos estudios fueron cultivados desde sus inicios, pero será en 1880 cuando estos trabajos cobrarían una mayor importancia con la constitución en Zaragoza de la Facultad de Ciencias. En este sentido, hay que destacar entre finales del siglo XIX y el primer tercio del siglo XX a los catedráticos de Geodesia, Graciano Silván y González (hasta 1897) y Gabriel Galán y Ruiz, que lo fue desde 1897 hasta 1939, excepto entre 1910 y 1924. Durante 1911 y 1924 (años en los que Gabriel Galán estuvo fuera de Zaragoza), Esteban Vergés y Galofre impartió Cosmografía. Anteriormente también había enseñado esta disciplina en Zaragoza Juan Codoñer Blat a finales del siglo XIX.

Después de la guerra civil, la cátedra de Astronomía (con la denominación de Astronomía General y Topografía y Astronomía Esférica y Geodesia) sería ocupada por Rafael Cid Palacios el cual, dada la falta de medios para la observación, se decantó por trabajar en Mecánica Celeste.
Dicha cátedra fue convocada a oposición por Orden de 28 de mayo de 1954 (BOE de 25 de junio). Se declararon admitidos a participar en ella a dos aspirantes: Rafael Cid Palacios y Juan José de Orús Navarro (BOE de 27 de octubre de 1955). Por Orden de 24 de julio de 1956 (BOE de 4 de septiembre de 1956) se nombra al tribunal, que estuvo formado por Pío García Escudero (Presidente), José María Torroja Menéndez, Joaquín Febrer Carbó y José María Iñiguez y Almech (vocales de designación automática), y Antonio Romañá Pujo (vocal de elección de una terna propuesta por el Consejo Nacional de Educación). Finalmente, por Orden de 8 de julio de 1957 (BOE de 17 de agosto) se nombra a Rafael Cid Palacios como catedrático.

Para ilustrar este período me basaré en el artículo *Rafael Cid: su obra científica,* de Antonio Elipe publicado en la monografía *La Máquina del Cielo* (ver bibliografía).
Rafael Cid Palacios nació en Vigo, el 22 de octubre de 1918. Termina sus estudios de bachillerato un mes antes del inicio de la contienda bélica que asoló nuestro país y no pudo comenzar sus estudios universitarios hasta el término de la misma. Así, en 1939 se matricula como alumno libre en la Facultad de Ciencias (Sección de Exactas) en la Universidad Central de Madrid, finalizando dichos estudios en 1944. Durante estos años compaginó estos estudios con los de Peritaje Mercantil y además daba clases en la Academia Cid.

Tras terminar la licenciatura se traslada a Santiago de Compostela, al incipiente Observatorio Astronómico de la Universidade, que estaba dirigido por el padre Aller. Fue Ramón María Aller Ulloa quien dirigió la tesis doctoral de Rafael Cid bajo el título *Contribución al estudio de estrellas dobles visuales*. Dicha tesis fue apadrinada por Esteban Terradas y defendida en la Universidad Central de Madrid en 1948. Pero la situación de Rafael Cid Palacios en Santiago era precaria, a pesar de que en 1947 había sido nombrado observador por el CSIC, por lo que tuvo que buscar nuevas salidas profesionales. Cid ansiaba ejercer de astrónomo, por lo que las posibilidades se reducían a ocupar una plaza en el entonces llamado Observatorio de Madrid o bien obtener una cátedra universitaria. En 1948 no se habían convocado plazas por lo que preparó oposiciones al cuerpo de meteorólogos consiguiendo ganar una de ellas. Como meteorólogo estuvo destinado provisionalmente en el aeropuerto de Labacolla (Santiago de Compostela), y posteriormente obtuvo plaza definitiva en el de Gando (Las Palmas de Gran Canaria). A pesar de trasladarse a las Islas Canarias, Rafael Cid continuó colaborando con el Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago de Compostela durante varios años. En 1952, había una vacante en el cuerpo de meteorólogos en el aeropuerto de Zaragoza. También estaba vacante la cátedra de Astronomía de la Universidad de esta ciudad, por lo que Cid solicita traslado a Zaragoza. Su trabajo de meteorólogo lo compaginó con el desempeño de enseñanza como profesor ayudante de varias materias en la Universidad y con la preparación para acceder a la cátedra. Es en junio de 1957 cuando gana la oposición para catedrático de Astronomía General y Topografía y Astronomía Esférica y Geodesia, dedicándose plenamente desde entonces a la Universidad.

Rafael Cid Palacios con la medalla de doctor. Cortesía de Antonio Elipe

Hablemos ahora de las contribuciones científicas de Rafael Cid Palacios. Debido a que la extensa producción científica de Cid, sin duda, daría lugar a un trabajo monográfico, trataremos brevemente algunas de las más importantes.

Podemos partir de su tesis doctoral en la que determina la órbita de una estrella doble mediante desarrollos en serie de Fourier. Estos cálculos aunque laboriosos permiten ser utilizados de nuevo para la corrección de la órbita (obtenidos nuevos datos a través de la observación) una vez determinada una órbita preliminar.

Siguiendo en el campo de las estrellas dobles, Cid publica en *The Astronomical Journal* en 1958, un método en el que determina el cálculo de una órbita (es decir, la obtención de los siete elementos orbitales) mediante tres observaciones completas y una incompleta, y que venía a resolver el llamado "problema fundamental" para el caso elíptico (diez años antes Vidal Abascal lo había hecho para el caso parabólico en la misma publicación). En cada observación, para un instante, se obtiene una distancia angular ρ, y un ángulo de posición θ. Para la observación incompleta sólo contaba con el ángulo de posición. Esta contribución es importante, tanto por la demostración desde un punto de vista práctico sino también porque el nuevo método simplificaba los cálculos necesarios para la obtención de la órbita. En aquel momento la pregunta era: ¿y con otros siete datos? En la tesis doctoral de Miguel Liso Puente (1962) se demuestra que también es posible obtener una órbita con dos distancias y cinco ángulos, y con una distancia y seis ángulos. Miguel Liso fue profesor adjunto de Cid durante varios años.

También colabora con Ramón María Aller en la tesis de Juan Antonio Zaera de Toledo (1962), el cuál realizó comparaciones entre distintos métodos de cálculo de órbitas de estrellas dobles aplicándolo a algunos pares. Sin embargo, aunque sus comienzos junto al padre Aller tratan sobre la problemática en el campo de las estrellas dobles, el tema que más le interesó a Cid (con la puesta en órbita del primer satélite artificial en 1957) fue la Mecánica Celeste. En 1965, Cid Palacios, fue contratado seis meses por ESRO (Organización Europea del Espacio) para trabajar en el Bureau des Longitudes de París en un programa de cálculo de órbitas de satélites artificiales con medidas Doppler. Con los conocimientos adquiridos y las dificultades entonces existentes se embarca en la dirección de varias tesis doctorales sobre métodos analíticos de órbitas de satélites artificiales. El problema del movimiento de un satélite artificial es básicamente un problema de dos cuerpos perturbado, es decir, el problema de Kepler al que se le añaden unas fuerzas debidas a varios factores (falta de esfericidad de la Tierra, rozamiento con la atmósfera terrestre, atracción de la Luna y el Sol, etc.). Así, la tesis de José Félix Lahulla Forniés (1969) consiste en la obtención de una teoría que representa de forma bastante aproximada el movimiento de un satélite artificial, dicha teoría consiste en reducir el problema a lo que se ha llamado un "intermediario radial", un problema más simple que el del movimiento del satélite pero más complicado que el de Kepler.

La tesis de Manuel Calvo (1971) consiste en la obtención de una teoría analítica de primer orden en variables de Hill, a diferencia de los métodos tradicionales que utilizaban variables de Delaunay. En la tesis de Juan Antonio Caballero (1975) se extienden estos resultados a una teoría de segundo orden.

Aparte de los métodos también era importante la utilización de un conjunto apropiado de variables para que los problemas se simplificasen. Así en la tesis de José Manuel Correas (1973) se sistematizan métodos para distintos tipos de órbitas mediante

variables universales, y en la de Manuel Palacios (1976) que aunque se introducen más variables que las necesarias, se obtienen ecuaciones diferenciales más simples y más fáciles de aplicar en su integración con métodos numéricos.

Pero Cid también aborda el problema de optimización de trayectorias en la tesis de Vicente Camarena (1972) y el problema del desarrollo de métodos de perturbaciones. Cid y sus colaboradores probaron las equivalencias de varios de estos métodos y aplicaron sus resultados al movimiento del satélite artificial y a otros problemas de la Mecánica Celeste. Así, la tesis de José Ángel Docobo (1977) consideró el caso de estrellas triples de masa similar en la que una de ellas estaba más alejada que las otras dos perturbando la órbita kepleriana de ambas. Esta línea de investigación fue continuada en las tesis de Alberto Abad (1984) dirigida por José Ángel Docobo, y en la tesis de Carlos Osácar (1989). También la tesis de Sebastián Ferrer (1979) consideró el movimiento de los asteroides bajo la influencia del Sol y Júpiter.

En problemas que se han tratado anteriormente se tomó como hipótesis los cuerpos como masas puntuales, sin embargo si se quiere estudiar su actitud, en un objeto como un satélite artificial hay que tener en cuenta su forma y no se puede considerar como una masa puntual sino como un sólido. Así en la tesis de José Badal (1976) se realizó un estudio detallado del movimiento de un sólido en un campo de fuerzas central y donde se obtienen nuevas variables ad hoc. En la tesis de José Manuel Ferrándiz (1979) se analiza el problema simultáneo de rotación y traslación de dos cuerpos y aplica el método de Deprit (método clásico de perturbaciones) a las variables angulares y orbitales. En la tesis de Ernesto Cid (1982) se aplican también los métodos de perturbaciones de Deprit en conjuntos de variables especialmente adaptados para movimientos rotacionales. Trabajo continuado posteriormente por el equipo de Ferrándiz.

Tras estos estudios de rotación del sólido y como continuación de un trabajo de Cid sobre el problema de los tres cuerpos, éste le propone a Antonio Elipe extender este problema al caso de sólidos. En la tesis de Elipe (1983) se consiguieron soluciones de equilibrio para tres sólidos de masas cualesquiera, se extendió al caso de sólidos las soluciones estacionarias del problema restringido de tres cuerpos y se da una integración analítica para el movimiento orbital.

En la de María Eugenia Sansaturio (1986) se buscó un nuevo conjunto de variables sobreabundantes para el problema de la rotación con los parámetros de Euler y su formulación en términos de cuaternios.

En la de Antonio Vigueras (1983) se obtiene por primera vez la existencia de diez integrales para n giróstatos (sólido rígido con partes móviles pero de modo que la distribución de masas permanece igual) e integraciones analíticas para casos particulares de giróstatos.

Rafael Cid Palacios (en el centro) con seis de sus discípulos (de izquierda a derecha Antonio Vigueras, Manuel Palacios, José Ángel Docobo, Alberto Abad, Javier Rivera y Antonio Elipe. Cortesía de Antonio Elipe.

Son numerosas las publicaciones científicas del profesor Cid como ya se ha comentado, en una época difícil de la ciencia en España ya que, como bien comenta el profesor Elipe: *los viajes a congresos, al igual que publicar en revistas extranjeras, eran totalmente prohibitivos y tenían que correr a cargo de la economía particular, que normalmente era tan mermada que era frecuente el tener que completar el escaso salario con clases particulares, traducciones de libros o escritura de textos de bachillerato*.

Cabe citar de Cid su dedicación a los siguientes libros de texto:

- J. M. Iñiguez y R. Cid Palacios (1965): Mecánica Teórica.
- R. Cid Palacios (1970): Curso de Astronomía.
- R. Cid Palacios y V. Camarena Badía (1978): Curso de Mecánica.
- R. Cid Palacios (1979): Curso de Mecánica Celeste.
- R. Cid Palacios (1985): Curso de Geodesia. Geodesia geométrica y teorías auxiliares.
- Y. Lana-Renault y R. Cid (1991): On the problem of the internal constitution of the Earth.
- R. Cid Palacios y S. Ferrer Martínez (1999): Geodesia geométrica, Física por satélites.

Aparte de la dedicación docente e investigadora de Cid hay que destacar también sus labores administrativas como vicedecano de la Facultad de Ciencias (mayo de 1967 a julio de 1968), decano de dicha facultad (julio de 1968 a marzo de 1972) y director del Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos (desde 1967 hasta 1986).

Entre sus nombramientos podemos destacar los de académico de la Academia de Ciencias de Zaragoza (1958), consejero adjunto del CSIC (1966), miembro de la Comisión Nacional de Astronomía y de la Unión Astronómica Internacional (1970). Dentro de esta última institución, el profesor Cid fue seleccionado por la Comisión 7 (Mecánica Celeste) en 1982 como uno de los veinte expertos para el "Advising Comitee". Finalmente fue profesor emérito de la Universidad de Zaragoza.
Falleció el 3 de marzo de 2004.

BIBLIOGRAFÍA

ABAD, A. *Comunicación privada*. 2007.

CALVO, M. *Comunicación privada*. 2007.

DOCOBO, J. A. *Comunicación privada*. 2007.

ELIPE, A. *Rafael Cid: su obra científica*. Recogido en La Máquina del Cielo: reflexiones astronómicas en torno a la investigación de Cid Palacios. Edita: Excma. Diputación General de Aragón (Departamento de Educación y Ciencia). 2002. ISBN: 84-7753-918-9.

ELIPE, A. *Comunicación privada*. 2007.

TOMEO LACRUE, M. *Biografía Científica de la Universidad de Zaragoza* (1962). Editada por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza para conmemorar la inauguración de su nuevo edificio.

CÁTEDRA DE ASTRONOMIA DE LA UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Veremos a continuación (por orden cronológico) las vicisitudes de las efímeras cátedras de Astronomía de las universidades de Santiago de Compostela y de Oviedo.

CREACIÓN DE LA CÁTEDRA
La primera referencia oficial de la cátedra de Astronomía en la Universidade de Santiago de Compostela se recoge en el Decreto de 7 de julio de 1944, regulador de las facultades de ciencias (BOE de 4-8-44). Dicho decreto, en su artículo 31 dice que: *En la Facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago y adscrita al Observatorio Astronómico habrá una cátedra de Astronomía*. En el mismo decreto, en su artículo 64 dice también: *En la Facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago habrá una Cátedra de Astronomía, desempeñada por un Catedrático*. El plan de estudios para la Sección de Matemáticas, incluía las asignaturas Astronomía General y Topografía (obligatoria en 2º curso) y "Astronomía Esférica y Geodesia" (optativa en 5º curso). Otras referencias a la cátedra son las siguientes:

Por Orden de 8-2-45 (BOE de 3-3-45) se dota la cátedra. Ramón Mª Aller es nombrado posteriormente encargado de cátedra.

OPOSICIÓN
Por Orden de 9-2-45 (BOE de 12-3-45) se anuncia la oposición a dicha cátedra.
Por Resolución de la Dirección General de Enseñanza Universitaria de 17-3-47 (BOE de 6-4-47) se publica la lista provisional de admitidos y excluidos. En ella, aparece como admitido José María Torroja Menéndez (que al comienzo del proceso ansiaba la cátedra de Astronomía de Madrid), y como excluido a Ramón María Aller Ulloa, al parecer, por no haber pagado 2,75 pesetas de reintegro en la Hoja de Servicios.
Por Resolución de la Dirección General de Enseñanza Universitaria de 29-4-47 (BOE de 19-5-47) se publica la lista definitiva en la que aparece también Ramón María Aller como aspirante a la cátedra.

Por Orden de 28-9-48 (BOE de 31-10-48) se abre un nuevo plazo de solicitudes.

Por Orden de 16-11-48 (BOE de 23-11-48) se anula la oposición. Una posible explicación de estas últimas decisiones sería que Torroja ya tenía la plaza de catedrático de Astronomía en la Universidad de Madrid (su nombramiento fue publicado en el BOE de 1-11-45), y que Ramón Aller había cumplido los 70 años de edad, por lo que ya no podría ser nombrado catedrático numerario. Al abrir un nuevo plazo de solicitudes y no haber ningún otro candidato, se decide anular la oposición y nombrar a Ramón María Aller Ulloa como catedrático extraordinario de Astronomía de la Facultad de Ciencias de la Universidade de Santiago, por Decreto de 9-4-49 (BOE de 30-4-49).

ACTIVIDADES DE LA CÁTEDRA
La actividad académica y científica de la cátedra y del Observatorio se puede resumir en trabajos sobre estrellas dobles, observaciones de pasos por dos verticales, ocultaciones de estrellas por la Luna y observaciones de fenómenos ocasionales de interés. Es de destacar también las cinco tesis doctorales dirigidas por Aller Ulloa: la de Enrique Vidal

Abascal con el título *El problema de la órbita aparente en las estrellas dobles visuales* (1944), la de Rafael Cid Palacios (1950) con el título *Contribución al estudio de estrellas dobles visuales*, la de Francisco Múgica Buhigas con el título *Übe die Anwendung des Theodolits in der Geodätischen Astronomia* (1960), la de Juan Antonio Zaera de Toledo con el título *Sobre la determinación de órbitas de estrellas dobles visuales. Examen de varios métodos. Aplicación a los sistemas: ADS 1833, ADS 7704, ADS 13156, ADS 12469, ADS 13169, ADS 16836 y ADS 6871* (1962), y la de Antonia Ferrín Moreiras con el título *Observación de pasos por dos verticales* (1963).

Ramón Mª Aller (en el centro) con dos de sus discípulos, Enrique Vidal Abascal (izquierda) y Rafael Cid Palacios (derecha). Cortesía de Enrique Vidal Costa.

En el año 1964, Ramón María Aller cae enfermo por lo que renuncia al desempeño de la cátedra de Astronomía. Tras una Orden Ministerial (en adelante OM) de 28-11-64 en la que la cátedra de Astronomía pasa a denominarse como cátedra de Astronomía General y Astronomía Esférica y Geodesia, dicha cátedra salió tres veces a oposición y tres veces a concurso de traslado, sin que ninguno de los aspirantes en dichos procesos obtuviera la plaza, provocando su desaparición.

INTENTOS PARA CUBRIR LA CÁTEDRA VACANTE

Primero hubo un concurso de traslado, que se convocó por Resolución (en adelante R) de 19-1-65 (BOE de 5-2-65), y que quedó desierto por falta de aspirantes por R de 26-3-65 (BOE de 14-4-65).

Luego saldría a oposición por OM de 28-9-65 (BOE de 26-10-65), y quedó desierta por falta de aspirantes por OM de 11-1-66 (BOE de 4-2-66).

Le siguió un nuevo concurso de traslado, convocado por R de 28-2-66 (BOE de 26-3-66), y quedó desierto por falta de aspirantes por R de 5-5-66 (BOE de 26-7-66).

En una OM del mismo día en que se dictó la R en la que se declaró desierto el anterior concurso de traslado, y publicado en el BOE de 10-5-66 se convoca nuevamente a oposición. En esta oposición, inicialmente en una primera lista de admitidos se declara opositor al doctor y profesor de la Facultad de Derecho de la Universidad de Santiago, José Lois Estévez, por R de 26-8-66 (BOE de 8-9-66). El profesor Lois Estévez había colaborado anteriormente con el Observatorio con la construcción de un telescopio de 22 centímetros de apertura y en aquel momento estaba ultimando un reflector de 50 centímetros también construido por él.

Se nombra el tribunal, por OM de 9-12-66 (BOE de 28-12-66), el cual estaba compuesto por Antonio Romañá Pujo (presidente), como vocales de designación automática los catedráticos de las universidades de Zaragoza, Madrid y Barcelona respectivamente, Rafael Cid Palacios (discípulo de Ramón Mª Aller), José María Torroja Menéndez y Juan José de Orús Navarro. Como vocal de libre elección entre una terna propuesta por el Consejo Nacional de Educación se nombró al catedrático de la Universitat de Barcelona, Joaquín Febrer Carbó.
Se abre un nuevo plazo de solicitudes por OM de 12-5-67 (BOE de 26-6-67), ya que había pasado un año desde que se iniciara el proceso, sin que hubiesen comenzado los ejercicios. Por R de 2-10-67, (BOE de 6-11-67), se excluye como aspirante a Antonia Ferrín Moreiras (aunque ella asegura que no firmó su participación en las oposiciones), por no presentar un trabajo científico relacionado con la cátedra y obligatorio en la convocatoria.

Por R de 18-1-68 (BOE de 5-2-68), se readmite a la aspirante excluida inicialmente. En R del tribunal del 19-4-68 (BOE de 23-4-68), se hace el llamamiento a los dos opositores, citándolos el 17 de mayo de 1968 a las 17:00, en los locales del Instituto "Jorge Juan" en Madrid. Finalmente, la cátedra quedaría desierta por OM de 31-5-68 (BOE de 28-6-68).

Parece claro que el tribunal no estaba por la labor de que se ocupase la plaza, ya que una persona tan preparada para el puesto como Antonia Ferrín, resulta extraño que no obtuviera la cátedra. Antonia Ferrín es licenciada en Químicas, Farmacia, y Matemáticas. Hacia 1945 comenzó a frecuentar el Observatorio y a colaborar allí en distintas tareas, mientras preparaba la licenciatura en Matemáticas, de cuyas asignaturas tenía que examinarse en Madrid pues aún no se había creado en Santiago la Sección de Matemáticas (se creó por OM de 18-9-57 publicada en el BOE de 22-10-57). Ramón Mª Aller le ayudó mucho a prepararse para obtener la licenciatura, y posteriormente le dirigió la tesis doctoral.

El gran currículum que presentaba Antonia Ferrín, le permitió impartir varias asignaturas en la Facultad de Ciencias de la Universidade de Santiago y dar clases en la Escuela Normal en la que luego sacaría plaza por oposición. Posteriormente en 1963, se marcha a Madrid al ser nombrada por concurso de traslado, catedrática numeraria de Matemáticas en la Escuela de Magisterio "Santa María", por R de 2-1-63 (BOE de 9-2-63). Ya en Madrid, José María Torroja la llamó a su cátedra como profesora ayudante de las clases de prácticas en la Universidad, donde posteriormente obtendría una plaza de profesora adjunta de Astronomía.

Otra persona que podía haber desempeñado la cátedra, pero no firmó participar, fue Juan Antonio Zaera de Toledo, que leyó su tesis doctoral (dirigida por Ramón María

Aller con la colaboración de Cid Palacios) en 1962. Zaera también frecuentaba el Observatorio y era la persona que impartía Astronomía, tras la vacante dejada por don Ramón, pero Zaera era militar y fue destinado a Madrid por lo que tuvo que dejar de impartir clase en la Universidade de Santiago de Compostela y de colaborar con el Centro.

No tenemos constancia de ningún documento que declarara desierta la plaza. Aunque el profesor Lois nos comenta que la oposición no se celebró al no serle notificada la fecha de celebración de las oposiciones. Lo más probable que el profesor Lois Estévez no se presentara a la oposición al encontrarse éste impartiendo clases de doctorado en Venezuela por aquel entonces.

Posteriormente a esta oposición, hubo un concurso de traslado, que se convocó por R de 12-11-68 y se publicó en el BOE de 19-11-68, y que se declaró desierto por falta de aspirantes por R de 15-1-69 y publicado en el BOE de 31-1-69.

Finalmente, se convocó otra vez a oposición por OM de 26-3-69 y publicada en el BOE de 16-4-69. Resultó admitido provisionalmente José Algué Perramón (en la actualidad, catedrático jubilado de Física Aplicada en la Universitat Politécnica de Cataluña), por R de 28-6-69 publicada en el BOE de 31-7-69, y admitido definitivamente por R de 2-9-69, publicada en el BOE de 17-9-69.

Por OM de 16-7-70 (BOE de 11-8-70) se nombra el tribunal, que estaba formado por José María Torroja Menéndez como presidente; Juan José Orús Navarro, Francisco Navarro Borrás y Rafael Cid Palacios (catedráticos de las universidades de Barcelona, Madrid y Zaragoza, respectivamente) como vocales de designación automática, y Enrique Vidal Abascal (catedrático de la Universidade de Santiago) como vocal elegido entre la terna propuesta por el Consejo Nacional de Educación.

Por R del tribunal de 25-11-70, publicada en el BOE de 14-12-70, se convoca al opositor a las 19:00 del 7-1-71 en la Sala de Grados de la Facultad de Ciencias, Sección de Físicas (Ciudad Universitaria, Madrid).

Finalmente, por OM de 27-1-71 publicada en el BOE de 18-2-71, la cátedra se declara desierta.

El aspirante, José Algué, no se presentó, ya que firmó participar en varios procesos para obtener una cátedra y en uno de ellos ya lo había conseguido. En una OM de 16-06-71 se eleva a definitivo el nombramiento de José Algué Perramón como catedrático numerario de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo. En esa orden publicada en el BOE de 22-7-71, se cita que el interesado tomó posesión de su cargo en la cátedra del grupo II "Física", en virtud de oposición, el 8-6-70.

Otra persona que pudo ser un buen candidato en aquel momento era Félix Lahulla Forniés, que leyó su tesis doctoral (dirigida por Rafael Cid Palacios) titulada: *Movimiento de satélites artificiales. Eliminación de pequeños divisores en una teoría de segundo orden,* el 4 de febrero de 1969, y que desde el 30 de junio de 1973 es miembro del Observatorio Astronómico Nacional en Madrid. Lahulla sabía que la cátedra iba a salir y tenía gran interés en presentarse, pero al parecer, no tuvo conocimiento de la convocatoria, por lo que no pudo presentarse como era su intención.

Resulta curioso el papel que jugó el profesor Cid Palacios en este asunto. Cid realizó su tesis con don Ramón y fue colaborador del Observatorio, por lo que se supone debería apoyar a algún candidato para el puesto (como hemos visto, la valía de algunos de ellos no tenía ninguna duda), sin embargo, no consideró suficientes los méritos de los candidatos. También pudo ocuparla él mismo en alguno de los concursos de traslado que se convocaron, incluso hizo una visita al Centro para ver en qué situación estaba varios años después de su marcha, pero finalmente decidió quedarse en Zaragoza. Quizás influyó en Cid el pensamiento de las muchas dificultades que iba a tener en Santiago, o puede que su vocación más teórica dirigida hacia la Mecánica Celeste (de la que fue un destacado especialista), pesara más que la posibilidad de dirigir un observatorio astronómico en Galicia.

SUPRESIÓN DE LA CÁTEDRA

Como hemos comentado anteriormente la cátedra se suprime por OM de 17-4-73. En esa orden que se conserva en un documento existente en el archivo del Centro de Investigación y Documentación Educativa (sección del Archivo Central del Ministerio de Educación), aparece escrito con lápiz que fue publicada el 2-5-73, sin embargo en el BOE de dicha fecha no consta dicha orden.

BIBLIOGRAFÍA

DOCOBO, J. A. *La obra científica de Aller Ulloa*. Editado en Santiago de Compostela por la Fundación Alfredo Brañas. 1991. 80 p. ISBN 84-404-9716-4.

FERNANDEZ, I. *El Observatorio Astronómico de la Universidad de Santiago de Compostela*. Edita: Servizo de Publicacións e Intercambio Científico de la Universidade de Santiago de Compostela. 2006. ISBN 84-9750-649-9.

CÁTEDRA DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Por lo que respecta a la cátedra de Astronomía de la Universidad de Oviedo, apenas hemos encontrado referencias a ella.

Existe una Resolución de la Dirección General de Enseñanza Universitaria (BOE de 15 de julio de 1960) en la que se declara admitido a las oposiciones de la cátedra de Astronomía General y Topografía y Astronomía Esférica y Geodesia (para desempeñar Matemáticas especiales primero y segundo) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo a Juan José de Orús Navarro (que por aquella época era profesor adjunto de Astronomía de la Universitat de Barcelona).

Para estas oposiciones había en un principio dos aspirantes, Cid y Orús. Sin embargo Rafael Cid Palacios fue dado de baja en la lista de aspirantes admitidos por renuncia expresa (Orden de 29 de abril de 1958 publicada en el BOE de 4 de junio) pues meses antes había ganado la cátedra de Zaragoza. Así, Orús fue el único aspirante ante un tribunal formado por Pío García Escudero (presidente), Joaquín Febrer Carbó, José María Torroja Menéndez, Rafael Cid Palacios y Antonio Romañá Pujo (vocales). Orús ganó la plaza.
Orús regresaría a Barcelona en 1964 para ocupar la cátedra de Astronomía que había dejado Febrer Carbó por jubilación.
En cuanto a la situación de la cátedra ovetense no tenemos constancia de que nadie ocupara esta plaza una vez que Orús la dejó vacante.

BIBLIOGRAFÍA

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. Consulta disponible online en http://www.boe.es/

EL PAPEL DEL CSIC EN LA ASTRONOMIA ESPAÑOLA

Como veremos a continuación, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) estuvo presente en las actividades astronómicas desde sus primeros años de funcionamiento aunque eso sí, tímidamente. Cabe citar a modo de introducción que el CSIC, en cierto sentido, es heredero de la Junta de Ampliación de Estudios (JAE) y ésta última tuvo un papel relevante en el desarrollo de las distintas especialidades científicas aunque no demasiado de la Astronomía. Es posible que el motivo de esta situación fuera que los distintos centros astronómicos (especialmente el Observatorio de Madrid y el Observatorio de Marina) no se "adscribieron" a esa organización y sus miembros apenas gozaron de sus facilidades. Estructuraremos esta sección según las etapas en que se dividen las Memorias del Consejo.

ETAPA: 1939-1962
En las primeras Memorias del CSIC apenas se citan actividades referentes a la Astronomía. Sin embargo, sabemos de la decisiva actuación del CSIC en la creación y apoyo de diversos centros. Así, gracias a él se pudo trasladar en 1943 el Observatorio particular de Ramón María Aller de Lalín a Santiago de Compostela y dotarlo de nuevo instrumental (en concreto un anteojo de pasos de "Askania"). Este traslado pudo ser posible gracias a las gestiones que Enrique Vidal Abascal (que posteriormente sería catedrático de Geometría Analítica en la universidad santiaguesa) hizo ante el secretario general del CSIC, José María Albareda. Consta asimismo en las Memorias de este Observatorio la existencia de becarios pagados por el Consejo para labores de investigación.

Realizada esta salvedad, las actividades más destacadas que se citan en las primeras Memorias del CSIC son las realizadas por José María Torroja y Antonio Romañá en el Observatori de l´Ebre. Así, en la de 1940-1941, se indica que Torroja realizó la puesta en estación y cálculo de las constantes de los instrumentos (astronómicos) de este Observatorio bajo la dirección de Antonio Romañá.

En la Memoria de 1942 se menciona la elaboración de un trabajo de Antonio Romañá sobre la influencia en la Tierra de las manifestaciones de la actividad solar y asimismo, varios estudios de José María Torroja sobre la influencia de la refracción en la salida y puesta de las estrellas, sobre la periodicidad en los eclipses, y sobre el eclipse de Sol del 10 de septiembre de 1942. Se cita también el traslado de Torroja al Observatori de l´Ebre para realizar la observación del mencionado eclipse.

No será hasta la de 1946-1947 dónde aparecen citados por primera vez como centros del CSIC los siguientes: Observatorio de Física Cósmica del Ebro (director: Antonio Romañá), Observatorio Geofísico de Cartuja (Antonio Due y Antonio Gimeno), Observatorio Astronómico de Santiago de Compostela (Ramón María Aller), Observatorio Astronómico de Villafranca de los Barros (Emilio Ortega) y la Unión Nacional de Astronomía y Ciencias Afines (Antonio Romañá y José María Torroja). A partir de la Memoria de 1950 figuran reflejadas las actividades de cada uno de ellos.

BREVE NOTA SOBRE LA UNACA

A estancias del Padre Antonio Romañá (director del Observatorio de Física Cósmica del Ebro) y de José María Torroja (catedrático de Astronomía en la Universidad de Madrid) se creó en 1946 (dentro del Patronato Alfonso X el Sabio del CSIC) la Unión Nacional de Astronomía y Ciencias Afines (UNACA).

Era un organismo (disuelto en 1978) cuya misión era fomentar la Astronomía en España, promover y coordinar actuaciones astronómicas en los centros profesionales, universitarios y amateurs, incentivando las relaciones entre ellos.

La UNACA celebraba reuniones periódicas donde participaba un representante por cada uno de los centros más importantes (observatorios y universidades) y un representante por los amateurs (éste recayó en un representante de la Sociedad Astronómica de España y América). Estas reuniones estaban presididas por el director de la UNACA Antonio Romañá y como vicedirector José María Torroja.

Durante los 32 años de existencia de este organismo no puede decirse que se sacara un gran aprovechamiento científico bajo sus auspicios.

Entre las pocas aportaciones destacables podemos citar el patrocinio de la revista *Urania* (la principal revista española de Astronomía del momento que en sus primeros años de existencia publicaba la SADEYA). A partir de entonces se nombró director de la revista a Antonio Romañá pasando la coordinación de la revista al Observatorio del Ebro. Este cambio trajo consigo que los artículos publicados en *Urania* tuvieran a tener mayor calidad científica publicando en ella fundamentalmente los profesionales y estudiantes universitarios.

Una de las actividades conjuntas (entre observatorios profesionales, universitarios y amateurs) que se realizaron bajo los auspicios de la UNACA fue el cronometraje de los contactos del paso de Mercurio ante el Sol del 14 de noviembre de 1953 (se realizaron 23 observaciones, 7 de ellas de aficionados).

La experiencia se volvió a repetir el 7 de noviembre de 1960 (con 14 observaciones, 10 de ellas de aficionados).

Volviendo a las memorias del CSIC, veamos lo que se decía de los distintos centros en la Memoria correspondiente al período 1952-1954 por ser ésta la publicación en la que aparecen dichas actividades explicadas con mayor detalle:

-Observatorio de Física Cósmica del Ebro.

De este Centro se indica que en su Sección de Heliofísica se realizaban diariamente fotografías de la fotosfera solar para la determinación de las coordenadas, área y evolución individual de los grupos de manchas. Se hacía también una observación visual diaria de la fotosfera para la determinación de los números relativos de Wolf. Ambos trabajos se llevaban a cabo en colaboración con la Comisión 10 de la IAU (Fenómenos Fotosféricos), y los datos obtenidos se enviaban mensualmente al Observatorio de Zurich (el centro que centraliza estas observaciones) para ser publicados en *Quarterly Bulletin on Solar Activity*. También se efectuaban observaciones visuales de la cromosfera (protuberancias, filamentos de hidrógeno y fulguraciones) gracias al filtro monocromador Lyot. Este trabajo se realizaba en colaboración con la Comisión 11 de la IAU (Capas Exteriores del Sol).

Asimismo se citan los miembros del Observatorio, algunos trabajos especiales, publicaciones, nuevas instalaciones, conferencias, visitas de profesores extranjeros al Observatorio, viajes de personal del Observatorio al extranjero y asistencia a congresos. El trabajo de otras secciones no es tratado aquí para no desviarnos del tema de estudio y así haremos en el resto de centros que se detallan a continuación.

-Observatorio de Cartuja.
En la Sección Astronómica, diariamente (si las condiciones del cielo lo permitían) se hacían observaciones de la actividad solar mediante el ecuatorial Grubb de 15,2 centímetros de apertura y con helioscopios de 150 y 300 aumentos. Se obtenía una imagen por proyección en una circunferencia de 18 centímetros de diámetro. Con los datos correspondientes se realizaba la estadística de los números de Wolf, los cuales se enviaban a Zurich trimestralmente (a través del Observatorio de Madrid).
En la Memoria de 1950 se destaca que el coeficiente k, dependiente de la potencia del instrumento y de la pericia del observador (dicho coeficiente era proporcionado por el Observatorio Central Heliofísico de Zurich), era de 0,71, uno de los mejores de entre los 30 observatorios del mundo que colaboraban enviando sus datos.
En la Memoria 1952-1954 se citan también los miembros del Observatorio, trabajos especiales, nuevas instalaciones, profesores extranjeros que han visitado el Observatorio, algunas publicaciones y asistencias a congresos.

-Observatorio Astronómico de Santiago.
Se da cuenta de la obtención de medidas de estrellas dobles realizadas por Ramón María Aller y Antonia Ferrín, así como el cálculo de la órbita de algunas de ellas.
Se hace referencia también a los miembros del Observatorio, otros tipos de trabajos, nuevas instalaciones, colaboraciones y publicaciones.
También se mencionan los las actividades de la Sección "Durán-Loriga" de Astronomía Teórica y Matemática por parte de los astrónomos adjuntos Enrique Vidal Abascal (jefe de la Sección) y Eduardo García-Rodeja.

-Observatorio Geofísico de Villafranca de los Barros.
Aunque en la Memoria de 1946-1947 se le califica de "Observatorio Astronómico", en realidad las actividades que se realizaban eran de carácter geofísico y no astronómico.

-Unión Nacional de Astronomía y Ciencias Afines.
Se destaca la publicación de la revista *Urania* y de la ayuda económica que aporta a los observatorios que forma esta asociación. La mayor parte de la ayuda económica iba a parar al Seminario de Astronomía y Geodesia de la Universidad de Madrid.
Cuando se citan los trabajos ordinarios de la UNACA en las memorias se recogen las actividades de las dos secciones del Seminario de Astronomía y Geodesia: la Sección de Asteroides y la Sección de Estrellas Dobles.
En la Sección de Asteroides se hacían trabajos de cálculo de efemérides y de rectificación de órbitas. Este trabajo se llevaba a cabo en colaboración con la Comisión 20 de la IAU (Satélites, Cometas y Pequeños Planetas). Los datos se enviaban periódicamente al Observatorio de la Universidad de Cincinnati para su publicación en Minor Planets (también se publicaban en catálogos de posiciones del Observatorio de Heidelberg y de la Academia de Ciencias de la URSS).
En la Sección de Estrellas Dobles se calculaban órbitas de las mismas.

También aparecen en dicha Memoria las actividades de los Seminarios Matemáticos de Barcelona y de Zaragoza.
Dentro del Seminario Matemático de Barcelona se encontraba la Sección de Mecánica y Astronomía. Entre los trabajos habituales de esta Sección se citan los referentes a la observación sistemática de manchas y protuberancias solares y los referentes a cometas (en especial al cometa Abell 1953g).

En cuanto al Seminario Matemático de Zaragoza se hace referencia a algunos trabajos de Rafael Cid Palacios.

En las Memorias de los años cincuenta y principios de los sesenta, las actividades que se reflejan de estos centros no presentan apenas variación. Entre los años 1963 y 1967 (ambos inclusive) no se publicó ninguna Memoria por lo que es necesario dar un pequeño salto.

ETAPA 1968-1972
En las correspondientes a este período aparecen actividades astronómicas en los siguientes centros:

- Seminario Matemático de la Facultad de Ciencias de la Universitat de Barcelona (1968). Siglas utilizadas en el cuadro 1: SMB.
- Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos de la Universitat de Barcelona (a partir de 1970 en adelante).
- Seminario Matemático "García de Galdeano" de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza (SMGG).
- Seminario Matemático de la Facultad de Ciencias de la Universidade de Santiago de Compostela (SMSC).
- Observatorio de Física Cósmica del Ebro (OFCE).
- Observatorio Geofísico de la Cartuja (OGC).
- Unión Nacional de Astronomía y Ciencias Afines (hasta 1970) (UNACA).
- Departamento de Mecánica y Astronomía (a partir de 1971 en adelante) de la Universidad Complutense de Madrid (DMA).

Veamos cada uno de ellos por separado.

- Seminario Matemático de Barcelona.

En la Memoria del CSIC de 1968 se indica, entre otras líneas de investigación, la de la observación diaria de manchas y protuberancias solares.

- Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos de la Universitat de Barcelona

En la Memoria de 1970 se indica que las líneas de investigación (dentro de la parte de Astronomía) que se cultivaban eran las siguientes: dinámica estelar, heliofísica, seguimiento óptico y radioeléctrico de satélites artificiales, perturbaciones en el movimiento de satélites artificiales, recepción de ondas decamétricas de Júpiter, y radiación solar. En la Memoria de 1971 se incluyen nuevas disciplinas como la Astrofísica y la Radioastronomía.

- Seminario Matemático "García de Galdeano" de Zaragoza.

Entre las líneas de investigación en Astronomía que se citan en la Memoria de 1968 están las siguientes: cálculo de órbitas de estrellas dobles, cálculo de órbitas de satélites artificiales, optimización de órbitas, fundamentos de Mecánica Celeste y órbitas de satélites troyanos. En la de 1972 también aparece Astronomía de Posición.

- Seminario Matemático de Santiago de Compostela

Se cita en la Memoria de 1968, la conservación de la hora y el mantenimiento del fichero de órbitas de estrellas dobles visuales.

- Observatorio de Física Cósmica del Ebro

En las Memorias de estos años se citan las siguientes actividades astronómicas: fotografía diaria de la fotosfera solar y determinación de las coordenadas, áreas y tipo evolutivo de los grupos de manchas solares, observación visual y fotográfica de la cromosfera solar para determinar la actividad solar de protuberancias, filamentos y fulguraciones, estudios de la corona bajas por medio del radiotelescopio (desde 1969), envío de datos sobre números de Wolf, posición y evolución de los grupos de manchas solares (a la Comisión de Fenómenos Fotosféricos de la Unión Astronómica Internacional para su publicación en el *Quarterly Bulletin on Solar Activity*), y envío de partes cifrados sobre actividad solar (al Servicio Europeo de URSIGRAMAS en Bagneux-París).

- Observatorio Geofísico de la Cartuja

Dentro de las actividades astronómicas, en estas Memorias aparecen las siguientes: cálculo y publicación de tablas de masas de aire para la reducción de observaciones fotoeléctricas a la latitud del Observatorio, observaciones fotoeléctricas de estrellas binarias eclipsantes, calibraciones del fotómetro fotoeléctrico acoplado al refractor Mailhat de 32 centímetros, y programa de observaciones micrométricas de estrellas dobles en la estación de altura de Sierra Nevada usando el nuevo reflector Yoshika. También se citan además trabajos sobre morfología y características especiales del Airglow en Sierra Nevada, y estudios sobre cúmulos globulares NGC 6171 y NGC 6273 (a partir de 1970). En la Memoria de 1971 se destacan también las colaboraciones con el Royal Greenwich Observatory (RGO) y con el Instituto Geográfico y Catastral.

- Unión Nacional de Astronomía y Ciencias Afines

En la Memoria de 1968 se indican las siguientes actividades: cálculo de las observaciones de transparencia y turbulencia atmosférica efectuadas en el Observatorio del Teide, instalación de la estación de observación de satélites artificiales, inicio de las observaciones en dicha estación (en julio) para colaborar en el programa europeo de Geodesia por satélites. También se preparó (junto con el Institut Géographique National francés) una campaña de observación de satélites artificiales como colaboración en el enlace geodésico de Europa con África. En la Memoria de 1969 se da cuenta además de la realización de cálculos de reducción de observaciones de luz zodiacal y luminiscencia del cielo nocturno y de espesor de masas de aire en orden a observaciones de fotometría estelar. En la Memoria de 1970 se añade el estudio cualitativo del espectro de la estrella HD 1874 en las regiones visible y ultravioleta.

- Departamento de Mecánica y Astronomía (Facultad de Ciencias-Universidad Complutense de Madrid)

En la Memoria de 1971 constan las siguientes líneas de investigación: Geodesia por satélites, Astronomía geodésica, Geodesia, Mareas Terrestres, ocultaciones de estrellas por la Luna y Astrofísica (espectroscopía y fotometría astronómica).

Recopiladas de las memorias de 1969 a 1972 se puede obtener el siguiente cuadro (hay que tener en cuanta que no todos los trabajos que se realizaban en estos centros eran necesariamente de Astronomía.

CENTROS	LINEAS DE TRABAJO	LIBROS	ARTICULOS REVISTAS NACIONALES	ARTICULOS REVISTAS EXTRANJERAS	TESIS
SMB (1969)	22	2	8	1	1
SMGG (1969)	10	3	12		2
SMGG (1970)	23	2	4	1	2
SMGG (1971)	22	3	14	1	1
SMGG (1972)	40	1	15		3
SMSC (1969)	1		5		1
SMSC (1970)	12	2	7	2	2
SMSC (1971)	11	7	5	2	4
SMSC (1972)	9	6	6	3	2
OFCE (1969)	21		3	4	
OFCE (1970)	28		5	5	
OFCE (1971)	31		4	3	
OFCE (1972)	29		3		
OGC (1970)	5		1		
OGC (1971)	5	1			
UNACA (1969)	4		5		1
UNACA (1970)	6		4		1
DMA (1971)	6				
DMA (1972)	5		2	2	1

CUADRO 1

Como comentario a este apartado, es evidente que tanto el Observatori de l´Ebre como el Departamento de Mecánica y Astronomía fueron claramente los más apoyados por la influencia que ejercían Romañá y Torroja ante las autoridades del régimen.
El resto de Observatorios y de Seminarios, al no recibir una aportación similar a los centros mencionados, apenas pudieron crecer sino languidecer. Aún así, en todos estos centros, siempre han existido personas que intentando vencer todas las dificultades, dedicaron mucho esfuerzo para poder seguir adelante.

BIBLIOGRAFÍA

MEMORIAS DEL CSIC. Disponible su consulta online en http://www.csic.es/

EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Veremos a continuación, los inicios de dos nuevos observatorios astronómicos que surgieron tras la finalización de la guerra civil. Nos estamos refiriendo al Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago de Compostela y al Observatorio del Teide.

Para el primero nos basaremos fundamentalmente en el monográfico dedicado al Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago de Compostela publicado por el autor de esta Memoria, el cual constituyó el trabajo de investigación presentado, bajo la dirección del profesor Docobo, para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, paso previo a la realización de la tesis doctoral.

ANTECEDENTES

Aunque se tiene constancia de trabajos de índole astronómica por parte de dos catedráticos de Matemáticas Sublimes de la Universidade de Santiago de Compostela en el siglo XIX, José Rodríguez González y Domingo Fontán, la institución santiaguesa no contará con un observatorio astronómico hasta 1943, año en el que gracias a las gestiones de Enrique Vidal Abascal (por aquel entonces director del Instituto de Pontevedra), Ramón María Aller traslada a Compostela sus instrumentos astronómicos desde su Observatorio de Lalín.

Hubo un primer proyecto de traslado, anterior a la guerra civil, que vino de la mano del catedrático de Biología, Luis Iglesias Iglesias, y del entonces profesor de Química Analítica, Isidro Parga Pondal, los cuales hicieron llegar la idea al rector Alejandro Rodríguez Cadarso, el cual comenzó las gestiones, pero su fallecimiento en accidente de automóvil y la posterior contienda bélica trastocó todos los planes.

Tras la finalización de la guerra civil, en 1939, los dos cursos de Ciencias Exactas que se venían impartiendo en la Facultad de Ciencias, sólo contaban con un profesor, Rafael Pavón.

Era necesario disponer de más profesorado, y Ramón María Aller, por su gran *currículum* investigador en el Observatorio de Lalín, es llamado a Santiago, y en una reunión con el rector Carlos Ruiz del Castillo y el decano de la Facultad de Ciencias, Tomás Batuecas Marugán, fue convencido de que era la persona más idónea para impartir la asignatura de Geometría Analítica y los dos cursos de Análisis Matemático en la Facultad de Ciencias de la Universidad.

Don Ramón quería trasladar sus instrumentos de Lalín a Santiago, y en ese traslado tuvo mucho que ver las gestiones que hizo el entonces director del Instituto de Pontevedra, Enrique Vidal Abascal, ante Francisco Navarro Borrás, y éste a su vez, con el secretario del CSIC, José María Albareda, persona cuya actuación ante el Ministerio de Educación Nacional fue fundamental para la construcción del Observatorio en Santiago (puesto en marcha en 1943) y del traslado de los instrumentos astronómicos de don Ramón existentes en el Observatorio de Lalín, todo ello con el visto bueno del rector (Aller, 1944).

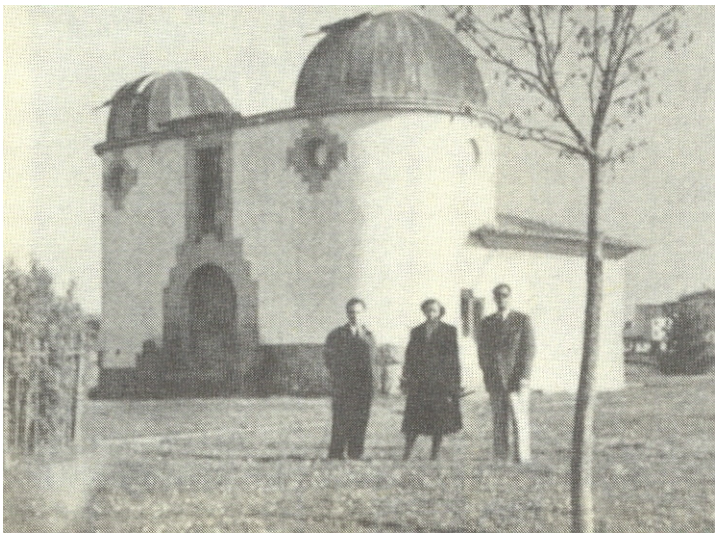


Imagen del Observatorio de la Universidade de Santiago de Compostela antes de su ampliación (ca 1948)

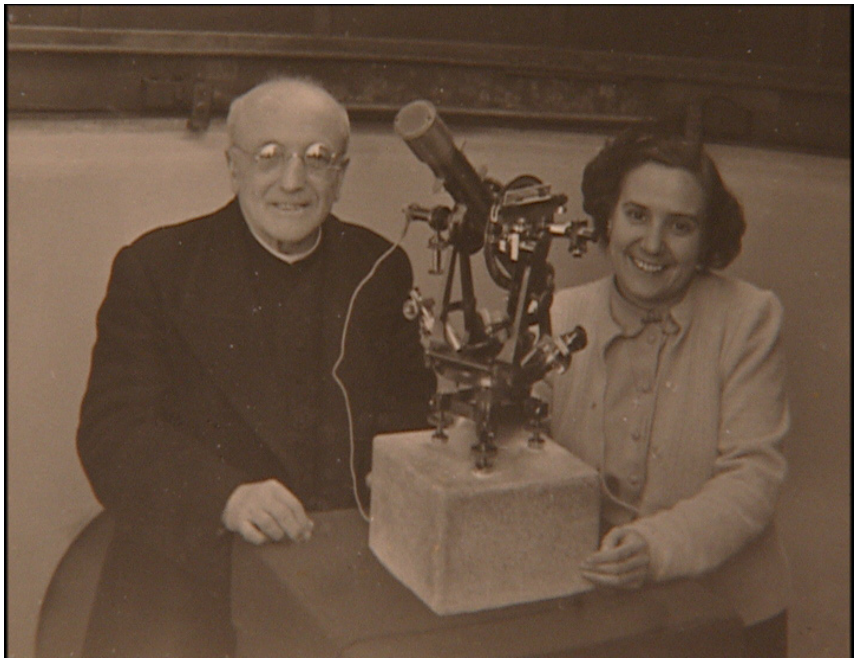
Durante la etapa en la que Ramón María Aller estuvo al frente del Observatorio de la Universidade de Santiago se publicaron numerosos trabajos, tanto de Astronomía como de Matemáticas. Véase por ejemplo (Aller, 1954), (Docobo, 1991) o (Docobo, 1994).

En 1945, el profesor Vidal había creado la Sección Durán-Loriga de Astronomía Teórica y Matemáticas dentro del Observatorio (pensando en recuperar el Seminario Matemático fundado en 1935 por el catedrático José Rodríguez Sanz), con el fin de cultivar ambas ciencias. Los importantes trabajos publicados por los miembros de la Sección Durán-Loriga, junto con la tradición de impartir los dos primeros cursos de la titulación de Matemáticas, fue determinante para que en 1957 se creara la Sección de Matemáticas, dentro de la Facultad de Ciencias de la universidad compostelana.

Tras el fallecimiento del Padre Aller en marzo de 1966, el Observatorio queda sin rumbo. Pero en marzo de 1967 se creó el Seminario Matemático. Su primer director fue Vidal Abascal, nombrado por el CSIC el 2 de junio de 1967.
En la revista *Acta Científica Compostelana*, se cita textualmente que *el Seminario Matemático se estructurará en secciones, con lo cual el Observatorio Astronómico, como organización dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, quedará como una sección en cuanto organismo investigador; su jefe será el titular de la Cátedra de Astronomía en la Facultad de Ciencias, con lo cual quedan aunadas sus dos funciones* (esta cita se recoge en la memoria del curso 1966-1967 de la Facultad de Ciencias incluida en la citada revista). Sin embargo, al estar vacante dicha cátedra, desde junio de 1967, el Observatorio pasará a ser dirigido por quien tenga el cargo de director del Seminario Matemático, cargo por el que pasaron los profesores Vidal Abascal y García-Rodeja.

MEDIOS HUMANOS
Ramón Mª Aller afortunadamente no estuvo solo. Por orden cronológico, desde mayo de 1944, prestó sus servicios en el Observatorio el mozo de servicio, Venancio Froiz Gómez (más conocido por Armando), y el 30-9-44 son nombrados astrónomos adjuntos,

los catedráticos de Instituto, Enrique Vidal Abascal y Eduardo García-Rodeja Fernández. Además, desde el curso 1943-1944, contó también con becarios del CSIC y colaboradores como Andrés Sierra Domínguez, José Pensado Iglesias, Ángel Docobo Fernández, Rafael Cid Palacios, Antonia Ferrín Moreiras, y Jesús Manuel Costa Seoane, entre otros.
Puede decirse sin riesgo que los medios humanos eran suficientes durante los primeros años de existencia del Observatorio. Los materiales eran mejorables, sin embargo esto no menguó la importante actividad científica del Centro.



Ramón Mª Aller y Antonia Ferrín Moreiras con el teodolito Troughton & Simms. Cortesía de Antonia Ferrín Moreiras.

MEDIOS MATERIALES
Con respecto a la construcción del Observatorio en Santiago, en el *Boletín Oficial del Estado*, nº 297, en su página 52, se publica la "Orden de 16 de octubre de 1942 por la que se aprueba el proyecto de construcción de un Observatorio astronómico para la Universidade de Santiago de Compostela (A Coruña). En esta Orden (firmada por el Ministro de Educación Nacional, Ibáñez Martín) se cita textualmente: *Visto el proyecto de construcción de un Observatorio Astronómico para la Universidad de Santiago de Compostela (La Coruña), al que ha de ser trasladado el que actualmente funciona en Lalín (Pontevedra), que ha sido redactado por el arquitecto Jenaro de la Fuente…Considerando que dichas obras tienen por objeto la construcción de un edificio destinado a Observatorio Astronómico, cuyas enseñanzas compartan las que se dan en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago…Este Ministerio, en ejecución del Consejo de Ministros, ha dispuesto la aprobación de dicho proyecto por su importe total de pesetas 178.455,44.* El edificio al que se refiere esta Orden es la parte oeste del actual Observatorio (la de las dos cúpulas) y tenía su entrada por la fachada sur. El resto del edificio actual (sala meridiana, biblioteca y despachos) se construyó posteriormente. Existen varias referencias en el BOE sobre esta ampliación, destacando la de la aprobación del proyecto de Jenaro de la Fuente con un presupuesto total de 725.715, 98 pesetas (BOE de 26 de enero de 1954).

Otra referencia al Observatorio que se hace en el BOE es la "Orden de 11 de octubre de 1945 por la que se aprueban reparaciones en el Observatorio Meteorológico de Santiago de Compostela". En esta Orden se cita textualmente: *Vistos los presupuestos remitidos a este Ministerio por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, con destino a reparaciones y reconstrucción en parte del Observatorio Meteorológico que existía en la Universidad de Santiago, que se traslada al recinto del Observatorio actual en aquella ciudad…Este Ministerio ha dispuesto la aprobación del presupuesto de que se trata, adjudicado a la casa "R. Tato Rivas", debiendo abonar la cantidad de 6.158,40 pts.* Hay que aclarar, que lo que aquí se cita como Observatorio Meteorológico se refiere a la garita que existe actualmente en los jardines del Observatorio Astronómico (y que tuvo que ser reformada nuevamente a principios de los años ochenta), y que el traslado hacia el Observatorio (Astronómico) se refiere a que la citada garita estaba situada en la sede actual de la Facultad de Geografía e Historia en el casco histórico compostelano.

Una vez construido el edificio, se trasladaron los instrumentos del Observatorio de Lalín, propiedad de Ramón Aller, hacia el de Santiago. Especialmente, su refractor de la firma Steinheil de Munich, de 12 centímetros de apertura y 180 centímetros de distancia focal (construido en 1924) donado posteriormente al centro; un micrómetro de hilos, de la misma casa que el refractor, para la medición de estrellas dobles (1928); y su teodolito Throughton & Simms de 38 milímetros de abertura construido en Londres en 1902. A este instrumental, hay que añadirle, un anteojo de pasos de la casa Askania adquirido por el CSIC para el Observatorio (1943); un reloj de péndulo de tiempo universal; un reloj de péndulo de tiempo sidéreo construido en 1945 en los Talleres Taboada de Vigo; un cronógrafo de dos plumas de la casa Askania también de 1945 (estos dos últimos gracias a una aportación del Instituto Geográfico Nacional); un receptor de señales horarias construido en los talleres del Instituto de Física Aplicada "Torres Quevedo" recibido en diciembre de 1946; y el orbígrafo que mandó construir Vidal Abascal (cuyo presupuesto se aprobó por el Ministerio de Educación en 1954); aparte de algunos otros instrumentos astronómicos y meteorológicos de menor valor.

Durante la década de los cincuenta, se iniciaron gestiones para mejorar las instalaciones y la instrumentación del Observatorio. Lo primero fue posible como ya hemos comentado anteriormente, pero no así lo segundo. Sí se pudo conseguir el orbígrafo en 1955, pero desgraciadamente de ahí en adelante nada, especialmente no se pudo conseguir un telescopio refractor de unos 35 centímetros, que Ramón Aller pidió hasta en cinco ocasiones. Dicho instrumento era necesario para mejorar la calidad de las observaciones y para garantizar la pervivencia de la institución. El Observatorio en aquellos años alcanzó un gran prestigio internacional, y si no se mejoraban los medios se perdería lo conseguido. El nivel científico de los distintos países iba en aumento (algo lógico por otra parte) mientras que aquí, al no invertir, el nivel queda estancado, por lo que llegaría un momento en que no se podría competir en calidad con ellos, tendiendo a perderse así el prestigio adquirido con tanto esfuerzo.

Cabe destacar, por último, que en 1958, Costa Seoane y el profesor Lois Estévez construyeron sendos telescopios. El de Costa era un altacimutal de 18 centímetros de apertura, y el de Lois un ecuatorial de 22 centímetros. Podría haber surgido de aquí una nueva línea de trabajo en instrumentación astronómica, sin embargo, no fue así.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

La actividad científica en el Observatorio durante los primeros años ha sido muy importante. Las primeras publicaciones son las de Enrique Vidal Abascal sobre métodos geométricos en el cálculo de órbitas de estrellas dobles, ya en 1943. Un año más tarde se inicia la serie *Publicaciones del Observatorio de Santiago*, en la que Ramón Aller publica un artículo sobre los Observatorios de Lalín y Santiago y otro sobre métodos de pasos en dos verticales. También, Eduardo García-Rodeja publica varios artículos de índole matemática en las revistas *Matemática elemental* y *Revista matemática hispano-americana*. Durante los años siguientes se ha ido repitiendo la misma tónica. Ramón María Aller trabajaba y publicaba sobre temas astronómicos, Vidal Abascal alternaba trabajos de astronomía teórica con trabajos matemáticos y Eduardo García-Rodeja se volcaba con trabajos puramente matemáticos, con alguno de ellos con aplicaciones a la astronomía como *Sobre fórmulas del área de la elipse* que se publicó en *Revista de Geofísica*.

Como consecuencia de su labor científica, en agosto de 1948, durante la Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional en Zurich, Ramón Mª Aller es elegido como miembro de la Comisión 26 (Estrellas Dobles), lo que le permitió ser nombrado posteriormente vocal de la Comisión Nacional de Astronomía. En ese mismo año se publica su libro *Astronomía a simple vista*, dirigido a los aficionados a la Astronomía. El ritmo de trabajos disminuye ligeramente en la década de los cincuenta. Es posible que esta reducción se deba a que Vidal Abascal y García-Rodeja no publicaran sus trabajos al amparo del Observatorio, o bien, que varios de sus trabajos realizados dentro del Observatorio no hayan sido computados como tales.
A finales de los cincuenta, el número de publicaciones aumenta tímidamente, gracias a los trabajos de Zaera de Toledo, Costa Seoane y Ferrín Moreiras. A partir de aquí todos los trabajos son de temática astronómica, posiblemente debido a que en el año 1957 se crea la Sección de Matemáticas dentro de la Facultad de Ciencias.
En la década de los sesenta destacan las tres tesis doctorales dirigidas por Ramón Aller (Múgica Buhigas, Zaera de Toledo y Ferrín Moreiras), que se añaden a las que ya había dirigido de Vidal Abascal y Cid Palacios.

BIBLIOGRAFÍA

ALLER, R. M. *Los Observatorios de Lalín y Santiago*. Publicaciones del Observatorio de Santiago. vol. I. 1944.

ALLER, R. M. *Observatorio astronómico de la Universidad de Santiago. Actividades-Programa-Proyectos*. Urania, nº 237. 1954. p. 69-86.

DOCOBO, J. A. *La obra científica de Aller Ulloa*. Editado en Santiago de Compostela por la Fundación Alfredo Brañas. 1991. 80 p. ISBN 84-404-9716-4.

DOCOBO, J. A. (Edición preparada). *Las publicaciones científicas del Dr. Ramón María Aller Ulloa*. Edita: Universidade de Santiago de Compostela. 1992, 712 p. ISBN 84-7191-861-7.

FERNANDEZ, I. *El Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago de Compostela*. Editado por el Servizo de Publicacións e Intercambio Científico de la Universidade de Santiago de Compostela. 2006. ISBN 84-9750-649-9.

FERRÍN, A. *Don Ramón María Aller (1878-1966)*. Urania, nº 264. p. 246.1966.

VIDAL, E. *Don Ramón María Aller Ulloa*. Gaceta Matemática. 1966, 1ª serie, tomo XVIII, nums. 5 y 6.

VIDAL, E. *Ramón María Aller Ulloa: unha vida apaixoada pola ciencia e chea de bondade*. Serie: Hombres que hicieron Galicia. Edición patrocinada por el Banco del Noroeste. Vigo, 1979, 93 p.

EL OBSERVATORIO DEL TEIDE

Los inicios de lo que hoy es el Instituto de Astrofísica de Canarias hay que buscarlos en la creación del Observatorio del Teide en el año 1959.
Mucho antes de esta fecha ya se tienen realizadas expediciones astronómicas a las Islas Canarias. Destacamos las de los astrónomos Piazzi Smyth (1856), Knut Ángstrom (1895) y Jean Mascart (1910).

En unos documentos personales no publicados del profesor Torroja, facilitados por Ricardo Vieira, hemos encontrado algunas referencias a la creación del Observatorio del Teide. Es preciso hacer constar que no está clara la autoría de la documentación a la que nos vamos a referir ya que no está firmada. El primer documento al que nos referimos lleva por título "Informe sobre la reorganización en plan europeo de la Astronomía y Geofísica en España". Posiblemente fuera elaborado por Romañá debido a la extensión que recibe el Observatori de l´Ebre en este informe y enviado a las autoridades para su estudio de cara a la concesión de ayudas del I Plan de Desarrollo. Tiene dos partes: Antecedentes y Propuesta de reorganización. No está fechado, pero parece claro por su contenido que es posterior a 1958 y anterior a 1962.
El título del segundo documento es "Propuesta de Organización del Observatorio Astronómico del Teide" y en él aparece una nota indicando que fue presentado en septiembre de 1966 a la Comisión de Investigación del II Plan de Desarrollo. Este informe se compone de cuatro partes: Antecedentes, Plan de organización del Observatorio del Teide, Personal, y Distribución de gastos por conceptos y años. De este documento hay dos versiones en las que sólo varía el capítulo de Antecedentes.

En el primer documento mencionado se indica que la idea de instalar el Observatorio del Teide surgió de Danjon, director del Observatorio de París y presidente de la IAU. También se comenta que se ha consultado a los profesores Redman (director del Observatorio de Cambridge y presidente de la Comisión de Observatorios de la IAU), Kienle (director del Observatorio de Heidelberg), y Rösch (director del Observatorio de Pic du Midi) que habían realizado estancias en la zona de Izaña. Se indica además que se ha trazado un programa de observaciones preliminares para estudiar diversos parámetros como transparencia del cielo, porcentaje de días cubiertos, o corrientes de aire perturbadoras de las condiciones ópticas. Estas observaciones formaban parte del estudio para preparar un programa adecuado de observación "con exclusión de las observaciones que se pueden calificar de servicio astronómico ordinario", para las que ya se disponía de un pequeño ecuatorial doble de 13,5 centímetros.

En el segundo documento la versión sobre la creación es un poco distinta. Allí se realiza un repaso histórico de los astrónomos que realizaron observaciones en el Teide desde mediados del siglo XIX hasta principios del XX y se indica que la idea de instalar un observatorio partió de Torroja y Romañá, tras la expedición a Guinea Española para la observación del eclipse total de Sol de 25 de febrero de 1952. Se indica además que esta idea fue apoyada por Danjon y por Redman. Con este último, Torroja conversó en Cambridge en marzo de 1958, a donde se trasladó por invitación de la IAU. En junio del mismo año, el profesor Redman visitó Tenerife y emitió un informe favorable a la instalación del Observatorio.

Se menciona además en este documento, que los estudios de prospección de calidad del cielo se iniciaron en Izaña en enero de 1962, tras unos meses de preparación por parte del personal encargado de las mismas (en alusión a Francisco Sánchez). En ese mismo mes, Dommanget, astrónomo del Observatorio de Uccle (Bélgica), especialista en este tipo de trabajos, pasó cuatro semanas en Izaña, y en agosto de 1962 Dumont (del Observatorio de Burdeos) visitó el observatorio, para conocer in situ, la posibilidad de realizar observaciones de luz zodiacal. Posteriormente realizó una estancia de varios meses. También se menciona el traslado del P. Juan Casanovas del Observatori de l´Ebre para investigar las posibilidades de la zona para observaciones solares.

En cuanto a material publicado, creemos que, como precedentes, la primera referencia a este Observatorio se encuentra en la Memoria del CSIC 1955-1957. Así, en el apartado dedicado a la Unión Nacional de Astronomía y Ciencias Afines (UNACA) se lee lo siguiente:
Oficialmente delegado para ello por la Unión Astronómica Internacional, el astrónomo alemán Prof. H. Von Kluver, actualmente en el Observatorio de Cambridge (Inglaterra), visitó las islas de Tenerife, Gran Canaria y Fuerteventura para elegir el emplazamiento más adecuado para las misiones extranjeras que tienen en proyecto observar desde dichas Islas el eclipse total de Sol de 2 de octubre de 1959. En esta visita le acompañó el doctor Torroja Menéndez, el cual completó el trabajo visitando asimismo los puntos de Sáhara Español situados en la zona de totalidad del eclipse. El mismo Dr. Torroja aprovechó el viaje para visitar el Observatorio de Izaña, del Servicio Meteorológico Nacional y hacer un primer estudio de sus condiciones para la instalación en el mismo punto de un Observatorio Astronómico de Altura, comprobando sus magníficas condiciones de pureza de cielo, latitud y altitud (2.380 metros), lo mismo que su facilidad de comunicaciones con los puntos importantes de la isla.

En la Memoria del CSIC de 1958, también en la sección de la UNACA (cuyo personal estaba formado por Antonio Romañá como secretario y José María Torroja como vicesecretario) se puede leer: *En el mes de abril, por invitación de la Unión Astronómica Internacional, el doctor Torroja se trasladó al Observatorio de Cambridge (Inglaterra) para estudiar la conveniencia de instalar un Observatorio Astronómico en Izaña (Tenerife). Como consecuencia de estas primeras conversaciones, en el mes de julio se trasladaron a Izaña el doctor Torroja y el director del Observatorio de Cambridge Prof. Redman para continuar el estudio sobre el terreno.*

La siguiente referencia la hemos encontrado en el *Boletín Oficial del Estado*, concretamente en la Orden Ministerial por la que se crea dicho Observatorio. Por su importancia reproduciremos a continuación el contenido de la misma.

ORDEN de 10 de febrero de 1959 por la que se crea el Observatorio Astronómico de El Teide en la isla de Tenerife.
La zona del macizo del Teide, en la isla de Tenerife, parece reunir magníficas condiciones para la instalación de un Observatorio Astronómico. Aunque han sido varios los astrónomos nacionales y extranjeros, que en distintas ocasiones han expuesto su opinión en este sentido antes de proceder a su instalación definitiva, es conveniente una instalación provisional que permita, al propio tiempo que un detenido estudio de

las condiciones de aquella zona, la elección del lugar exacto para su emplazamiento definitivo.
En atención a estas consideraciones
Este Ministerio ha dispuesto:
Primero. Se crea el Observatorio Astronómico de El Teide, bajo la inmediata dependencia del Rector de la Universidad de La Laguna.
Segundo. El gobierno de dicho Observatorio queda encomendado a un Patronato presidido por el Rector de la Universidad de La Laguna e integrado por las siguientes personas: Un representante de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, un representante del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, dos catedráticos de Astronomía de Universidad, los directores de los Observatorios Astronómicos de San Fernando y Madrid, un director de Observatorio Astronómico oficial o privado, un representante del Cabildo insular de Tenerife, un representante del Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife, un representante del Ayuntamiento de La Laguna, un representante del Ayuntamiento de La Orotava, y el director del Observatorio que se crea.
Tercero. En el Patronato se constituirá una Junta Asesora, de la que será Presidente el del Patronato, hallándose integrada por los siguientes vocales de aquel: los representantes de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, los dos Catedráticos de Astronomía, los tres directores de Observatorio y el director del Observatorio del Teide.
La Junta Asesora preparará el plan de trabajos a realizar cada año así como el informe sobre los desarrollados en el anterior. El plan de trabajo y el informe anteriores serán redactados a la vista de los informes personales, firmados por los distintos vocales de la Junta Asesora.
Cuarto. El director del Observatorio será nombrado por este Departamento, oído el Rector-Presidente del Patronato.
Quinto. El personal técnico y administrativo será nombrado por el Rector de la Universidad de La Laguna, a propuesta de la dirección del Observatorio.
Sexto. Por este Ministerio se atenderá a los gastos de instalación y sostenimiento del Observatorio con cargo a los créditos presupuestarios que puedan ser dedicados a dicha finalidad.
Séptimo. En un plazo de dos años, a partir de la fecha en que se inicie el funcionamiento del Observatorio, el Patronato elevará e este Departamento un informe sobre la organización definitiva que deba darse al mismo a la vista de los resultados de las observaciones y estudios previos realizados durante el indicado período.
Octavo. Provisionalmente, el Observatorio de El Teide se instalará, con la debida autorización del Ministerio del Aire, en los terrenos del Observatorio Meteorológico de Izaña.
Esta Orden Ministerial fue firmada por el ministro de Educación Nacional, Rubio García Mina, en Madrid, el 10 de febrero de 1959, y publicada en el *Boletín Oficial del Estado* el 18 de marzo del mismo año.

En otra Orden Ministerial, en este caso de 18 de junio de 1959 (BOE de 3 de agosto) se nombra director del Observatorio de El Teide, por propuesta del Rector-Presidente del Patronato, a Jose María Torroja Menéndez, catedrático de Astronomía General y Topografía y Astronomía Esférica y Geodesia de la Universidad de Madrid.
Torroja y el Padre Romañá fueron los impulsores en la creación del Observatorio del Teide, así que era lógico que uno de los dos fuera su primer director.

Bien, tal como se comenta en la Orden de 10 de febrero, antes de construir instalaciones definitivas es preciso hacer un estudio detallado para ver si las condiciones del lugar son las apropiadas para el emplazamiento de un observatorio astronómico. Era necesario que alguna persona se trasladara hasta El Teide, para realizar las mediciones de calidad del cielo en aquella zona. Hay que recordar que ya se habían hecho en las cumbres tinerfeñas varias campañas de prospección del cielo, todas ellas muy lejanas en el tiempo, por lo que era necesario realizar de nuevo este trabajo con el uso de técnicas más modernas. Torroja se fija para dicha tarea en un joven físico, Francisco Sánchez Martínez.

Francisco Sánchez nació en Toledo el 16 de mayo de 1936. Estudió Ciencias Físicas en Madrid. A finales de los cincuenta, investigaba en el Instituto de Óptica "Daza de Valdés" del CSIC, era profesor de clases prácticas en la cátedra de Óptica de la Universidad Complutense de Madrid, y también profesor suplente en el Instituto Ramiro de Maeztu. En palabras de Francisco Sánchez *en aquella época me ofrecieron dos cosas interesantes y tuve que elegir, y decidí venir a Canarias porque a mí lo que realmente me gustaba era la Astrofísica*. Así que en enero de 1961, se traslada a Tenerife contratado por la Universidad de La Laguna. Durante sus primeros años su labor consiste en recopilar información y adquirir experiencia en investigación sobre prospección del cielo para medir su calidad. Recuerda Francisco Sánchez que ya había nacido el European Southern Observatory (ESO) en Chile, y que se estaban haciendo allí las prospecciones y aprendió de ellos. También estuvo formándose en Francia, gracias a una ayuda de la IAU en el Instituto de Astrofísica de París y en el Observatorio de Alta Provenza (Sánchez, 1970).

Creemos interesante en este momento, mencionar cuáles eran los planes de organización del Observatorio, los cuales se encuentran recogidos en el documento ya mencionado: "Propuesta de Organización del Observatorio Astronómico del Teide". En él se indica que el Observatorio debería tener cinco secciones con el siguiente instrumental:

- Sección 1. Luminiscencia atmosférica, luz zodiacal y planetas
  1.a) Fotómetro Barbier para observación de luminiscencia atmosférica (se esperaba financiación para este instrumento de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio –CONIE-)
  1.b) Fotómetro para observación de luz zodiacal
  1.c) Reflector de 60 centímetros de apertura
  1.d) Observaciones desde globos y cohetes (financiado por la CONIE)
  1.e) Equipos para laboratorios.

- Secciones 2 y 3. Física solar
  2.a) Heliógrafo Zeiss
  2.b) Fotografía del Sol de alta resolución
  2.c) Anteojo solar tipo Kiepenheuer
  2.d) Coronógrafo
  2.e) Observaciones desde globos y cohetes (financiado por la CONIE)
  2.f) Equipos para laboratorios

- Secciones 4 y 5. Astrofísica estelar (Fotometría y Espectroscopía)
  3.a) Reflector de 1,5 metros de diámetro
  3.b) Cámara Schmidt de 1,5 metros de diámetro
  3.c) Equipos para laboratorio.

La suma de todo este equipamiento se estimaba en más de 155 millones de pesetas de la época. A este equipamiento habría que añadirle la construcción de obra civil, viviendas y los edificios para albergar estos instrumentos.

En cuanto a personal se indicaba que era necesario formar personal para el futuro Observatorio y que ya había dos licenciados en Ciencias trabajando en él (en alusión a Francisco Sánchez y a Juan Casanovas).
Entre ese personal a formar se encontrarían dos licenciados para estudiar Física Solar, uno de ellos se formaría con Kiepenheuer en Frankfurt y en el Observatorio de Capri, y otro se formaría en Ann Arbor (Estados Unidos).
Otros cuatro licenciados estudiarían Astrofísica en centros como el Instituto de Astrofísica de París, Instituto de Astrofísica de Lieja, Observatorio de Cambridge y otros.
Se menciona también a un séptimo licenciado que se formaría en métodos de observación desde cohetes y globos con vistas a trabajos de luminiscencia nocturna, física solar y física planetaria.
Además, se indica la necesidad de contar con personal auxiliar y subalterno, así como ayudas para gastos de viajes y estancias.

El coste total de todas las actuaciones (edificios, equipos, personal y sostenimiento) llegaba a más de 230 millones de pesetas a repartir en cuatro anualidades.

Como comentario a este documento, creemos que el plan era demasiado ambicioso ya que no sólo la Astronomía necesitaba fondos para su desarrollo y no había dinero suficiente para que todos cubrieran sus necesidades. Sin embargo, este informe demuestra que en España no había gente preparada para los nuevos retos que proponía la Física Solar y la Astrofísica, por lo que era absolutamente necesario enviar a gente al extranjero para formarse. Esta versión ha sido desconocida para muchos durante largo tiempo y creemos necesario darla a conocer.

Otra conclusión es que en ese momento se abogaba por un observatorio 100% nacional. Esta idea es totalmente contraria a como fueron desarrollándose los acontecimientos que finalmente desembocaron en el carácter internacional que hoy en día tienen los observatorios canarios y que siempre defendió Francisco Sánchez.

Con el paso del tiempo, solamente se pudieron crear dos secciones y no se pudieron instalar todos estos instrumentos que se han mencionado, pero sí se consiguió que algunos licenciados en Ciencias de la Universidad de Madrid se pudieran formar en el extranjero para poder poner el Observatorio en marcha. Sin embargo, algunos de los que se formaron con esta finalidad nunca llegaron a instalarse en Canarias y aprovecharon esta formación para escoger otras vías profesionales.

BIBLIOGRAFÍA

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. Consulta disponible online en http://www.boe.es/

MEMORIAS DEL CSIC. Consulta disponible online en http://www.csic.es/

SANCHEZ, F. *Comunicación privada*. 2006.

COMIENZOS DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN ESPACIAL

Es interesante reseñar aquí como tema afín, los comienzos de España en proyectos espaciales por su clara influencia en el desarrollo de la Astronomía.
Nos basaremos en el artículo *Spain in Space. A short history of spanish activity in the space sector* de Jose María Dorado, Manuel Bautista y Pedro Sanz-Aranguez, y en el libro *INTA: 50 años de ciencia y técnica aeroespacial* de José Manuel Sánchez Ron.
España a comienzos de la segunda mitad del siglo XX se encontraba en una difícil posición, con restricciones financieras y falta de medios técnicos. Para poder entrar de lleno en los inicios de las actividades espaciales era necesario un impulso externo, que vino de la mano de los Estados Unidos, a través del profesor Theodore von Karman. Este profesor tenía mucho aprecio por España y mantuvo fuertes contactos con autoridades aeronáuticas e investigadores españoles desde 1948. Es de destacar que esta colaboración fue posible por el cambio de la política del gobierno de Truman con España, debido a que en 1947 comenzó la guerra fría y Estados Unidos vio en España un buen aliado. Sánchez Ron concluye que en una situación como la de 1946 poco habría hecho este prestigioso profesor del California Institute of Technology (Caltech) y como consecuencia de ello todo lo que vamos a ver a continuación seguramente no se habría producido.

A continuación mencionaremos algunas de las actuaciones que se han llevado en nuestro país como fruto de la colaboración:
Una de las primeras (antes de crearse la NASA en 1958) es el establecimiento en el Observatorio de San Fernando de una estación de seguimiento de satélites artificiales a través de una cámara Baker-Nunn, sin embargo, es con la NASA (National Aeronautics and Space Administration) con quien se mantendría una colaboración más estrecha.

COLABORACIÓN CON LA NASA
Un primer ejemplo es la organización de un importante Seminario por parte del INTA con la ayuda directa del profesor von Karman. La actividad tuvo lugar en la primavera de 1960 y fue el primer acontecimiento importante en España del sector espacial. El nivel científico fue excelente y contó con 15 prestigiosos estudiosos del sector. Los proceedings recogidos por el INTA supusieron el primer libro básico sobre el espacio publicado en España.

Otro ejemplo es el acuerdo entre los gobiernos de España y Estados Unidos, firmado el 18 de marzo de 1960, por el que la NASA establecía en España una estación de seguimiento de satélites en Maspalomas en la isla de Gran Canaria. Por este acuerdo, España se comprometía a comprar los terrenos, mientras que los Estados Unidos construirían la estación (con sus gastos de instalación, equipo y funcionamiento), así como las carreteras y accesos. Esta estación formó parte de una red mundial de estaciones (en concreto 14) con el fin de mantener permanentemente contacto con las cápsulas espaciales del proyecto Mercury. La localización de esta estación no es casual, ya que está situada en la misma latitud que Cabo Cañaveral (donde está situada la base de lanzamientos de la NASA). La estación comenzó a ser operativa en 1961, concretamente el 13 de septiembre (se mantuvo contacto con la cápsula MA-4). Además de haber participado en el programa Mercury (que finalizó en 1963), la Estación de Maspalomas ha participado en los programas Gemini, Apolo, Skylab y Apolo-Soyuz,

estos tres últimos en unas nuevas instalaciones localizadas en el municipio de San Bartolomé de Tirajana. Para todo ello hubo que ampliar los acuerdos iniciales (que se firmaron el 28 de junio de 1963 y el 29 de abril de 1966).
También en la isla de Gran Canaria se situó una estación hispano-francesa para seguimiento de satélites (el acuerdo se firmó el 4 de junio de 1964) donde España puso los terrenos y Francia la estación. Esta estación se ha utilizado para seguimiento de las misiones D1-A, Azur, TD-1, DA-2, DA-3, SRET-1, STARLET, ESSO e ITOS entre otras. La estación (localizada en el término de Sardina del Sur) cerró en 1976.

Un tercer ejemplo es la estación de Robledo de Chavela (Madrid) que se estableció gracias a un acuerdo firmado el 29 de enero de 1964 entre los gobiernos de España y Estados Unidos. La estación comenzó sus operaciones en julio de 1965, en concreto con la recepción de imágenes de Marte retransmitidas desde la Mariner IV.

Radioantena de 70 metros de Robledo. Cortesía de LAEFF

La base de lanzamientos de El Arenosillo (Huelva) es otro ejemplo de colaboración entre España y los Estados Unidos. Fue resultado de un Acuerdo firmado entre la NASA y la CONIE para el estudio de la alta atmósfera usando cohetes de sondeo. El INTA, a finales de 1965, recibió el encargo de la CONIE de crear, organizar, operar y mantener la base. Después de un período de formación en la estación de la NASA de Wallops Island (Virginia) en la primavera de 1966, ocho personas adquirieron la experiencia necesaria para trabajar en la base, la cual comenzó a operar el 14 de octubre de 1966 con el lanzamiento de un cohete de sondeo Judi-Dart seguido del lanzamiento de un cohete Skua. Los autores del artículo comentan que hasta 2002 se habían lanzado cerca de 600 cohetes, muchos de ellos en el marco de programas internacionales.

El 11 de octubre de 1965 se firmó otro documento entre los gobiernos de España y Estados Unidos por el que se ampliaba la estación de Robledo. Fruto de ello, se construyeron las estaciones de Cebreros y Fresnedillas. La estación de Cebreros comenzó a operar el 27 de diciembre de 1966 y estaba equipada con una antena parabólica de 26 metros, réplica de la situada en Robledo.

Vista general de la Estación de Cebreros. Cortesía de ESA

En cuanto a la estación de Fresnedillas, ésta fue construida específicamente para participar en el programa Apolo. Tenía una antena de 26 metros que comenzó a ser operativa el 4 de julio de 1967. Después del programa Apolo participó también en misiones como Skylab, Apolo-Soyuz (ASTP), o los primeros vuelos de los transbordadores espaciales de la NASA. Personal del INTA participó desde el principio, al igual que en las estaciones de Robledo y Cebreros.

Otra importante colaboración entre el INTA y la NASA fue el primer satélite español, el INTASAT. La principal colaboración de la NASA fue el lanzamiento que no costó nada a las arcas españolas. Tuvo lugar el 15 de noviembre de 1974 juntamente con el satélite meteorológico ITOS-G. Pero el lanzamiento no ha sido la única contribución de la NASA a este proyecto, colaboró en la definición de la carga útil, revisó su diseño y fabricación entre otras. El INTASAT dejó de transmitir información el 5 de octubre de 1976 tal como se había estimado. No se volvería a lanzar un satélite español (el MINISAT) hasta el 21 de abril de 1997.

COLABORACIÓN CON EUROPA EN MATERIA ESPACIAL.
La colaboración de España con actividades espaciales comienza en noviembre de 1960 cuando España consiguió ser invitado como observador en lo que se llamó □art□nde Préparatoire Européene de Recherche Spatiale (COPERS).
En junio de 1962, España firmó el protocolo de ESRO (European Space Research Organisation), una organización establecida para un período de 8 años, con un presupuesto en el que España contribuía con el 2,54%. Uno de los objetivos españoles era conseguir alguna instalación espacial. Se ofrecieron varios emplazamientos para lanzamientos de satélites y cohetes de sondeo, así como estaciones terrestres. No se pudo conseguir ninguno de esos objetivos, lo que llevó a una pobre contribución española en esos años.

Por motivos económicos España no participó en ELDO (European Launcher Development Organisation), que se constituyó en 1962, ya que en 1967 mantenía una fuerte deuda con ESRO lo que casi provocó la salida de España en esta institución. El problema se solucionó en los primeros meses de 1968 y desde entonces se comenzó a participar más y obtener más retorno científico. En los grandes contratos, ESRO anunciaba una competición abierta entre consorcios. El INTA y las empresas CASA y SENER entraron a formar parte de los principales consorcios.

BIBLIOGRAFÍA

DORADO, J. M.; BAUTISTA, M.; SANZ-ARANGUEZ, P. *Spain in Space. A short history of Spanish activity in the space sector*. Publicado por la ESA en agosto de 2002.

GONZÁLEZ, F. *La entrada de España en la Era Espacial: La instalación de la estación de seguimiento de satélites en el Observatorio de San Fernando (1956-1958)*. Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España 1753-2003. P. 93-101.

SANCHEZ RON, J. M. *Terradas y la aeronáutica*. Revista Quark, nº 31. Enero-Marzo 2004, p. 71-77.

SANCHEZ RON, J. M. *INTA: 50 años de ciencia y técnica aeroespacial.* Aranjuez. Madrid. Ministerio de Defensa. 1997. ISBN: 84-920798-3-5.

TABLA RESUMEN TERCERA ETAPA

Tal como hicimos en los capítulos anteriores, mostramos una tabla en la que se indican los sucesos más relevantes de la Astronomía y los principales logros de la misma en España durante el período 1900-1970.

HITOS DE LA ASTRONOMÍA	CONTRIBUCIONES ESPAÑOLAS
	Década 1900. Creación de varios observatorios astronómicos (Universitario de Barcelona, Cartuja, Ebro, Fabra y Universitario de Valencia). Primeras observaciones espectroscópicas desde el Observatorio de Madrid. - Josep Comas Solà sugiere en un artículo de *Astronomische Nachrichten* de 1908 la existencia de atmósfera en Titán. Gerard P. Kuiper lo confirmó en 1944.
1905. Albert Einstein anuncia la Teoría de la relatividad especial.	
1911-1912. Franz Victor Hess descubre los rayos cósmicos. - Henrieta Leavitt establece la relación período-luminosidad en las estrellas variables cefeadas en 1912. De gran importancia para la determinación de distancias.	
1913. Diagrama de Hertzsprung-Russel. Relaciona la luminosidad de las estrellas con su tipo espectral. De gran importancia para los estudios de evolución estelar.	
1915. Percival Lowell predice la existencia de un cuerpo transneptuniano (Clyde W. Tombaugh descubrió ese cuerpo –Plutón- en 1930) Einstein publica la Teoría General de la Relatividad.	1915. Comas Solà descubre su primer asteroide (se denominó HISPANIA).
	Década de los veinte. Comas Solà descubre 10 nuevos asteroides y 2 cometas. El Observatorio de San Fernando publica los 6 volúmenes del catálogo de estrellas asignado en la Carta del Cielo. A partir de 1927 se comienza con el estudio de estrellas variables y se intensifica el de novas en el Observatorio de Madrid.
1922-1924. Alexander Friedmann propone un modelo de Universo uniformemente en expansión.	
1927. Georges Lamaitre postula que el Universo comenzó con una gran explosión.	
1931. Karl G. Jansky recibe las primeras ondas de radio de origen extraterrestre.	

	1932. Ramón María Aller descubre su primera estrella doble.
1939. Grote Reber obtiene el primer mapa de la radiación extragaláctica.	
	1943. Se crea el Observatorio Universitario de Santiago.
1948. Hermann Bondi, Thomas Gold y Fred Hoyle proponen la teoría del estado estacionario. - Se inaugura el telescopio Hale de 5 metros de Monte Palomar.	
1950. Jan Hendrik Oort propone la existencia de una nube cometaria envolviendo al Sistema Solar	
1953. Se detecta la primera radiofuente.	
	1959. Se crea el Observatorio del Teide. Dos años más tarde comienzan los estudios de prospección del cielo.
	1960. Se establece la estación de seguimiento de Maspalomas.
1963. Se descubre el primer cuásar.	
1964. La sonda Mariner 4 toma fotografías de Marte.	1964. Se establece la estación de Robledo de Chavela. Un año más tarde se establecerían las de Cebreros y Fresnedillas.
1966. Se descubre la Radiación de Fondo de Microondas.	
1967. La Venera 4 transmite datos meteorológicos de Venus en su intento de aterrizaje en este planeta.	
1968. Anthony Hewish y Jocelyn Bell descubren el primer púlsar.	1968. Se inicia la recuperación del Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia.
1969. Llegada del primer hombre a la Luna. -Comienza la edición de *Astronomy & Astrophysics.*	

CAPÍTULO IV: CUARTA ETAPA (1971-)

CUARTA ETAPA: LA GRAN ECLOSIÓN

Comenzamos aquí la etapa a la que dedicaremos el estudio más pormenorizado de esta Memoria. Un período que comprende desde la década de los setenta hasta la actualidad. No obstante, esta parte debe ser considerada como algo abierto y no como un estudio de carácter histórico, ya que es obvio que lo que se cite será mayoritariamente sobre algo que no está terminado, sobre medios e instalaciones que están en ciernes o a pleno rendimiento, o sobre científicos/as que aún tienen mucho que aportar a la Astronomía española.

Sobre el análisis de la enorme evolución de la Astronomía española acaecida desde entonces hasta la actualidad, tradicionalmente se ha venido afirmando que ha sido debida a la instalación de nueva instrumentación astronómica de distintos países en suelo español (con la consecuente llegada de personal de alto nivel científico del exterior), sin embargo, se tiende a olvidar que también han existido una serie de personas que tras finalizar sus estudios, viajaron al extranjero para formarse y realizar fuera sus tesis doctorales. Hablamos de personas como Ramón Canal, Manuel Rego, María José Fernández Figueroa, Mariano Moles o Jesús Gómez. Otras como Francisco Sánchez o José María Quintana, en cambio, tuvieron que formarse en la España de entonces con el esfuerzo que ello suponía. Todos los nombrados y otros muchos más contribuyeron a crear escuela y formar a su vez a nuevos astrónomos. Es obvio que todo esto no sería posible sin la presencia (cuestionada o no) de los catedráticos de la época: Torroja, Cid y Orús a quienes les tocó vivir una época muy difícil y aún así su aportación ha sido crucial y a veces no valorada para poder llegar a donde estamos ahora.
Por lo tanto, el despegue de la Astronomía española entendemos que no puede sólo atribuirse a la calidad del cielo de Canarias o de Andalucía, sino también al mayor contacto internacional y sobre todo al esfuerzo de muchas personas.

Fue un momento en el que la Astrofísica comenzó a imponerse a las ramas clásicas de la Astronomía como la Astrometría o la Mecánica Celeste. Este fenómeno se dio en España en una época muy tardía con respecto a otros países de nuestro entorno. Ello se debió a varios hechos. Un motivo fue que los primeros astrónomos que realizaron trabajos de Astrofísica (principalmente entre los años 1915 y 1936) en el Observatorio de Madrid "desaparecieron de la escena" tras la guerra civil, y este Centro durante los años de la posguerra se dedicó a realizar tareas propias de la Astronomía de posición. La causa fue la formación más matemática de los astrónomos que trabajaron durante aquellos años y debido también a que este Observatorio tuvo la responsabilidad de elaborar las efemérides de pequeños planetas lo que le consumió buena parte de su esfuerzo. Dicho encargo fue muy importante pues ayudó a evitar la expulsión de España de la International Astronomical Union. En definitiva, la única Astrofísica existente antes de la guerra civil no se pudo recuperar tras la contienda.

Otro motivo a tener en cuenta fue la penuria económica de aquellos años. Bastante se hacía con tener los instrumentos existentes en funcionamiento y a nadie se le ocurría pensar en nueva instrumentación de calidad. Apenas se recibían publicaciones internacionales y las salidas al extranjero para asistencia a congresos o reuniones de organismos internacionales eran una odisea. El país vivía en una autarquía, las

contribuciones científicas se plasmaban en publicaciones nacionales como *Urania*, *Las Ciencias*, o los boletines de los distintos centros (*boletín del Observatorio de Madrid*, *boletín mensual del Observatorio del Ebro*, *boletín mensual del Observatorio de Cartuja*…). Esa era la cultura del momento.
Por todos estos motivos, se ha formado una imagen de una Astronomía española en dichos años como rancia. Como la Astronomía que se cultivaba era la relativa a las ramas clásicas, éstas han sufrido a nuestro entender un cierto desprestigio que no se merecen. Estamos de acuerdo en que otras partes de la Astronomía, como la Astrofísica o la Cosmología merecían una mayor atención durante aquellos años (y seguramente dicha atención les fue negada por algunos astrónomos de la época), pero no nos parece lógico que durante los años de renacimiento y expansión de la Astrofísica se haya realizado a base de tratar de ignorar lo anterior y no por su propia importancia. A lo largo de este capítulo, tendremos ocasión de ver algunos ejemplos de todo esto.

A continuación veremos cómo la década de los setenta supone el relanzamiento de la Astronomía española a modo de intento por recuperar aquel entusiasmo de las décadas de los veinte y comienzos de los treinta. Hace ahora poco más de treinta años cuando se crean nuevos centros de investigación e instalaciones astronómicas como el Centro Astronómico Hispano Alemán (CAHA) auspiciado por la Sociedad Max Planck de Astronomía de Heidelberg, el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) –estos dos últimos promovidos desde el CSIC- y la Estación de Seguimiento de Satélites de Villafranca del Castillo (VILSPA) auspiciada por la ESA. Además en estos años el Observatorio de Madrid comienza una importante expansión y adquiere nuevo instrumental que se localizaría en Yebes (Guadalajara) y en Calar Alto (Almería) formándose así en su conjunto el Observatorio Astronómico Nacional. Ese cambio de denominación no es algo anecdótico, es la personificación de una institución distinta que ha derivado sus líneas de investigación hacia la Radioastronomía. Como es sabido, el nacimiento de esta rama de la Astronomía se debe al ingeniero de la Bell Telephone Laboratories, Karl Jansky, cuando detectó en 1933 radiación en la banda de ondas de radio del centro de la Vía Láctea.
También en este período se inicia la recuperación del Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia, se organizan los primeros congresos destinados específicamente a la incipiente comunidad astronómica y se crean las primeras cátedras y agregadurías en Astrofísica en la universidad española (la de la Laguna en Canarias fue la pionera) separadas de la enseñanza de la Astronomía clásica, en las secciones de Física de las Facultades de Ciencias.

En la década de los ochenta también tienen lugar sucesos que merecen ser destacados. Son unos años en los que se produce una gran expansión en el número de docentes en la universidad española, gracias entre otras actuaciones, a las pruebas de idoneidad previstas en la Ley de Reforma Universitaria de 1983. La más beneficiada en este sentido fue la Universitat de Barcelona que pudo estabilizar a un buen número de astrónomos para el hoy denominado Departamento de Astronomía y Meteorología. Además, en el ámbito universitario hay que destacar la recuperación científica del Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago de Compostela (desde 1983 con la denominación de Observatorio Astronómico Ramón María Aller) y la creación del Grupo de Mecánica Espacial en la Universidad de Zaragoza. También es de destacar el cambio de status del IAC que pasa a tener rango de Organismo Público de Investigación (OPI) lo que le concedió una mayor autonomía, la reforma de la Comisión Nacional de Astronomía (CNA) y la entrada de España en el Instituto de

Radioastronomía Milimétrica (IRAM). En cuanto a la Astronomía espacial, España poco a poco va teniendo un papel más relevante. Han surgido grupos especializados en el diseño y fabricación de instrumentación espacial y también de grupos científicos cuyo campo de trabajo sería la explotación de los datos obtenidos en estas misiones. Estamos hablando de la participación española en misiones como IUE e HIPPARCOS entre otras.

La década de los noventa trae consigo la creación de nuevos centros de investigación como el Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF), el Instituto de Física de Cantabria (IFCA), el grupo de Astrofísica dentro del Instituto de Estructura de la Materia (hoy Departamento de Astrofísica Molecular e Infrarroja –DAMIR-), el Institut d´Estudis Espacials de Catalunya (IEEC) y la División de Astrofísica del Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).
También en estos años se constituye la Sociedad Española de Astronomía (SEA) y se crea el Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica (PNAyA), una herramienta de financiación de proyectos científicos de gran importancia, en especial para los pequeños grupos de investigación de las universidades.
En el terreno científico se abren nuevos campos de investigación como los planetas extrasolares y la Astrobiología y se aplican nuevas técnicas como la Robótica.

Ya en el presente siglo tenemos que destacar la creación del Centro de Astrobiología (CAB) y también de redes temáticas de trabajo para una mayor cooperación y aprovechamiento de los recursos astronómicos. Ejemplos de trabajo en coordinación los tenemos, por ejemplo, en la Red Española de Bólidos y Meteoritos (SPMN), la Red Española de Planetas (REP) o el proyecto ASTRID en la Comunidad de Madrid. Es recientemente cuando se inaugura el Gran Telescopio de Canarias (GTC) y cuando al fin se ve colmada una vieja aspiración de la Astronomía española: la entrada de España en el European Southern Observatory (ESO). En el año 2008 se han producido también las inauguraciones de dos nuevas instalaciones como el Observatori de Aras de los Olmos y del Observatori del Montsec. En el aspecto académico, ha aumentado considerablemente el número de universidades en las que en mayor o menor medida se imparte docencia y se investiga en Astronomía.

Todo ello sin olvidarnos de las actividades realizadas en las últimas décadas en centros clásicos como el Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA), el Observatori Fabra, el Observatori de l´Ebre o el Instituto de Astronomía y Geodesia (heredero del Seminario de Mecánica y Astronomía).
La presencia de españoles en cargos científicos de la IAU debe ser también digna de mención. Desde que en 1976 Orte Lledó tuviese el mérito de ser el primer español en presidir una Comisión de la IAU (Hora), no se había producido otra situación similar hasta 2006 en que Valentín Martínez Pillet tuvo la responsabilidad de dirigir la Comisión de Estructura y radiación solar. En 2009, coincidiendo con el Año Internacional de la Astronomía, nuestro país tendrá a una astrónoma y dos astrónomos en la presidencia de tres comisiones de la IAU.

Por último, y en clave de futuro hay proyectos muy interesantes en suelo español como el del Observatorio de Javalambre que también hay que tener en cuenta. En el campo internacional, los astrónomos españoles esperan con optimismo su participación en proyectos como ALMA o el E-ELT.

Para una mejor comprensión, dividiremos los contenidos de esta cuarta etapa de la Memoria en 42 apartados los cuales mayoritariamente se corresponden con las actividades de los distintos centros. Utilizaremos para ello un orden cronológico en nuestro desarrollo.

EL REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE MARINA (HOY REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA ARMADA)

Este apartado es continuación de los vistos sobre el Instituto y Observatorio de Marina en capítulos anteriores. Este Centro cambió su denominación por la de Real Instituto y Observatorio de la Armada (en adelante ROA) el 3 de julio de 1987.

En la década de los setenta, la Sección de Efemérides fue incorporando nuevos medios informáticos. Esto permitió organizar un Centro de Cálculo que sirvió de gran apoyo al resto de secciones del Observatorio, especialmente de la de Astronomía, con la que colaboraría en la selección de estrellas de los catálogos astrofotográficos para las observaciones del Círculo Meridiano Automático Carlsberg (CAMC).
Entre 1979 y 1984 se llevó a cabo un proceso de reestructuración del contenido de las efemérides astronómicas para adecuarlas a las recomendaciones efectuadas en la Asamblea General de la IAU de 1976 celebrada en Grenoble. Así, desde entonces, el cálculo de las efemérides astronómicas está basado en las efemérides básicas calculadas por la Jet Propulsión Laboratory.
Desde 1980, la Sección de Efemérides prepara los "Fenómenos Astronómicos", una publicación que recoge los datos más relevantes sobre el Sol, la Luna y los planetas.
En 1996 se calcularon los datos del *Almanaque Náutico* para 1997 usando un método de compresión de efemérides novedoso. En ese mismo año se inició la serie *Suplemento del Almanaque Náutico* y desde 1998, la Sección distribuye el *Almanaque Náutico para PC*.
Hay que destacar también que desde la Sección de Efemérides, en los últimos años, se está trabajando también en el estudio de técnicas de compresión de efemérides, en las teorías analíticas para el cálculo de efemérides para observaciones físicas de planetas, en el cálculo de efemérides de los satélites naturales del Sistema Solar, y en problemas teóricos de Mecánica Celeste relacionados con la teoría del satélite artificial.

En la Sección de Astronomía y Astrofísica se realizaron distintos trabajos. En 1970, la Comisión de Astrometría de la IAU propuso la realización de un nuevo programa observacional, organizado por el Observatorio de Tokio. Este programa consistía en referir al catálogo FK4 las posiciones y movimientos propios de estrellas que, en aquel momento, se estaban observando desde instalaciones del Hemisferio Norte con 12 tubos cenitales fotográficos (instrumentos fijos verticales que permiten determinar el tiempo astronómico y el movimiento del polo celeste con gran precisión). El Observatorio de San Fernando colaboró en este programa, denominado Tubos Cenitales del Hemisferio Norte (NPZT), entre 1973 y 1980 observando 1.716 estrellas con declinaciones entre +10º y +60º. Durante los 8 años que duró el programa, los 12 observadores que participaron realizaron 585 sesiones de observación, en las que se registraron 7.490 pasos de estrellas NPZT y 9.546 pasos de estrellas FK4.
En 1987, cesaron los trabajos con este instrumento para realizar en él diversas tareas con el fin de automatizarlo. Ya en la década de los setenta, la Universidad de Copenhague, con la que el Observatorio de San Fernando tiene fuertes lazos de colaboración, realizó tareas de automatización de su (idéntico) círculo meridiano Grubb-Parsons por lo que el personal del Observatorio tenía un excelente "manual" para realizar sus trabajos de automatización. El proceso terminó en 1994. Sin embargo, antes de finalizar estos trabajos y con el círculo meridiano de la Universidad de Copenhague

funcionando en el Observatorio del Roque de los Muchachos (a donde se había trasladado en virtud de los Acuerdos Internacionales de Astrofísica), el director del Observatorio en 1990, Miguel Catalán, planteó la posibilidad de instalar el círculo meridiano de San Fernando en el Hemisferio Sur, con el fin de que se pudieran observar estrellas desde los 45º de declinación Norte hasta el Polo Sur Celeste (el CAMC de la Universidad de Copenhague ya observaba desde 1985 estrellas desde el Polo Norte Celeste hasta -45º de declinación). Así, ambos instrumentos podrían abarcar toda la esfera celeste. Hay que recordar que desde 1980, el ROA participa junto con el Observatorio de Greenwich (RGO) y el Observatorio de la Universidad de Copenhague en trabajos de observación e investigación con el CAMC, por lo que el Observatorio podría, con el traslado al Hemisferio Sur de su círculo meridiano, realizar estudios astrométricos de cualquier objeto de la esfera celeste de hasta magnitud 7.

Gracias a unas gestiones realizadas en el año 1991, durante la Asamblea General de la IAU celebrada en Buenos Aires se acordó trasladar a Argentina el círculo meridiano. Concretamente se instaló en el Observatorio Astronómico Félix Aguilar de la Universidad de San Juan. En 1996 se desmontó el instrumento y a finales de 1997 estaba instalado y listo para empezar a trabajar en la Estación de Altura Carlos Ulrrico Cesco (a 2.330 metros de altitud). Observaciones realizadas entre octubre de 1997 y septiembre de 1999 dieron lugar a la publicación del Catálogo Meridiano Hispano-Argentino (HAMC), el cual contiene posiciones y magnitudes de 6.192 estrellas, 5.399 movimientos propios y 923 posiciones y magnitudes de objetos del Sistema Solar, todas ellas referidas al Internacional Celestial Referent Frame (ICRF).

Círculos meridianos del ROA. A la izquierda el situado en el Observatorio del Roque de los Muchachos y a la derecha el situado en el Observatorio Astronómico Félix Aguiar. Cortesía del ROA.

En cuanto a los trabajos astrofotográficos, es de destacar que en 1970, el astrógrafo fue "remozado" en los talleres de San Fernando. Desde entonces el instrumento fue

utilizado en el programa del Observatorio de Pulkovo sobre nebulosas extragalácticas para la obtención de movimientos propios (hasta 1983, año en la que las observaciones se dejaron realizar por la contaminación lumínica en San Fernando). Otros programas en los que se ha usado este instrumento son: un programa de observación (propuesto por el Instituto de Astronomía Teórica de Leningrado) consistente en la determinación de posiciones de veinte asteroides seleccionados para el estudio de planos fundamentales. Un programa de observación de estrellas de referencia en los entornos de radiofuentes. Trabajos de determinación de posiciones estelares para el Círculo Meridiano Automático Carlsberg y para el proyecto HIPPARCOS. Actualmente, aunque el instrumento sigue en activo, la contaminación lumínica impide su uso científico. Su uso se limita al aspecto docente.

Otros trabajos de la Sección de Astronomía tuvieron que ver con estudios sobre la rotación de la Tierra. En 1968, el Observatorio adquirió un astrolabio impersonal Danjon. Desde ese año hasta 1983 se observaron 3.806 grupos estelares en los que se midieron los parámetros que definen a la rotación de La Tierra: posición del polo y velocidad de rotación. Además, el astrolabio se utilizó en programas para la confección de catálogos estelares y para el seguimiento de algunos planetas (Marte, Júpiter y Saturno). En la década de los ochenta, este instrumento se utilizó asimismo en la fase preliminar de la campaña internacional MERIT, cuyo fin era la comparación de técnicas clásicas y modernas para el estudio de la rotación de la Tierra y la determinación del polo. Desde San Fernando, se realizaron observaciones clásicas con el astrolabio Danjon y observaciones modernas mediante la recepción de frecuencias emitidas por satélites artificiales (técnicas Doppler) gracias a un receptor JMR-1 proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional. En 1982, el Observatorio obtiene un equipo Doppler, que permitió que la Defense Mapping Agency de los Estados Unidos aceptara la participación del ROA en la red de seguimiento de satélites TRANET. Posteriormente, ante el avance de la Astronomía, el astrolabio Danjon pasó a ser innecesario. Sin embargo, se le ha podido dar un nuevo uso a este instrumento. Gracias a unas modificaciones técnicas se ha conseguido que un instrumento de ese tipo midiese algunos parámetros de la órbita aparente del Sol (dichas mejoras fueron realizadas con éxito en la década de los setenta en Grasse –Francia- y Sao Paulo –Brasil-). Tales modificaciones se realizaron también en el astrolabio de San Fernando y en la actualidad se utiliza para medir el diámetro del Sol (dos veces al día) y realizar la estadística a lo largo del año.

Continuando con el Servicio de Hora, en 1971 dejó de pertenecer a la Sección de Astronomía para convertirse en un servicio propio (Servicio de Hora). En ese mismo año se estableció la escala de Tiempo Atómico Internacional (TAI) y el Observatorio adquirió un equipo horario que comenzó a funcionar en 1972. Con esta equipación y la incorporación de nuevos relojes atómicos, el Observatorio de San Fernando ha podido definir, mantener y difundir (desde 1974) la Escala de Tiempo Universal Coordinado de San Fernando (UTC (ROA)). Por el Real Decreto 1308/1992 de 29 de octubre, se toma como Hora Legal Española dicha escala. En la actualidad, el Servicio de Hora se dedica casi exclusivamente a estas tareas.

Pero del Observatorio de San Fernando es obligado hablar de más cosas. Es de destacar también su magnífica biblioteca y también de su aspecto docente.

Sobre su biblioteca diremos que ya desde los comienzos de la institución los distintos directores se preocuparon de conservar y aumentar sus fondos. En el siglo XIX se continuó con la recopilación de libros que se realizaba, por recogida de obras de otros centros de la Armada, por encargo al extranjero o por intercambio con otros centros. En 1856 con la creación de un Curso de Estudios Superiores se adquirió un gran número de volúmenes para dar respuesta a las nuevas necesidades docentes.
Para dar una idea de la importancia de la biblioteca en el siglo XIX, es preciso hacer constar que el Observatorio cedió más de 3.000 volúmenes a la Biblioteca Central de Marina y al Museo Naval, ambos situados en Madrid.
Durante el siglo XX, la adquisición de nuevo material prosiguió y hoy en día sus más de 30.000 volúmenes ocupan la mayor parte del edificio principal del Observatorio.

En la actualidad cuenta con los siguientes fondos:

-El Fondo Bibliográfico Moderno, el cual está al servicio del personal científico y técnico del Observatorio, además de contribuir directamente a las tareas docentes de la Escuela de Estudios Superiores. También es utilizado por los alumnos de la Escuela de Estudios Superiores o por investigadores y alumnos de las universidades con las que el Observatorio mantiene convenios de colaboración.
-El Fondo Bibliográfico Antiguo, que está compuesto por 1.287 obras del siglo XVIII o anteriores. El catálogo de este fondo está disponible en la página web del ROA.
-La Colección de Cartografía, que está compuesta principalmente por cartografía náutica de las costas españolas publicada en los siglos XVIII y XIX. Tanto esta Colección como el Fondo Bibliográfico Antiguo suele ser utilizado principalmente por investigadores externos.

Pero el ROA también tiene una vertiente docente con la actual Escuela de Estudios Superiores en Ciencias Físico-Matemáticas de la Armada (denominado así desde 1970), pero que tiene sus orígenes en la propia enseñanza naval militar.

Es considerado como un Centro de Enseñanza Superior cuyas misiones fundamentales son:
-Formar el núcleo de un profesorado cualificado para las Escuelas Superiores de la Armada.
-Dar una preparación físico-matemática superior a aquellos jefes y oficiales que lo precisen como parte de su formación.
-Formar y especializar al personal científico y técnico del Observatorio.
-Asesorar al Estado Mayor de la Armada en el campo de las ciencias físico-matemáticas.

Para el cumplimiento de estas misiones en la Escuela se imparten los siguientes cursos:
-Curso de Estudios Superiores en Ciencias Físico-Matemáticas: Con una duración de dos años con la finalidad de elevar el nivel de preparación científica de jefes y oficiales seleccionados.
-Curso Master en Astronomía, Geodesia y Geofísica: Con una duración de dos años tiene por finalidad la especialización de jefes y oficiales, titulados en Estudios Superiores en Ciencias Físico-Matemáticas de la Armada, para desempeñar cargos científicos en el Observatorio.
-Cursos de doctorado: Dentro del convenio establecido con la Universidad de Cádiz, se realizan cursos de doctorado dirigidos por personal del Observatorio.

-Colaboración con la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército de Tierra: Con carácter bienal, se imparten seminarios sobre Astronomía, Geofísica y Metrología del tiempo a los alumnos del Curso de Geodesia del Ejército de Tierra.

Fachada del Real Instituto y Observatorio de la Armada. Cortesía del ROA.

DIRECTORES DEL OBSERVATORIO

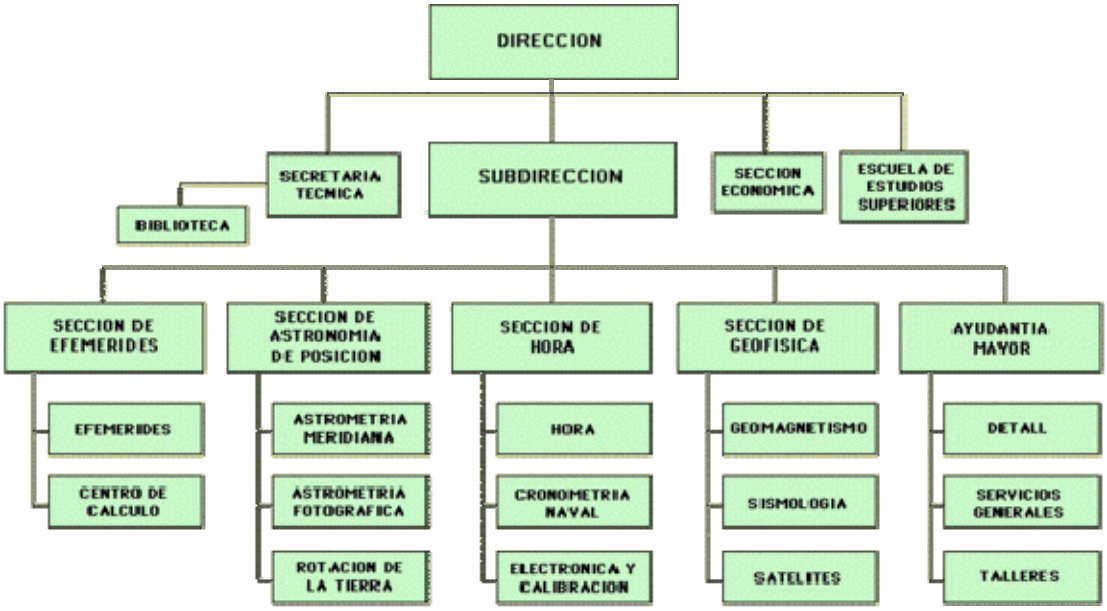
Para finalizar este capítulo, creemos interesante añadir el listado de directores que ha tenido el Observatorio de San Fernando a lo largo de su historia.

Fundador**:** Jorge Juan y Santacilla

LUIS GODIN, Director de la Academia de Guardias Marinas	1753-1760
GERARDO HENAY, Director de la Academia de Guardias Marinas	1760-1768
VICENTE TOFIÑO, Director de la Academia de Guardias Marinas	1768-1795
CIPRIANO VIMERCATI, Director de la Academia de Guardias Marinas	1795-1798
RODRIGO ARMESTO, Oficial Fijo del Observatorio desde 1789	1798-1804
JULIÁN ORTÍZ CANELAS, Capitán de Navío	1804-1821
JOSÉ SÁNCHEZ CERQUERO, Brigadier de la Armada	1821-1847
SATURNINO MONTOJO Y DÍAZ, Brigadier de la Armada	1847-1856
FRANCISCO DE PAULA MÁRQUEZ Y ROCO, Brigadier de la Armada	1856-1869
JOSÉ MONTOJO Y SALCEDO, Capitán de Fragata	1869-1869

CECILIO PUJAZÓN Y GARCÍA, Capitán de Navío de 1 clase	1869-1891
JUAN VINIEGRA Y MENDOZA, Contralmirante	1891-1903
MIGUEL GARCÍA VILLAR, Capitán de Fragata	1903-1903
TOMAS AZCÁRATE Y MENÉNDEZ, Contralmirante	1903-1921
LEÓN HERRERO GARCÍA, Contralmirante Honorario	1921-1940
WENCESLAO BENÍTEZ E INGLOT, Contralmirante Honorario	1940-1954
FRANCISCO FERNÁNDEZ DE LA PUENTE GÓMEZ, Contralmirante	1955-1965
VICENTE PLANELLES RIPOLL, Capitán de Navío	1965-1966
MARIANO RODRÍGUEZ GIL DE ATIENZA, Capitán de Navío	1966-1977
ALBERTO ORTE LLEDÓ, Contralmirante	1977-1984
MANUEL CATALÁN PÉREZ-URQUIOLA, Contralmirante	1984-1995
RAFAEL C. BOLOIX CARLOS-ROCA, Capitán de Navío	1995-2004
JUAN CARLOS COMA SAMARTÍN, Capitán de Navío	2004-2006
FERNANDO BELIZÓN RODRÍGUEZ, Capitán de Navío	2006-

También consideramos interesante reproducir el organigrama del ROA en la actualidad:



PERSONAL DEL ROA EN LA ACTUALIDAD

En la actualidad la plantilla del ROA está formada por:

- Biblioteca: Francisco José González González.
- Sección de Astronomía: José Luis Muiños Haro, Francisco Gómez Armario y Francisco J. Montojo Salazar.
- Sección de Efemérides: Antonio Salazar de la Cruz, Teodoro J. López Moratalla y Martín Lara Coira.

Personal del ROA durante la visita del Príncipe de Asturias a sus instalaciones en septiembre de 2008. Cortesía del ROA.

BIBLIOGRAFIA

BOLOIX, R. *El Real Instituto y Observatorio de la Armada. 250 años de actividad científica*. Recogido en el libro de comunicaciones de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España.

GONZALEZ, FRANCISCO J. *El Observatorio de San Fernando en el siglo XX*. Edita: Ministerio de Defensa. 2004. ISBN: 84-9781-091-0.

http://www.roa.es/ (Página web oficial del Real Instituto y Observatorio de la Armada)

LARA, M. *Comunicación privada*. 2008.

VALLEJO, M. *Comunicación privada*. 2008.

EL REAL OBSERVATORIO DE MADRID (HOY OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL)

EXPANSIÓN EN LOS SETENTA

En la década de los setenta el Observatorio de Madrid no fue ajeno a los cambios experimentados por el resto de la Astronomía española.

A principios de la citada década, José Pensado Iglesias accede a la dirección del Observatorio.

Como recuerda el propio Pensado *hubo una aportación muy grande de dinero en los presupuestos del Estado*, lo que dio pie a importantes mejoras en el Observatorio.

Según López Arroyo, ese dinero fue consignado en una partida específica para la modernización del Observatorio en los Presupuestos Generales del Estado de 1971 *tras una gestión no exenta de complicaciones*. Esa partida se mantendría durante el llamado Tercer Plan de Desarrollo (1972-1975) y durante algunos años más.

La dirección decidió invertir en nueva instrumentación y se adquirió un astrógrafo doble (a petición de Miguel de Pascual), un telescopio óptico (a petición de López Arroyo) y un radiotelescopio (por idea del propio Pensado). También se solicitó un pequeño anteojo solar con un filtro de Lyot de banda estrecha.

La idea inicial era instalar estos instrumentos fuera de la ciudad de Madrid para obtener una mayor calidad en las observaciones, concretamente en Yebes, en la provincia de Guadalajara. Como recuerda Pensado, *durante la dirección de Martín Lorón se hizo una prospección para la ubicación de nueva instrumentación a un radio de 100 kilómetros de Madrid, y se escogió Yebes como el lugar más adecuado*.

Finalmente sólo tres de los citados instrumentos (el astrógrafo doble, el telescopio solar y el radiotelescopio) se instalaron en Yebes, ya que el telescopio óptico se instalaría finalmente en Calar Alto (Almería).

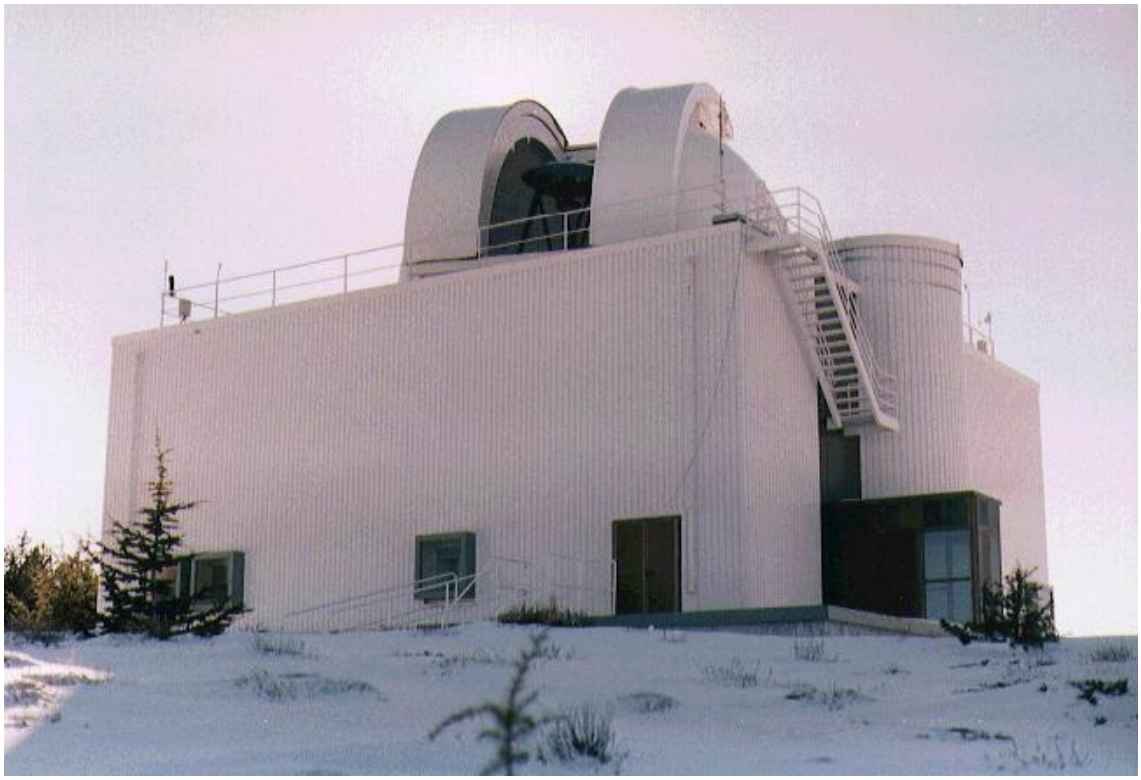
A continuación se describen los instrumentos que se compraron:

- En cuanto al radiotelescopio de ondas milimétricas se empezó a gestionar su compra en octubre de 1972, siendo la empresa norteamericana ESSCO la elegida para su construcción. Consiste en una antena con forma de paraboloide de revolución de 13,7 metros de diámetro formado por paneles de aluminio protegida por una estructura esférica (radomo) de 20 metros de diámetro. La frecuencia de observación se sitúa en una longitud de onda de 3 milímetros. En 1976 ya estaba instalada la antena en Yebes.

- El astrógrafo doble (dos anteojos de 40 centímetros de apertura y 200 centímetros de distancia focal) fue encomendado a la empresa Carl Zeiss de Jena (entonces en la República Democrática de Alemania) en 1974. En 1976 se instaló el astrógrafo doble junto con un medidor de placas fotográficas de gran precisión (de la empresa Ascorecord) bajo una cúpula construida por la empresa española Mifer.

- El telescopio solar se adquirió a la empresa Carl Zeiss de Oberkochen (entonces en la República Federal de Alemania). Tiene 15 centímetros de apertura y 225 centímetros de distancia focal y venía provisto de de un filtro monocromador tipo Lyot con una banda de paso de 0,25 angstroms centrada en la línea de hidrógeno H-alfa, una cámara fotográfica y una guía electrónica dirigidas ambas por una versátil unidad de control automática. El telescopio se albergó en una cúpula de 4 metros de diámetro que se adquirió a la propia Carl Zeiss de Oberkochen.

- El telescopio óptico de 1,524 metros de diámetro se encargó a la Recherches et Etudes d´Optique et des Sciences Conexes (REOSC) de Francia. Consta de dos focos, uno Cassegrain-Ritchey-Chretien a F/8 y otro acodado a F/30. El espejo principal y los tres espejos secundarios (que se tallaron y pulieron en Francia) se obtuvieron de bloques de vidrio cerámico "Zerodur" que se adquirieron en la empresa Schott de Jena. La caracterísitica principal del Zerodur es su pequeño coeficiente de dilatación térmica.



Edificio que alberga el telescopio de 1,52 m. en Calar Alto. Cortesía del OAN

DESVÍO HACIA LA RADIOASTRONOMÍA

Puede decirse que la adquisición del radiotelescopio cambió por completo la historia del Observatorio de Madrid, que pasaría a llamarse Observatorio Astronómico Nacional (OAN) al poseer instalaciones en otros puntos del país. Ninguno de los astrónomos del OAN consultados recuerda un documento oficial sobre el cambio de denominación del Observatorio y mucho menos una publicación en el BOE.

La idea de Pensado era que José Félix Lahulla (que se incorporó en 1971 tras la jubilación de Rafael Carrasco) se especializase en el manejo del radiotelescopio y en las técnicas de Radioastronomía, pero éste prefirió dedicarse a su tema favorito sobre fotometría de asteroides. Hacía pues falta una persona que tomase el mando de este proyecto. Es cuando el entonces director del Instituto Geográfico Nacional (IGN), Rodolfo Núñez de las Cuevas confía para este trabajo en Jesús Gómez.

Jesús Gómez entró en el OAN en 1974 (tras la jubilación de Mariano Martín Lorón) con la misión de fomentar la Radioastronomía en el OAN. Fue incorporando gente como Alberto Barcia y el grupo fue ganando capacidad de maniobra coincidiendo con un aumento de la plantilla de 6 a 12 personas. A finales de los setenta en el OAN hay dos

grupos claramente definidos: los “ópticos” y los “de radio”. En la actualidad puede decirse que prácticamente solo existe el grupo de radio. De los astrónomos ópticos sólo quedan José Félix Lahulla y Gerardo del Río. El resto de ópticos (como Mariano Moles y Carlos Eiroa entre otros) se fueron al CSIC o hacia universidades.
Es preciso pues, citar por separado, los logros de la Astronomía óptica y los de la Radioastronomía.

En cuanto a la Astronomía óptica quizás lo más importante haya sido la puesta en marcha del telescopio de 1,52 metros en Calar Alto. Este telescopio (todavía hoy el mayor español en suelo peninsular) se instaló en la cima de Calar Alto, aprovechando la coyuntura de los acuerdos firmados con Alemania para establecer allí un Observatorio Astronómico. Ninguna de las partes quería que este telescopio se integrase en el Centro Astronómico Hispano-Alemán (CAHA). Los alemanes tenían su idea de Observatorio Astronómico como “algo suyo” y no como algo compartido. Por parte española pasó algo parecido ya que Pensado no quería que los alemanes se metieran en el telescopio del Observatorio de Madrid.

Esto dio lugar a muchos problemas, incluso de tipo diplomático, que aquí no citaremos. Entre los problemas “científicos” estaba que cuando el 1,52 m. se estropeaba había que pedir “muy de favor” que alguien del CAHA echara una mano, ya que el personal del OAN estaba en Madrid o en Yebes.

Esta lejanía propició que desde el IAA se ofreciera ayuda para el mantenimiento del telescopio, debido a su mayor cercanía. Hay que recordar que uno de los objetivos por los que se creó el IAA era el “control” de Calar Alto. Sin embargo, ni la parte alemana con Elsësser y Birkle, ni la parte española con Pensado dio pie a ello (en la actualidad, con la firma de unos nuevos acuerdos en 2004, el IAA posee la mitad del control de los telescopios del CAHA).
No obstante, en el año 1989 se firmó un convenio entre el CSIC y el Instituto Geográfico Nacional por el que el IAA se encargaría del mantenimiento del 1,52 del OAN. Este convenio se rompió en 1992. ¿Los motivos? Hay varias versiones.
Gerardo del Río comenta que el IAA buscaba la propiedad del telescopio, lo cual implicaría un trasvase presupuestario entre Ministerios, concretamente de Fomento hacia Educación y Ciencia, algo a lo que Fomento no le interesaba. Menciona también que a los astrónomos del OAN se les daba muy poco tiempo de observación a pesar de ser los propietarios.
Desde el IAA se comenta que lo único que recibían de Madrid eran protestas por un pésimo trabajo y decidieron romper el convenio.
Sea como fuere, la gente del IAA se llevó la nueva instrumentación que habían desarrollado para el 1,52 y el telescopio quedó como estaba al principio. Desde el IGN (organismo del que depende el OAN) se dio la orden de mejorar el telescopio y de seguirlo poniendo a disposición de la comunidad astronómica, tal como ya se hacía desde su puesta en servicio en 1978.
Durante los años noventa, este telescopio ha sido usado mucho por la comunidad astronómica española. En la actualidad el instrumento no está operativo por un problema técnico y aunque su futuro no parece muy halagüeño, existen grupos de investigación interesados en recuperarlo.

Con respecto al grupo de radio hay que destacar también su trabajo en el campo de la instrumentación. El equipo ya venía trabajando en el radiotelescopio de 14 metros y en

1986 toma interés en el VLBI y el radiotelescopio fue adaptado para ser utilizado con dicha técnica. En 1989, Jesús Gómez accede a la dirección del OAN, en sustitución de López Arroyo, y se propone la construcción de un radiotelescopio de 40 metros. La idea era que el radiotelescopio de 14 metros tenía unas prestaciones limitadas respecto de los actuales por lo que era necesario la construcción de uno más moderno, ya que así, además, se consolidaba la posición del OAN ante los desarrollos que se estaban realizando en VLBI y colocaba a España en una posición más ventajosa para los proyectos internacionales que se avecinaban (ALMA y SKA). Así, en el año 1992 se celebró un Workshop en el que se decidió que el instrumento trabajase en la banda de 3 milímetros. Su construcción comenzó en 1998 y se inauguró en 2005. Rafael Bachiller destaca la importancia que ha tenido su construcción en la formación de astrónomos e ingenieros instrumentalistas. La experiencia adquirida debe ser aprovechada, sin duda, en una mayor participación en los grandes proyectos multinacionales venideros de los que se hablará más adelante.

Radioantena de 40 metros de Yebes. Cortesía del OAN.

Es de destacar también, que el OAN es uno de los organismos que fundaron en 1993 el Instituto Conjunto para VLBI en Europa (JIVE), el cual es el responsable de la Red Europea de VLBI (EVN). En dicha red (datos de 2003) participan 18 radiotelescopios de 14 institutos de varios países europeos (además de Rusia, China y Sudáfrica).

OAN: PRESENTE Y FUTURO

En cuanto a instalaciones, hemos de destacar también la inauguración en 1995 de una sede en el campus de la Universidad de Alcalá de Henares. Este edificio alberga la mayor parte de los despachos de astrónomos e investigadores, la administración del Centro, las incorporaciones más actuales de la biblioteca, aula para cursos y sala de conferencias. Además, en su vestíbulo se encuentra un refractor Grubb restaurado de 20 cm. de apertura y 3 m. de distancia focal que fue adquirido en 1900.

En el aspecto científico, como indica Rafael Bachiller (director del OAN a finales de 2008), uno de los grandes retos a los que se enfrenta la Astronomía en los próximos años es el conocer cómo se han formado los planetas, las estrellas, las galaxias y en general, el Universo como un todo.

Bachiller recuerda que las observaciones realizadas revelan que los procesos físicos que dominan la formación de estos objetos (y su evolución temprana) tienen lugar en un medio a muy baja temperatura (de 10 a 100º Kelvin). En este medio apenas se emite radiación óptica ni radiaciones de frecuencias más altas, pero sí emite radiaciones en ondas de radio (preferentemente en el milimétrico y el submilimétrico). Además, en las zonas donde se están formando estos objetos, son zonas que están envueltas en nubes de gas y polvo. Solamente la radiación infrarroja y de radio es capaz de "atravesar" estas nubes. Por otra parte, la emisión de polvo interestelar tiene lugar en el dominio milimétrico y submilimétrico, y lo mismo ocurre con las moléculas constituyentes del gas interestelar.

Por todo ello, el estudio en esta zona del espectro constituye, como indica Bachiller, en el único medio de diagnóstico fiable sobre las condiciones físicas y composición química del entorno donde se forman las estrellas.

Para desentrañar los retos que hemos mencionado, los radioastrónomos han desarrollado grandes antenas receptoras de ondas de radio. Una antena individual suele tener un diámetro entre 10 y 40 de metros, lo que proporciona un poder de resolución entre 30 y 8´´ a 1 milímetro de longitud de onda. Es decir, una antena individual proporciona una resolución bastante baja lo cual es uno de los grandes problemas de la Radioastronomía. Estos problemas se han podido resolver gracias a la construcción de interferómetros (conjunto de antenas cuya resolución equivale a la de una única antena de tamaño la distancia que separa a las antenas individuales). Por ejemplo, el interferómetro del IRAM situado en Plateau de Bure (en los Alpes franceses) está formado por un conjunto de 6 antenas móviles de 15 metros de diámetro. Situando estas antenas en distintas posiciones (que pueden distar hasta unos 500 metros entre sí) se ha llegado a obtener una resolución de 1´´. Como aspecto negativo, el tener que probar con distintas posiciones, para obtener una buena "imagen" del objeto que se observa es necesario dedicarle bastante tiempo.

No solamente el OAN, sino también otros grupos de investigación del CSIC y de universidades españolas, está participando en dos proyectos internacionales de interferómetros que tendrán gran relevancia cuando entren en funcionamiento: los proyectos ALMA y SKA.

- El proyecto ALMA (Atacama Large Millimeter Array) es un gran interferómetro de ondas milimétricas que se está construyendo en el desierto de Atacama (Chile) a unos 5.000 metros de altura. Inicialmente, consta de un conjunto de 64 antenas de 12 metros de diámetro, pero con la entrada de Japón en el consorcio internacional, el conjunto de antenas de 12 metros asciende a 68 antenas a las que se añade además otras 10 antenas de 8 metros (a esta ampliación se le denomina ALMA Compact Array), con el que se prevé así cubrir la banda del espectro comprendida entre 70 y 1.000 Ghz. España ha estado presente en este proyecto desde el principio (definición de los objetivos científicos y de las necesidades instrumentales para sus logros) y actualmente se están confeccionando diversos instrumentos como: amplificadores refrigerables a temperaturas criogénicas, sistemas electrónicos de supervisión y control, sistemas mecánicos de alta precisión para calibración, etc.

- El proyecto SKA (Square Kilometer Array) está en fase de diseño. Se trata de un interferómetro que tendrá un área colectora de un millón de metros cuadrados y trabajará en la banda comprendida entre los 200 Mhz a los 25 Ghz. Su construcción (que no se finalizará en el mejor de los casos antes de 2020) se estima en unos 1.000 millones de euros y está llamado a ser el equivalente en ondas centimétricas de ALMA (en ondas milimétricas) o del telescopio espacial óptico de próxima generación (JWST) en el visible.

PERSONAL DEL OAN EN LA ACTUALIDAD

Según el Anuario del Observatorio de 2008, actualmente los astrónomos del OAN son: Carlos Albo Castaño, Javier Alcolea Jiménez (Jefe de servicio), Rafael Bachiller García (Director), Laura Barbas Calvo, Alberto Barcia Cancio (Jefe de área), Rubén Bolaño González, Valentín Bujarrabal Fernández (Jefe de servicio), Francisco Colomer Sanmartín, David Cordobés Gallo, Jean-François Desmurs, María del Carmen Díez González, María Asunción Fuente Juan, Juan Daniel Gallego Puyol (Jefe de servicio), Santiago García Burillo (Jefe de servicio), Jesús Gómez González (Subdirector General de Astronomía, Geodesia y Geofísica), José Félix Lahulla Forniés, Isaac López Fernández (Jefe de servicio), José Antonio López Fernández (Jefe de servicio), José Antonio López Pérez (Jefe de servicio), Inmaculada Malo Gómez, Pere Planesas Biga (Jefe de servicio), Gerardo del Río Santos, María José Rioja Capellán, María Sánchez Ramos, José Manuel Serna Puente, Mario Tafalla García (Jefe de servicio), Félix Tercero Martínez (Jefe de servicio), Antonio Usero Villanueva y Pablo de Vicente Abad (Jefe de servicio).

Los príncipes de Asturias y otras autoridades junto con miembros del OAN durante la inauguración del radiotelescopio de 40 metros de Yebes. Cortesía del OAN.

LISTADO HISTÓRICO DE DIRECTORES

Para terminar con esta institución, mostramos aquí el listado histórico con todos los directores del Observatorio.

NOMBRE	INICIO	FIN
Salvador Jiménez Coronado	1790	1808
José Miguel de Sarasa (1)	1816	1816
José Rodríguez González	22-7-1821	1824
Domingo Fontán Rodríguez	1835	1840
Jerónimo del Campo y Roselló	2-3-1841	28-1-1843
Manuel Pérez Verdú	28-1-1843	1849
Juan Chavarri (2)	24-10-1848	24-9-1851
Antonio Aguilar y Vela (3)	24-9-1851	5-7-1882
Miguel Merino y Melchor (4)	1882	1898
Vicente Ventosa y Martínez de Velasco (5)	13-12-1898	13-7-1899
Francisco Iñiguez e Iñiguez	31-7-1899	19-5-1919
Carlos Puente y Úbeda	19-5-1919	15-11-1919
Antonio Vela y Herranz	15-11-1919	8-6-1927
Francisco Cos y Mermería	8-6-1927	30-7-1931
Victoriano Fernández Ascarza	30-7-1931	9-8-1934
Pedro Carrasco Garrorena	9-8-1934	1939
Guillermo Sans Huelin (6)	9-5-1939	13-5-1940
José Tinoco Acero (7)	13-5-1940	21-10-1952
Rafael Carrasco Garrorena	22-10-1952	28-9-1971

Mariano Martín Lorón	29-9-1971	11-9-1972
José Pensado Iglesias	11-9-1972	2-3-1984
Manuel López Arroyo	2-3-1984	Junio 1989
Jesús Gómez González	Junio 1989	Noviembre 2002
Rafael Bachiller García	4-11-2002	

(1) Director accidental
(2) Director provisional
(3) No ejerció entre el 14-4-1871 hasta el 24-3-1872
(4) También ejerció de forma interina entre el 14-4-1871 hasta el 24-3-1872
Director de forma interina entre 27-7-1882 hasta 21-10-1887. Director propietario desde el 21-10-1887 hasta el 13-12-1898
(5) Director interino.
(6) Director accidental
(7) Director provisional del 13-5-1940 al 26-6-1942. Director en propiedad desde el 26-6-1942 hasta el 21-10-1952

BIBLIOGRAFÍA

ANUARIO DEL OBSERVATORIO DE MADRID PARA 2008.

BACHILLER, R. *Retos y proyectos de la Radioastronomía actual*. Recogido en: Actas de las Jornadas Científicas: 250 años de Astronomía en España 1752-2003.

GÓMEZ, J. *Comunicación privada*. 2006.

LÓPEZ ARROYO, M. *El Real Observatorio Astronómico de Madrid (1785-1975)*. Editado por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. ISBN 84-95172-86-0.

PENSADO, J. *Comunicación privada*. 2006.

RÍO, G. del. *Comunicación privada*. 2006.

EL OBSERVATORI FABRA

Comenzamos este epígrafe con las actividades realizadas en este Centro a partir de 1979, respetando así las etapas históricas del Observatori Fabra recogidas en el artículo *Astrometría en el Observatorio Fabra durante el siglo XX*, firmado por Josep María Codina, Jorge Núñez y Nicolau Torras, incluido en el libro sobre el centenario de esta institución publicada por la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.

Esta etapa se caracteriza por la espectacular mejora en la medición y reducción de las placas fotográficas y por la introducción de la técnica CCD.
El avance en la medición y reducción de placas es debido a varias causas: adquisición de un nuevo medidor de alta precisión (Zeiss PEK-II); uso de un nuevo método de reducción (método de Turner) basado en mínimos cuadrados; uso de mejores catálogos de referencia (AGK3, PPM) y la introducción de modernos ordenadores.

Las observaciones fotográficas de asteroides y cometas se continuaron efectuando con el refractor doble Mailhat, sólo que en esta etapa se empezaron a usar emulsiones más sensibles (como la Kodak T-Max) permitiendo observar objetos de hasta magnitud 13. La medida de coordenadas se efectúa con el monocomparador Zeiss PEK-II equipado con electrónica Ecomat 21, pudiendo hacer la medición de una sola medición, al contrario que en el medidor Prin, con el que había que recurrir a puntos de referencia intermedios. Para la reducción se emplea el método de mínimos cuadrados de Turner, el cual utiliza seis estrellas de referencia y donde no es necesario que la placa esté correctamente orientada. En el año 1979 se introdujo el catálogo AGK3 (precisión de 0.3 segundos de arco) con objetos de declinaciones mayores de -2.5º. El catálogo SAOC se siguió usando para objetos con declinaciones menores de -2.5º, hasta la llegada del "Positions and Proper Motions" (PPM) en 1991. Ni que decir tiene que todos estos avances, unido a la informatización de todo el proceso, aparte de ganar tiempo, se ganó en precisión de los resultados (hasta la centésima de segundo en ascensión recta y hasta la décima de segundo de arco en declinación). El personal dedicado a observaciones fotográficas fue Josep María Codina, Jorge Nuñez y Nicolau Torras (observadores) y Jorge Núñez, Nicolau Torras, A. Ollé y O. Fors (reducción).

A partir de 2001 se ha introducido en Fabra las observaciones de asteroides y cometas mediante la técnica CCD. Estas observaciones se han realizado con el telescopio Celestron 14 acoplado al ecuatorial Mailhat y con una cámara CCD del tipo SBIG-ST8. Con esta técnica en Fabra se consigue observar objetos de hasta magnitud 18 y no es necesario el uso del monocomparador. Comenta Jorge Núñez que hasta entonces no fue posible utilizar esta técnica para el tipo de objetos que se estudian en Fabra, debido al campo de la cámara CCD (8x10 minutos de arco, frente a 2º x 3º de la cámara fotográfica) en el que en numerosas ocasiones no podía entrar ninguna estrella de los catálogos comunes como el PPM (de unas 400.000 estrellas). La llegada de catálogos como el HST Guide Stars Catalogue (19 millones de estrellas) y el USNO-A2 (500 millones de estrellas) hizo posible el uso de estas cámaras para fotografías de asteroides y cometas.

Cámara CCD instalada en el telescopio Celestron 14. Cortesía del Observatori Fabra

FUTURO DE FABRA

El futuro científico de Fabra pasa por la instalación de una nueva estación de observación fuera de Barcelona. Aunque lógicamente la instalación emblemática del Tibidabo será para siempre la sede central, y lugar privilegiado para la divulgación astronómica en la Ciudad Condal.

Existe un acuerdo entre el Observatori Fabra y el Real Instituto y Observatorio de la Armada para la instalación conjunta de una cámara Baker-Nunn (propiedad del ROA) en el Montsec.

La cámara Baker-Nunn es un instrumento diseñado por la NASA para la observación de satélites artificiales, y que ha sido modificada exhaustivamente para su uso como telescopio robótico (operado tanto desde las instalaciones de Fabra en el Tibidabo como desde San Fernando) adaptado especialmente para CCD.

Con este instrumento se esperan obtener imágenes de objetos de magnitud 20 o 21 y permitirá trabajar en programas observacionales como: recubrimiento de todo el cielo nocturno en cuatro noches –gracias al gran campo de visión del instrumento- (programa con el nombre “Quick Daily Sky Survey” (QDSS); descubrimiento y seguimiento de objetos de órbita próxima a La Tierra (NEOs); observación y seguimiento de asteroides y cometas –labor desarrollada desde los inicios de Fabra-; descubrimiento y seguimiento de asteroides transneptunianos; detección de planetas extrasolares; observación de explosiones de rayos gamma (GRBs), de supernovas (SNs) y novas; observación de ocultaciones de estrellas por La Luna; observación de microcuásares y por último observación de basura espacial.

Cámara Baker-Nunn. Cortesía del Observatori Fabra y del ROA.

En la actualidad, este Observatorio que ha conmemorado su primer centenario en 2004, mantiene sus tres secciones clásicas (Astronomía, Meteorología y Sismología) y sigue perteneciendo a la Reial Academia de Ciències i Arts de Barcelona.

LISTADO HISTÓRICO DE DIRECTORES
El primer director de Fabra ha sido Josep Comas Solà desde 1904 hasta 1937 (desde 1912 director de la sección de Astronomía). Posteriormente dirigió la sección de Astronomía Isidro Polit desde 1937 hasta 1957.

En 1957 se unificaron todas las secciones. Joaquín Febrer ocupó la dirección de todas las secciones de Fabra hasta 1970, año en el que Josep María Codina es nombrado director.

PERSONAL ACTUAL
Su director actual es Josep María Codina y el personal de la sección de Astronomía está formado por: Jorge Núñez, Nicolau Torras y Octavi Fors.

Josep María Codina observando el tránsito de Venus del 8 de junio de 2004. Cortesía de Jorge Núñez.

BIBLIOGRAFIA

CODINA, J. M., NUÑEZ, J. y TORRAS, N. *Astronomy at the Fabra Observatory during the 20th Century*. Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Centè aniversari de l'Observatori Fabra, D.L.: B-18.747-08, pp. 23-38, (2008).

http://www.fabra.cat/ Página web oficial del Observatori Fabra.

EL OBSERVATORI DE L´EBRE

Como ya se ha comentado en esta Memoria, este Observatorio fue fundado por la Compañía de Jesús en 1904, por lo que ya lleva más de un siglo de actividades.

En la actualidad el Observatori de l´Ebre es una Fundación sin ánimo de lucro y está regido por un Patronato compuesto de diez organismos: el IGN, tres departamentos de la Generalitat de Catalunya (Medio Ambiente; Universidades, Investigación y Sociedad de la Información; Política Territorial y Obras Públicas), la Diputación de Tarragona, los ayuntamientos de Roquetes y Tortosa, el CSIC, la Universitat Ramón Llul y la Compañía de Jesús.

Está estructurado en cuatro secciones: Geomagnetismo, Ionosfera, Sismología, y Meteorología, clima y actividad solar (http://www.obsebre.es).
Interesa aquí ver aquellos aspectos relevantes del Observatori de l´Ebre con respecto al avance de la Astronomía en los últimos años. Nos basaremos para ello en el artículo *El Observatorio del Ebro y la observación solar* recogido de las comunicaciones de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España y escrito por Batlló y Roca-Rosell y también en la monografía *Observatorio del Ebro. Un siglo de historia (1904-2004)* de Manuel García Doncel y Antoni Roca Rosell.

PERÍODO 1970-1984
El nuevo director, José Oriol Cardús, tenía una formación fundamentalmente en Geofísica. La Sección de Heliofísica pudo haber "perdido empuje" desde entonces.
Una de las primeras novedades en estos primeros años fue la colaboración con la Facultad de Física de la Universitat de Barcelona. Así, miembros del Observatorio impartirían docencia en Geofísica y la biblioteca del Observatorio se instaló en las nuevas instalaciones de la Facultad de Ciencias en Pedralbes.
En el terreno de la instrumentación astronómica del Centro, cabe destacar que en 1974 se recibió un nuevo radiotelescopio procedente de la Estación de seguimiento de Maspalomas (Gran Canaria), cuya misión era la de registrar el flujo solar en longitudes de onda de 6, 11 y 21 centímetros.

PERÍODO 1985-2000
Este período se caracteriza por la dirección de Luis Felipe Alberca (el cual trabajaba en la sección ionosférica). El personal a su llegada a la dirección era de 18 personas (11 jesuitas y 7 laicos). Esta etapa, en el terreno administrativo se caracteriza por un cambio en el sistema de gestión. Se contó con una figura nueva, la de administrador, figura importante ya que su labor era la búsqueda de financiación. Cabe destacar en este sentido la labor del jesuita Miguel Montagut.

También el CSIC dispuso de más medios, y dotó de más plazas al Centro. Así, en 1987 se crea una plaza de investigador (hasta entonces el CSIC sólo destinaba personal técnico).
En 1990 la biblioteca del Observatorio volvió a Roquetas al finalizar la vinculación con la Universitat de Barcelona.
En 1991, el Observatorio se incorporó a la Universitat Ramón Llul como Instituto Universitario.

A mediados de los años noventa, la Compañía de Jesús hizo ver la imposibilidad de seguir gestionando el Centro. Comenzaron entonces las gestiones con varias entidades con las que se mantenían colaboraciones para la constitución de un nuevo Patronato. Ese nuevo Patronato se constituyó el 16 de marzo de 2000 con las siguientes entidades: Universidad Ramón Llul, Instituto Geográfico Nacional, CSIC, Comisionado para Universidades e Investigación, Ayuntamiento de Roquetas, Ayuntamiento de Tortosa, Diputación de Tarragona y Compañía de Jesús.

En el terreno científico, cabe destacar la participación del Observatorio en el proyecto MARS-94 (finalmente denominado MARS-96). Desgraciadamente, la misión resultó fallida.

PERÍODO 2001-
En 2001 asume la dirección del Centro el geofísico Joan Miquel Torta, que siendo científico titular del CSIC y profesor de la Universitat Rovira i Virgili, es el primer director que no pertenece a la Compañía de Jesús. A su llegada se modificó la estructura del Observatorio, creando la figura del gerente y se unificaron las antiguas secciones solar y meteorológica. Además, desaparecieron los coordinadores (había dos, uno para investigación, observación y docencia, y otro para administración, biblioteca y servicio de mantenimiento), cuyas misiones fueron asumidas por los jefes de sección y de unidad.

En cuanto al Patronato, se han ido incorporando nuevas instituciones: Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya (2001) a través del Servicio Meteorológico de Catalunya, el Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalitat (2002), y el Instituto Nacional de Meteorología (2005).

Por último, en el aspecto científico, y en cuanto a las observaciones solares, hay que destacar la sustitución en 2001 del antiguo Mailhat (último instrumento que quedaba en funcionamiento desde la inauguración del Observatorio en 1904) por un nuevo telescopio de la casa Zeiss al que se le acopla una cámara digital DALSA. El nuevo telescopio tiene una apertura de lente de 150 milímetros y una distancia focal de 1,2 metros. La modernización en las técnicas (permitiendo la obtención de imágenes digitales de la fotosfera solar eliminando el proceso de revelado y el uso de plantillas milimetradas) permite que el trabajo que antiguamente se hacía en una hora en la actualidad se realice en unos cinco minutos. Puede verse una descripción de los nuevos instrumentos y técnicas en el artículo *Modernización de la actividad solar en el Observatorio del Ebro* recogido en las comunicaciones de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España y cuyos autores son M. Blanca, J.J Curto, J. Batlló y G. Solé.

Telescopio Zeiss. Cortesía del Observatori de l´Ebre.

SECCIÓN DE METEOROLOGÍA, CLIMA Y ACTIVIDAD SOLAR

En la actualidad los objetivos de la Sección de Meteorología, clima y actividad solar son los siguientes:

- En la parte de Meteorología se mantiene colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEM). Diariamente se registran los principales parámetros meteorológicos: temperatura, presión, humedad, velocidad y dirección del viento, precipitación. Para ello la AEM ha dispuesto de una estación estándar de la Red Meteorológica Estatal, un registro de radiación solar y una estación de mediciones de la contaminación (integrada en la red BAPMON-EMEP).

- En la parte de actividad solar (que se propaga hasta la Tierra en forma de radiación y partículas), se estudia en las tres capas observables del Sol: fotosfera (la más interior), cromosfera y corona (la más externa).

En la fotosfera (la que "vemos" cuando miramos hacia el Sol) se producen las manchas solares cuyo máximo se produce aproximadamente cada 11 años. Debido a la rotación sobre su eje (cuyo período aproximado es de 27 días) las manchas –que varían diariamente- aparecen por el limbo Este, pasan por su meridiano central (en línea recta Sol-Tierra) y desaparecen por su borde Oeste si su vida es larga. En la Sección Solar se

fotografía diariamente la fotosfera solar con un telescopio sobre montura ecuatorial. Con esta fotografía se determina el área y posición de las manchas solares y se calcula el índice de actividad solar (Número de Wolf). Desde 1941 se realiza la estadística de manchas por hemisferios (en el "Workshop on Solar-Terrestial Prediction" celebrado en Ottawa en 1992 se dio a conocer la imporancia de la evolución hemisférica del Número de Wolf), comunicando diariamente estos datos al Centro Internacional (situado en el Observatorio de Meudon –París-) y mensualmente al de Bruselas (donde se centralizan los datos y se elaboran los Números de Wolf internacionales).
La cromosfera es "visible" gracias al uso de un filtro Lyot que deja pasar la raya alfa del hidrógeno (y elimina la luz de la fotosfera). Aquí se estudian los "flóculos" de hidrógeno o de calcio (regiones que se forman generalmente cerca de manchas solares cuya temperatura es superior al resto de la cromosfera) y las protuberancias.
La corona sólo es visible en los eclipses totales de Sol.

Además, esta Sección es la encargada de la publicación de los boletines meteorológicos (ISSN 1885-9682) y los boletines solares (ISSN 1885-9690).

En la actualidad, el personal de la Sección está formado por: J. Germán Solé (jefe de Sección), José Cid, Miguel Calonge e Isidro Moncal.

BIBLIOGRAFIA

BATLLÓ, J. y ROCA-ROSELL, A. *El Observatorio del Ebro y la observación solar*. Recogido en las comunicaciones de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España.

BLANCA, M., CURTO, J. J., BATLLÓ, J. y SOLÉ, G. *Modernización de la actividad solar en el Observatorio del Ebro*. Recogido en las comunicaciones de las Jornadas Científicas 250 años de Astronomía en España.

GARCÍA DONCEL, M. y ROCA ROSELL, A. *Observatorio del Ebro. Un siglo de Historia. (1904-2004)*. 2007. ISBN: 978-84-88253-05-7.

http://www.astrogea.org (Página web oficial del Grup d´estudis astronomics -GEA-)

http://www.obsebre.es (Página web oficial del Observatori de l´Ebre)

Memoria de actividades del Observatori de l´Ebre (Enero-Diciembre de 2007). Consulta disponible online en http://www.obsebre.es/

EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSITAT DE VALENCIA

RECUPERACIÓN CIENTÍFICA

Comenzaremos la historia moderna del Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia (OAUV) en 1968, año en el que un joven químico, Álvaro López García, se propone recuperar científicamente un Observatorio que no tenía vida por aquel entonces.

Álvaro López nació en Valencia en 1941. Realizó sus estudios universitarios en la capital del Turia, concretamente en la Facultad de Ciencias, Sección de Química, donde terminó la carrera en 1964. Posteriormente empezó a realizar su tesis doctoral en el Departamento de Física, bajo la dirección del profesor Amando García, sobre una reacción manganeso deuterón protón 55-56. En el año 1968, antes de leer la tesis, Álvaro habló con el decano de la Facultad de Ciencias sobre la posibilidad de entrar en el Observatorio (que estaba desmantelado y cerrado) y el decano no puso ningún impedimento. Álvaro se encontró con el ecuatorial Grubb desmontado y una de las tareas que se propuso fue la puesta en marcha de nuevo del instrumento.

La recuperación del Grubb llevó muchos años, ya que después de alcanzar el grado de doctor (en noviembre de 1968) entró a formar parte del Departamento de Matemáticas, que dirigía Lorenzo Ferrer Figueras, donde comenzó a impartir en distintos años las tres asignaturas de Astronomía del plan de estudios vigente (Astronomía General en 3º, Astronomía Teórica en 4º y Geodesia en 5º) y Cálculo Numérico. Además, como recuerda el propio Álvaro, *no cobraba nada por mis actividades en el Observatorio*.

Existe una publicación de Álvaro López con el título *Actividades del Observatorio Astronómico de la Facultad de Ciencias de Valencia: 1968-1973* editada por la desaparecida revista *Urania* donde se recogen las primeras actuaciones para la recuperación científica de la Astronomía en Valencia. La citada publicación consta de los siguientes puntos:

1- Antecedentes: Comienza con un pequeño resumen de la historia del Centro. Al llegar al año 1968 destaca la importancia de la creación de la Sección de Matemáticas en la Facultad de Ciencias y de la colaboración prestada por los catedráticos de Astronomía (Torroja, Cid y Orús), además de personal de distintos observatorios (especialmente al padre Romañá) y de las autoridades académicas de la Universitat y de la Facultad de Ciencias.
2- Locales: Comentario de los emplazamientos existentes en 1968 y de las nuevas dependencias ocupadas durante el período 1968-1973.
3- Personal: Aparte de la conocida labor de Álvaro López, se reconoce en este apartado las actuaciones de los colaboradores José Luis Valdés, José Vicente Arnau, Francisco de Val y Cristina Zaragoza.
4- Instrumentos e instalaciones: Sin duda el apartado más importante. Aquí se describe con todo detalle (año a año) la puesta a punto del instrumental existente y la adquisición de nuevo material, especialmente orientado hacia la fotografía astronómica.
5- Bibliografía: Se destaca la adquisición de nuevos libros y volúmenes de revistas como *The Astronomical Journal* o *The Astrophysical Journal* entre otras.

6- Medios económicos: Escasos, aunque se destacan contribuciones del rectorado, de la Facultad de Ciencias, parte de una beca de investigación y una subvención de la Caja de Ahorros y Monte Piedad de Valencia.
7- Docencia: Álvaro López imparte las materias de Astronomía General y Astronomía Teórica y Geodesia; José Vicente Arnau (actualmente pertenece al Departamento de Matemática Aplicada de la Universitat de Valencia) se encarga de las tres asignaturas de Cálculo Numérico y de las prácticas con ordenador; y Francisco de Val se ocupa de las prácticas de Astronomía.
8- Investigación fotográfica: Se realizaron distintas series de imágenes con tres cámaras distintas (cámara 6x9, cámara estelar y cámara Canon) para comprobar la calidad óptica y adquirir experiencia.
9- Investigación teórica: Se destaca la tesis doctoral de Álvaro López y posteriores trabajos del programa "Aplicaciones del cálculo electrónico a la resolución de problemas astronómicos" asociados a la beca de Formación de Personal Investigador que disfrutó Álvaro López hasta 1971. También se ponen en valor las tesinas de licenciatura de Cristina Zaragoza, José Vicente Arnau, Edmundo Bermúdez, Francisco de Val y José Luis Valdés.
10- Asistencia a congresos y conferencias: Álvaro López pone de relieve la asistencia a la "Scuola di Fisica Cosmica" (celebrada en Erice –Italia- del 22 de mayo al 1 de junio) por su "utilidad para encauzar la labor futura del Observatorio hacia la moderna Astrofísica".
11- Divulgación de la Astronomía: Se destacan conferencias, organización de visitas al Observatorio y publicación de artículos en la prensa.
12- Perspectivas y proyectos: Se citan una serie de proposiciones para el futuro que una vez pasado el tiempo se han cumplido con creces.

Siguiendo con el relato temporal, en el año 1974, Álvaro López gana una plaza de profesor adjunto numerario (en Matemáticas Generales), tomando posesión de dicha plaza el 1 de septiembre de 1975, poco antes de la I Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica celebrada en las Islas Canarias. Unos años más tarde, en 1979, la Facultad quería premiar la gran labor docente que estaba realizando López García y saca una agregaduría en Astronomía. A esa plaza, aparte del profesor López, se presentó también Miguel Sevilla, y éste último acabó ganándola. Posteriormente, al acceder Sevilla a la cátedra de Astronomía en Madrid, el puesto quedaría vacante, saliendo la oposición en el año 1991.

En el año 1985 termina definitivamente y pone en marcha el telescopio Grubb de 15 centímetros de apertura y 23 centímetros de distancia focal comenzando un programa de astrometría de asteroides brillantes. Los resultados de estas observaciones se enviaban al Smithsonian Astrophysical Observatory, publicándose los resultados en la revista *Minor Planets Circulars*.

Un año más tarde, la Universitat de Valencia elabora unos nuevos Estatutos, donde se reconoce el carácter singular del Observatorio, cuyo director (ya como cargo retribuido) pasa a ser nombrado directamente por el rector. Como no podía ser de otra forma la dirección del Observatorio sería ocupada por Álvaro López.

En el año 1989, López visita San Petersburgo y comienza una estrecha colaboración con astrónomos rusos dando lugar a varios convenios de investigación.

A comienzos de los años noventa, el director del Observatorio de la Universitat de Valencia, contaba con una intensa labor docente, y con una actividad investigadora que empezaba a dar frutos después de duros años recuperando el instrumental existente. Sólo faltaba en su curriculum la cátedra con orientación en Astrometría. Esa cátedra salió en 1991, después de dejarla vacante Miguel Sevilla, y se presentaron seis personas, ganándola un radioastrónomo, Juan María Marcaide.

Al igual que en otras ciudades de España, la contaminación lumínica impide realizar una investigación de calidad, por lo que el profesor López García intenta convencer al rector de la Universitat de Valencia de la necesidad de disponer de una estación de observación fuera de la ciudad de Valencia. La Universitat no quiso comprar ningún terreno. Pero por otra parte, la Asociación Valenciana de Astronomía (AVA) disponía de unos terrenos en Aras de los Olmos, una zona alta (1.300 metros de altitud) de escasa contaminación lumínica, y ofreció dicha parcela al Observatorio. Aunque a Álvaro López no le entusiasmaba la idea, accedió a realizar un convenio de colaboración con esta asociación de astrónomos aficionados porque era mejor esa solución que no tener nada. Nació así en el año 1995, el Centro Astronómico de Alto Turia (CAAT) donde la Universitat instaló dos instrumentos, un medidor de placas Ascorecord y un astrógrafo doble (en el año 1998). Según señala Álvaro López, ambos instrumentos se usaron poco, ya que el primero no permitía utilizar el tipo de placas con el que trabajaba (estas últimas eran muy pequeñas) y el segundo porque para planetas menores se empezó a imponer la CCD por aquel entonces.
En el año 1998, sucede un hecho desagradable. La Facultad se cierra para ser rehabilitada como sede del rectorado. En las dependencias del Observatorio (sito en la parte superior de la misma) estaba todo empaquetado para trasladar a su nuevo emplazamiento. Parece ser que un grupo de okupas entraron al edificio y una vez que fueron desalojados se comprobó que faltaba importante patrimonio bibliográfico (alguno legado por Tarazona).

NUEVA ETAPA
En el año 2000, el rector de la Universitat de Valencia nombra a Vicent Martínez como nuevo director del Observatorio, en sustitución de Álvaro López. La idea del rector era la de modernizar el Observatorio y abrir nuevas líneas de investigación.

Vicent Martínez nació en Valencia en 1962. Obtuvo la licenciatura en Matemáticas por la Universitat de Valencia y leyó su tesis titulada *La textura del Universo* en la misma en 1989, aunque fue elaborada en el Instituto Nórdico de Física Atómica (Nordita) de Copenhague bajo la dirección del profesor Bernad Jones.
En 1991 obtiene una plaza de profesor titular de Astronomía en la Universitat de Valencia. De su actividad investigadora destacan trabajos sobre galaxias y de la estructura del Universo a gran escala.
Comenta Vicent, que a su llegada a la dirección del Observatorio se encuentra con una importante inyección económica del rectorado a la que se unen fondos de distintos proyectos de investigación y divulgación. Esto ha permitido disponer de más personal y de nueva instrumentación.
Una de las primeras actuaciones de Vicent Martínez fue la de suscribir un convenio de colaboración con el IAC, para que el Observatorio pudiese disponer de instrumental propio en las instalaciones canarias. La idea de Vicent es la de instalar una cámara para el Gran Telescopio de Canarias, o bien la de instalar un telescopio de 2,5 m. en las Islas.

En el terreno instrumental es de destacar la adquisición de TROBAR (Telescopio ROBótico de ARas) de 60 centímetros que fue instalado en el CAAT. Además, por iniciativa de Juan Fabregat, se han adquirido dos cámaras "all sky".
Comenta Juan Fabregat que estas cámaras están compuestas por una cámara CCD de 4000x4000 píxeles y tienen un campo de 180º (con exposiciones de 30 segundos se hacen fotografías de todo el cielo alcanzando magnitud de 8 a 9).

En cuanto al convenio con la AVA, éste terminó en 2006 y no se renovó. Comenta Vicent que con la nueva dimensión que estaba tomando el Observatorio no era aconsejable seguir con esa situación, que era necesario disponer de un espacio propio, máxime a que existía un proyecto de instalar en esa zona un parque eólico, el cual tenía previsto situar un elemento a escasos metros de los terrenos de AVA. La Universitat compró una parcela cercana a la que posee la AVA y ha negociado con la empresa concesionaria del parque, llegando al acuerdo de que las torres eólicas se instalen en una zona alejada al nuevo emplazamiento que se inicialmente se había bautizado como EURECA (Estación Universitaria de Reserca, Enseñanza y Comunicación de la Astronomía). Comenta Vicent, que para TROBAR se ha construido una cúpula robótica que permite realizar observaciones remotamente, además estaba previsto la construcción de otra cúpula para un telescopio de divulgación y la puesta en funcionamiento de las cámaras all sky.
Actualmente (a finales de 2008) las obras del nuevo emplazamiento están finalizadas (las nuevas instalaciones se inauguraron en septiembre) y la instrumentación científica mencionada estará en marcha en breve. Todavía no está confirmado el nombre de las nuevas facilidades barajándose el nombre de Observatorio de Aras de los Olmos (OAO) en detrimento de la propuesta EURECA.

Imagen del Centro Astronómico del Alto Turia. Cortesía del OAUV.

En cuanto a la AVA, Vicent Martínez espera tener relaciones de buena vecindad si deciden continuar allí.

Con respecto a TROBAR existe un proyecto de investigación con el título "Astronomía, Astrofísica y Cosmología Observacional con TROBAR", el cual tiene como objeto desarrollar exhaustivamente el uso científico del telescopio. Existen tres grandes objetivos científicos en la memoria de dicho proyecto:

1- Búsqueda de planetas extrasolares: Existen varios métodos para detectar planetas orbitando alrededor de estrellas como astrometría, espectroscopía Doppler y fotometría. Éste último mide el oscurecimiento de la luz de la estrella cuando el planeta pasa por delante. Tiene la ventaja de que permite la detección de planetas de hasta diez veces el volumen de La Tierra, aunque como contrapartida, el plano orbital del planeta tiene que contener a la línea de visión Tierra-estrella.
2- Búsqueda de contrapartidas ópticas de erupciones de rayos gamma: Las explosiones de rayos gamma (GRBs), que ocurren a distancias cosmológicas, liberan en todas las bandas del espectro energías comparables a la de una galaxia en pocos minutos. Su luminosidad tan alta, unida a la capacidad de los telescopios medianos para observarlos antes de que desaparezcan, hace que este tipo de instrumentos sean ideales para su seguimiento y estudio.
3- Astrometría de asteroides cercanos: No podía faltar como una de las líneas clásicas de trabajo en el Observatorio. Con este instrumento se podrán descubrir y observar objetos débiles (como los "Near Earth Asteroids", objetos del cinturón de Kuiper), así como permitir una mayor precisión en el cálculo de posiciones astrométricas.

Como aspectos a mejorar, a Vicent Martínez le gustaría estabilizar al personal que está con carácter interino y mejorar las relaciones con el Departamento de Astronomía y Astrofísica que, al parecer "no son fantásticas".

PERSONAL ACTUAL

El personal investigador actual del OAUV son: Vicent Martínez, Jon Marcaide, Álvaro López, Juan Fabregat (nombrado director a finales de 2008), José Carlos Guirado, Antonio Ten Ros, Enn Saar (profesor visitante) y Fernando Ballesteros.

Miembros y colaboradores del Observatorio de la Univcersitat de Valencia. Cortesía del OAUV.

BIBLIOGRAFÍA

FABREGAT, J. *Comunicación privada*. 2006.

http://www.uv.es/obsast (Página web oficial del OAUV)

LOPEZ, A. *Actividades del Observatorio Astronómico de la Facultad de Ciencias de Valencia: 1968-1973*. Urania, nº 277-278. Enero-Diciembre 1973. P. 237-247.

LOPEZ, A. *Comunicación privada*. 2006.

MARTINEZ, V. *Comunicación privada*. 2006.

EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (HOY OBSERVATORIO ASTRONÓMICO RAMÓN MARÍA ALLER)

SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

Tras el fallecimiento de Ramón María Aller en marzo de 1966, el Observatorio queda sin rumbo. Sin embargo, en marzo de 1967 se creó el denominado Seminario Matemático, con el patrocinio del CSIC. Su primer director en Santiago de Compostela fue Enrique Vidal Abascal, nombrado por el CSIC el 2 de junio de 1967.

En la revista Acta Científica Compostelana (Bermejo, 1967), se cita textualmente que el Seminario Matemático se estructurará en secciones, con lo cual el Observatorio Astronómico, como organización dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, quedará como una de éstas en cuanto organismo investigador; su jefe será el titular de la cátedra de Astronomía en la Facultad de Ciencias, con lo cual quedan aunadas sus dos funciones (esta cita se recoge en la memoria del curso 1966-1967 de la Facultad de Ciencias incluida en la citada revista). Sin embargo, al estar vacante dicha cátedra, desde junio de 1967, el Observatorio pasará a ser dirigido por quien tenga el cargo de director del Seminario Matemático, cargo por el que pasaron los profesores Enrique Vidal Abascal y Eduardo García-Rodeja.

A principios de los años ochenta se produce una gran transformación en el CSIC, y uno de los centros que se ve afectado es el Seminario Matemático produciéndose la desaparición de éste. Se firmó un Acuerdo Marco de Colaboración entre el CSIC y la Universidade de Santiago de Compostela (en adelante, USC) el 16-11-83, en el que, entre otros puntos, el Observatorio se desvincula definitivamente del CSIC como organismo investigador. Anteriormente a todo esto, el Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago pasó por buenos momentos, en cuanto a su actividad, durante los primeros años de existencia. Pero desde 1964, año en la que la cátedra de Astronomía queda vacante (y que se suprime en 1973), el Observatorio pasaría por una etapa de decadencia. Científicamente, los años posteriores al fallecimiento de Aller fueron nefastos, ya que no se publicó nada hasta 1970, año en que lo hace Jesús Manuel Costa Seoane. Las publicaciones, que son un buen índice de la salud de cualquier institución investigadora, entre 1970 y 1981, son en menor número que respecto a años anteriores, y además repetitivas, lo que confirma la citada decadencia, aunque con los medios disponibles el personal bastante mérito tuvo con hacer sobrevivir al Centro.

Puede decirse que la etapa decadente finaliza en 1981 con la creación de la plaza de profesor adjunto de Astronomía. La llegada en aquel momento de un profesor especialista al Observatorio de la Universidade de Santiago, supuso “sacar a flote la nave que se venía a pique”.

Además, la titularidad del Observatorio, puesta muchas veces en duda por la Universidade de Santiago queda totalmente aclarada en la Junta de Gobierno de la misma de 22-2-83, en la que se dota al Observatorio de un reglamento que regula su funcionamiento. Meses después, y en virtud de dicho reglamento, la propia Universidade nombra al director del Centro.

La duda de la Universidade podía ser razonable ya que en muchos documentos se cita al Centro como Observatorio Astronómico dependiente del CSIC, pero en el BOE cuando se alude al Observatorio en su creación, se cita como Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago, y además, en las mismas fechas, se crea la cátedra de Astronomía para ligar el nuevo edificio con la docencia.

ETAPA 1966-1981

Tras el fallecimiento de Ramón María Aller (28 de marzo de 1966) comenzó un período difícil para el Observatorio (etapa que podríamos iniciar en 1964, año en el que el profesor Aller enferma y deja vacante la cátedra de Astronomía).

A pesar del gran número de trabajos científicos realizados por el fundador y sus colaboradores, y la docencia de la Astronomía impartida en la Facultad de Ciencias, parece que no fue suficiente para que la Universidade de Santiago de Compostela (mejor dicho, algún rector) siguiese apoyando este proyecto.

El Observatorio pudo subsistir con muchas dificultades gracias a una subvención del CSIC a través del Seminario Matemático. El dinero que recibía el Observatorio era poco, no daba para arreglar goteras, ni la calefacción, con el consecuente problema de humedad, grave problema para los instrumentos astronómicos que requieren un especial cuidado.

Evidentemente, con el escaso presupuesto apenas se pudo mejorar el instrumental existente en la época de don Ramón.

Si ya Ramón Mª Aller había encontrado dificultades insalvables para adquirir un refractor de mayor apertura que el suyo, ahora la misión era desde luego imposible.
Durante este tiempo (de marzo de 1966 hasta octubre de 1981), el Observatorio se mantuvo a pesar de esas dificultades económicas y "administrativas" con la Universidade. Siguió con sus actividades gracias al trabajo incansable de varias personas, como el profesor Enrique Vidal Abascal, catedrático de Geometría Diferencial en la Sección de Matemáticas de la Facultad de Ciencias (hoy Facultad de Matemáticas), que fue director del Observatorio en calidad de director del Seminario Matemático, desde 1966 hasta 1977, y el ayudante de investigación del CSIC Jesús Manuel Costa Seoane. Estas personas son las que más lucharon por la supervivencia del Observatorio, en el que también estaba trabajando (sobre todo como encargado de la estación meteorológica), y residía en él, Venancio Froiz Gómez (más conocido como Armando) y varios colaboradores, destacando a Carlos Morales Piñeiro.

J. M. Costa Seoane

El profesor Eduardo García-Rodeja Fernández tomó el relevo en la dirección del Seminario Matemático cuando Vidal Abascal se jubiló y por ese motivo dirigió administrativamente el Observatorio entre 1977 y 1983. En 1981 jugó un papel importante a la hora de apoyar la creación de una plaza de profesor de Astronomía en la Universidad compostelana.

Las actividades que se realizaban en el Observatorio eran las mismas que en vida de Ramón María Aller: el mantenimiento de las señales horarias, medidas de estrellas dobles, ocultaciones de estrellas por la Luna, la observación de diversos fenómenos astronómicos, el registro de datos meteorológicos, y sobre todo el cálculo de órbitas de estrellas dobles.
Algunos de los factores negativos que afectaron a la vida del Observatorio en aquella época fue la desaparición de la cátedra de Astronomía (en 1973) y la poca importancia que se le dio a la enseñanza de la Astronomía en la Universidad compostelana. También se dieron circunstancias positivas como el envío, por parte del profesor Vidal, de doctorandos a la Universidad de Zaragoza (para trabajar con Rafael Cid Palacios) con el fin de regresar y recuperar científicamente el Observatorio pues estaba claro que el futuro sólo existía a través de la docencia universitaria. Esos doctorandos fueron Juan Manuel Arenaz Núñez, Antonio Jesús Cons Ferreiro y José Ángel Docobo Durántez. Sólo éste último llegó a defender la tesis doctoral (en julio de 1977) que llevó por título *Aplicación de la teoría de perturbaciones al estudio de sistemas estelares múltiples*. El tribunal que la juzgó estaba formado por Rafael Cid Palacios, Enrique Vidal Abascal, Juan José de Orús Navarro, José María Savirón de Cidón y Miguel Liso Puente.

ETAPA: 1981-
Poco después de la lectura de la mencionada tesis doctoral, se convocaron en el BOE dos plazas de adjunto numerario de Universidad. En esa oposición Miguel Sevilla obtuvo el puesto número 1 (escogiendo la plaza de Madrid) y José Ángel Docobo el número 2 (quedándose con la plaza de Barcelona). Docobo toma posesión de la plaza, pero después de solicitarlo al Ministerio es declarado supernumerario, consiguiendo volver a Zaragoza como profesor agregado interino, en espera de la dotación de una plaza en Santiago.

Gracias a las gestiones del rector José María David Suárez Núñez, la plaza de profesor adjunto numerario se creó finalmente por ser de interés general para la Universidad compostelana, a pesar de la oposición por parte del profesorado de la Facultad de Matemáticas que veía necesidades más urgentes. La plaza salió a concurso de traslado y fue ocupada, como único firmante, por José Ángel Docobo. Docobo se incorporó el 1 de octubre de 1981.

En aquel momento la situación del Observatorio era lamentable. En estado casi ruinoso; no había calefacción; las persianas estaban rotas; había ventanas tapadas con tablas, ya que habían robado dentro en alguna ocasión, y se habían llenado los alrededores de maleza, hasta tal punto que se dejaron de tomar las medidas meteorológicas porque era imposible entrar en la garita donde estaban instalados los instrumentos.

Afortunadamente, el rector Suárez Núñez, ante un previsible resurgir del Centro, ordenó hacer obras en el Observatorio para acondicionarlo. Se pintó, se arreglaron los tejados, se renovó la calefacción, se colocaron verjas en las ventanas para evitar robos, y se equipó con mobiliario nuevo.

En cuanto al aspecto científico, una de las circunstancias que ayudaron a impulsar nuevamente la actividad en el Observatorio, fue la organización de la IV Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica, que Docobo había solicitado al director del Observatorio Astronómico Nacional, Pensado Iglesias. Al término de ese congreso, el

profesor Docobo, que ya venía trabajando desde hacía un año y medio al frente del Centro, es nombrado director del Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago (anteriormente lo era Eduardo García-Rodeja en calidad de director del Seminario Matemático), que a partir de entonces recibe el nombre de Observatorio Astronómico "Ramón María Aller", en honor a su ilustre fundador.

Imagen exterior del Observatorio Astronómico Ramón María Aller de la Universidade de Santiago de Compostela.

Una vez toma posesión del cargo, en sustitución de García-Rodeja, Docobo se propone la recuperación global del Observatorio, empezando por la biblioteca, que actualiza con la adquisición de numerosas obras y suscripciones de las principales revistas de Astronomía y Astrofísica. También consigue, poco a poco, nueva instrumentación, ya que se partía del viejo refractor del padre Aller y poco más.

Señala Docobo que, aunque todo eran dificultades, lo más difícil fue incorporar nuevo personal. Costa Seoane era el único apoyo en una actividad que empezaba a tomar cuerpo. La publicación del método analítico de Docobo para el cálculo de órbitas de estrellas dobles (Docobo, 1985) fue vital para el resurgir de esta línea de trabajo ya tradicional en el Observatorio, pues desde entonces en las Circulares de Información de la Comisión 26 de la IAU comenzaban a destacar los resultados obtenidos en Santiago.

El abrir el Observatorio a la sociedad fue también una acción muy positiva por parte de la dirección pues de este modo, con gran afluencia de visitas de escolares, agrupaciones y demás colectivos así como la organización de sesiones públicas coincidiendo con fenómenos astronómicos relevantes, el Centro tuvo una proyección en los medios de la que carecía anteriormente.

Al poco tiempo se incorporó al Observatorio Josefina Ling, primero como tesinanda y luego como becaria. Tras arduas gestiones del director se pudo conseguir una plaza de

profesora ayudante, que más tarde, una vez siendo doctora, se pudo convertir a duras penas en titular de universidad, en el área de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica.

La profesora Ling ganó el concurso-oposición celebrado el 28 al 30 de junio de 1993, siendo los miembros del tribunal: Rafael Cid Palacios, Eduardo Battaner López, Elvira Zurita García, Antonia Castro Díez y José Ángel Docobo. La incorporación de profesorado estaba plenamente justificada no sólo por las múltiples tareas en el Observatorio, sino porque el número de alumnos en las asignaturas de Astronomía iba creciendo. En "Fundamentos de Astronomía" llegó a haber 95 personas. No hay que olvidar que todos ellos hacen sus prácticas en el Observatorio.

Anteriormente en 1987 se consiguió la dotación de una plaza de oficial de laboratorio para mantenimiento de los instrumentos y atención de la garita meteorológica, plaza a la que accedió José Tadeo (Tito) Barcala.
En el mismo año también se incorporó al Observatorio la recién licenciada Cristina Prieto en calidad de colaboradora.
El profesor Vakhtang Tamazian, astrofísico armenio que lleva trabajando en el Observatorio con sucesivos contratos desde 1994, ganó una plaza del programa Isidro Parga Pondal en 2004 y Manuel Andrade obtuvo en 2008 el puesto de contratado doctor para impartir Astronomía y Geodesia en la Escuela Politécnica Superior del campus de Lugo (algo que ya venía haciendo desde 2003 como ayudante).

Personal actual y colaboradores del Observatorio Astronómico Ramón María Aller.

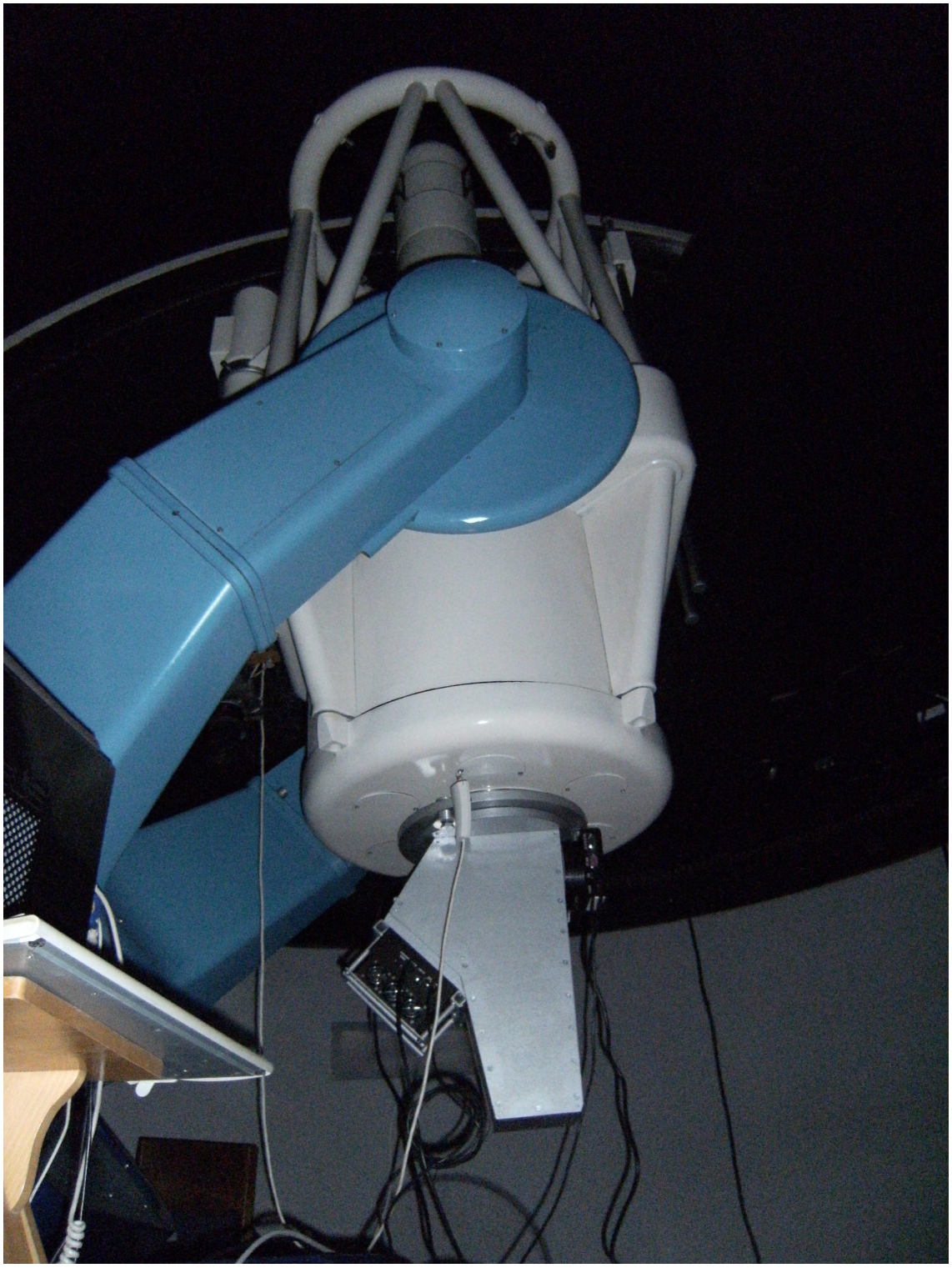
En cuanto al instrumental, uno de los primeros intentos por obtener un nuevo telescopio lo tenemos en 1986, ante el ofrecimiento de José María Quintana, director del IAA, a José Ángel Docobo, para adquirir en depósito un telescopio reflector de 75 centímetros que iba a ser desmontado en instalaciones del IAA. Dichas gestiones no dieron finalmente resultado. Actualmente ese instrumento permanece expuesto en el Parque de las Ciencias de Granada.
Un año más tarde, en 1987, se dotó al Observatorio de un telescopio reflector computerizado de 35 centímetros de apertura y de 3,9 metros de distancia focal, gracias a una gestión con el Vicerrectorado de Investigación. Recuerda Docobo que dicha adquisición era absolutamente necesaria a pesar de que se hizo con el dólar a 200 pesetas, lo que provocó que el presupuesto del Observatorio quedara "hipotecado" durante algunos años.

Se compró también en ese año un micrómetro de hilos, que se pidió a los talleres del Observatorio de Niza. La incorporación del telescopio Celestron C-14 fue un logro que vino acompañado de otro no menos importante: el cambio de cúpulas, por el que el director venía luchando desde hacía tiempo. Las cúpulas que había eran de madera, había que accionar una cuerda para abrirlas y girarlas a mano. El cambio a las nuevas cúpulas de fibra de vidrio con movimiento motorizado fue una obra necesaria, que se realizó siendo rector Carlos Pajares y gracias al apoyo del Vicerrector de Investigación, José Sordo y del Vicerrector de Asuntos Económicos, Emilio Pérez Touriño.

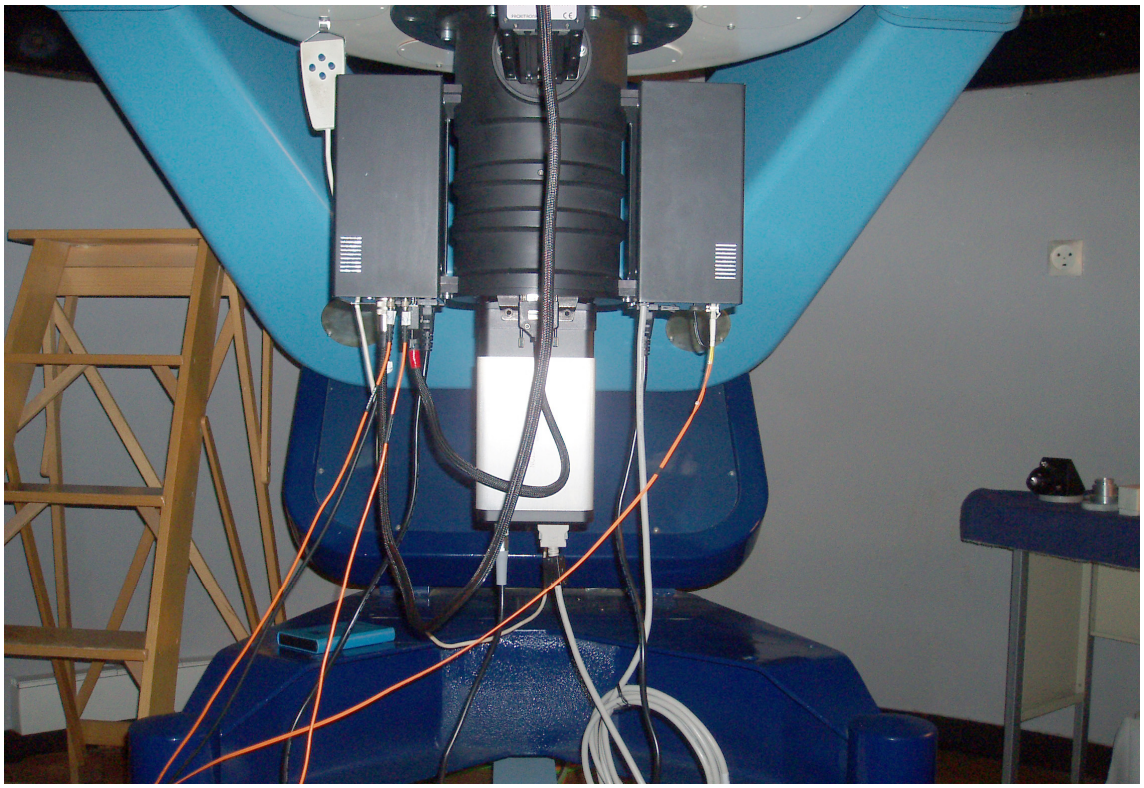
Posteriormente, mediante peticiones en convocatorias públicas de adquisición de instrumentación científica, tanto desde organismos del Estado como de la Xunta de Galicia, se han ido adquiriendo nuevos instrumentos como un equipo foto-cronométrico para registros de alta precisión compuesto por una central horaria y un fotómetro (convocatoria de infraestructura de investigación de la Xunta de Galicia de 1987); un equipo para captación de imágenes por CCD, consistente en un equipo informático, una cámara CCD con software y un reloj de tiempo universal y tiempo sidéreo, construido este último en el Real Instituto y Observatorio de la Armada situado en San Fernando, Cádiz (convocatoria de 1993); un sistema de adquisición de datos para ocultaciones construido ad hoc en el Instituto de Astrofísica de Canarias (convocatoria de 1995), la cámara de interferometría speckle (convocatoria de 1998), un telescopio de 62 centímetros de apertura (convocatoria de 2001) y ya recientemente hay que destacar las incorporaciones, a través de fondos FEDER, de la nueva cámara EMCCD para interferometría speckle, el espectrógrafo de velocidades radiales, nuevas CCD, las cámaras all-sky para monitorizar el cielo, etc.

Es preciso mencionar el papel que jugó Vahktang Tamazian en los procesos de adquisición de material científico en los países del Este. Tanto en la compra del telescopio ruso como en lo referente a las cámaras speckle y el espectrógrafo de velocidades radiales.

La adquisición del telescopio Ritchey-Chretien y de la importante instrumentación que años después le acompañan, todo ello en convocatorias públicas, es, en palabras de Docobo, el logro de un reto personal por el que luchó durante muchos años con muy pocos apoyos.



Fotografía del recientemente adquirido espectrógrafo de velocidades radiales instalado en el telescopio de 62 centímetros del OARMA.



Nueva cámara speckle del Observatorio Astronómico Ramón María Aller.

ESTANCIAS EN OTROS CENTROS ASTRONOMICOS

Algunas de las adquisiciones que hemos comentado no se usan solamente en las instalaciones del Observatorio Astronómico de Santiago, sino también en otros Centros en los que se realizan campañas de observación solicitados por el personal del Observatorio.

Las primeras campañas fuera de Santiago datan de 1985 y tuvieron lugar en el Centro Astronómico de Yebes (Guadalajara), dependiente del Observatorio Astronómico Nacional (OAN) y en el Observatori Fabra (Barcelona) y son producto de las relaciones profesionales que Docobo mantenía con Félix Lahulla y Jorge Núñez, respectivamente. Las campañas de Fabra se prolongaron durante años.

Entre tanto, Docobo había contactado con el Dr. Paul Couteau (descubridor de más de 2.700 estrellas dobles) con el fin de hacer uso de los refractores de 50 y 76 cms. del Observatorio de Niza y con el telescopio Bernard Lyot de 2 metros de apertura del Observatorio de Pic du Midi. Con este objetivo, J.F. Ling fue enviada a Niza durante tres meses en 1986 y posteriormente se efectuaron numerosos desplazamientos a estos Centros.

Docobo sondeó también la posibilidad de usar el reflector de 1,52 m. de la Estación de Observación de Calar Alto (Almería), dependiente del OAN, para la obtención de medidas micrométricas de estrellas dobles. Pero antes de solicitar el tiempo de observación a la Comisión correspondiente era preciso disponer del micrómetro adecuado. Éste se construyó a imagen y semejanza del que tenía el Dr. Couteau, en los

talleres del Observatorio de Niza y fue adquirido mediante un proyecto de investigación financiado por la Xunta de Galicia. El tiempo de observación fue concedido y la primera campaña de observación en Calar Alto tuvo lugar en septiembre de 1988.

Otro frente abierto fue el del Observatorio de Llano de Hato (Venezuela). Allí se encuentra el astrónomo Carlos Abad, quién fue alumno de Docobo en la Facultad de Ciencias de Zaragoza. Carlos Abad estuvo luego en el Observatorio de la Armada de San Fernando antes de optar a una plaza en el Centro de Investigaciones de Astronomía en Mérida (Venezuela). Docobo había hablado con él acerca de la posibilidad de hacer uso del refractor de 65 cms. y del reflector de 1 m. de Llano de Hato para observar estrellas dobles australes. Dicho instrumento había sido utilizado anteriormente para tal fin por Valbousquet (Valbousquet, 1980).
También se establecieron contactos con instituciones de Estados Unidos como el Center for High Angular Resolution Astronomy (CHARA) y el Observatorio Naval de Washington.

Otras importantes campañas de observación fueron las promovidas por Tamazian y Balega en los observatorios de Byurakan (Armenia) y Special Astrophysical Observatory (SAO, Rusia), en estos casos de fotometría y espectroscopía de binarias. Tamazian también trabajó en el observatorio italiano de Asiago (espectroscopía de binarias) y con el radiotelescopio de Nançay (Francia), en este caso para obtener datos relativos a galaxias activas en longitud de onda de 21 centímetros.

Finalmente, reseñamos las dos últimas campañas realizadas por el equipo de Santiago. En 2004 se solicita tiempo de observación en el telescopio alemán de 3,5 m. del Centro Astronómico Hispano-Alemán (CAHA). El tiempo de observación fue concedido: 5 noches para julio de 2004. Desgraciadamente, debido a problemas técnicos del telescopio, la dirección del CAHA decidió suspender todas las campañas de observación de aquel mes. En 2005, por fin fue posible acoplar la cámara speckle al telescopio de 3,5 m. del CAHA, gracias a nuevas concesiones de tiempo en marzo y julio.

FUNCIONES DEL OBSERVATORIO EN LA ACTUALIDAD

Actualmente, el personal del Observatorio realiza tres funciones:
Investigación
Docencia
Divulgación

Secundariamente, a estas tres habría que añadirle la colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (antes denominado Instituto Nacional de Meteorología) desde 1982. Pasamos, pues, a detallar las actividades más importantes que se realizan en cada una de estas funciones.

ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

Dentro de las actividades de investigación, aparte de las campañas de observación ya comentadas, podemos distinguir los siguientes apartados:
-Proyectos de investigación desarrollados.
-Tesis doctorales, tesinas y trabajos para la obtención del DEA.
-Congresos científicos organizados.
-Trabajos de oficio.
-Sucesos relevantes investigados.

Veamos cada una de estas actividades por separado.

**Proyectos de investigación desarrollados:*
Desde 1982, en el Observatorio se han llevado a cabo 13 proyectos de investigación, los cuales han sido financiados tanto por el Ministerio de Educación y Ciencia como por la Xunta de Galicia.

La principal línea de investigación del Observatorio Astronómico Ramón María Aller (en adelante OARMA) es el estudio de las estrellas dobles y múltiples desde diversas facetas. Este campo es de gran interés en astronomía, ya que con su órbita, y la paralaje (el satélite Hipparcos proporcionó valores de paralaje de unas 100.000 estrellas con una precisión 10 veces mayor que la que se disponía), es factible el cálculo de la masa total de la estrella doble. Además, es posible obtener las masas de las estrellas binarias por separado en el caso de que una binaria espectroscópica sea desdoblada visualmente mediante interferometría speckle, o también, en el caso de que una binaria sea espectroscópica y eclipsante a la vez. Estos valores de las masas son muy importantes para el estudio de la evolución estelar.
Con las campañas de fotometría y espectroscopía de binarias, se estudian además las propiedades físicas de las estrellas, en especial sus magnitudes, luminosidades y su tipo espectral.

Con la llegada de Vakhtang Tamazian al Observatorio en 1994, se iniciaron varias líneas de investigación más relacionadas con la Astrofísica. En concreto una consistente en el estudio de estrellas dobles y múltiples con componentes variables. El estudio de estos sistemas cobra mayor interés, cuando se trata de variables de las clases espectrales tardías (K, M), pertenecientes al denominado grupo de las variables eruptivas y particularmente las T Tau, UV Cet y RS CVn. Goza de amplio consenso el que estas estrellas representan las fases más tempranas de la evolución estelar, por lo que tiene gran importancia su estudio de cara a la resolución de problemas en el campo de la física estelar.
Es destacable que en los últimos años se hayan anunciado más de 200 órbitas de estrellas dobles y se postulase el primer descubrimiento de un exoplaneta mediante técnicas astrométricas (Docobo et al., 2008).

Describiremos ahora otras líneas de investigación que se están siguiendo en los últimos tiempos.
En Mecánica Celeste se está estudiando el tema de masa variable y pérdida de masa por radiación en sistemas estelares. Docobo introdujo este tema de investigación en las tesis de Prieto y Andrade. También destaca el tema del problema estelar de los tres cuerpos, al que se dedican J. A. Docobo y J. F. Ling. En los últimos años son Andrade y Docobo los que más cultivan las investigaciones en Mecánica Celeste, asistiendo anualmente a las Jornadas de Trabajo de esta especialidad.

Tamazian es introductor también del estudio en el Observatorio de galaxias activas, y grupos y cúmulos de galaxias. Se trata en concreto del estudio de las propiedades físicas y dinámicas de las galaxias activas con exceso ultravioleta (galaxias Kazarian) utilizando la distribución de hidrógeno en dichas galaxias. 45 galaxias fueron ya observadas con el radiotelescopio de 200 metros de Nançay (Francia). Los resultados

confirman que las galaxias Kazarian constituyen una clase intermedia entre las muy activas (cuásares y Seyfert) y las normales.

Docobo también trabaja en el estudio de bólidos, fundamentalmente de los observados desde Galicia, formando parte de la Red Española de Bólidos y Meteoritos.
La historia de la Astronomía ha comenzado a tratarse como nueva línea de investigación desde que el director del Observatorio dirigió el DEA sobre la historia del OARMA al autor de la presente Memoria.

*Tesis doctorales, tesinas y trabajos para la obtención del DEA:
En los últimos años, en el OARMA se han realizado varias tesis doctorales. Cuando se incorporó a Santiago, Docobo estaba dirigiendo la tesis a Alberto Abad en Zaragoza con el título *Estudio de Sistemas Estelares Múltiples* ante el tribunal formado por Rafael Cid Palacios (presidente), José Ángel Docobo Durantes (secretario), Manuel Calvo Pinilla (vocal), Miguel Sevilla de Lerma (vocal) y Manuel Palacios Latasa (vocal).

Los profesores José Ángel Docobo y Alberto Abad codirigieron, la tesis doctoral de Josefina Ling con el título *Aplicación del método estroboscópico al problema estelar de tres cuerpos* (Ling, 1989), leída el 3 de junio 1989. Los miembros del tribunal fueron: Rafael Cid Palacios (presidente), Paul Couteau (vocal), José M. Ferrándiz Leal (vocal), Antonio Elipe Sánchez (vocal) y Juan Manuel Viaño Rey (secretario).

Las tesis de Cristina Prieto y Manuel Andrade fueron también propuestas y dirigidas por Docobo, introduciendo así una nueva línea de investigación: Problemas astronómicos con masa variable. La primera con el título *Soluciones analíticas del problema de 2 cuerpos con masa lentamente decreciente*, (Prieto, 1995) fue leída el 30 de junio de 1995, estando el tribunal constituido por: Rafael Cid Palacios (Presidente), Manuel Rego Fernández, Alicia Cachafeiro López, Alfredo Bermúdez de Castro López-Varela y Alberto Abad Medina, mientras que la de Manuel Andrade con el título *O problema de gyldén-mescerskij em cenários perturbados. Métodos e aplicações* fue defendida el 2 de marzo de 2007 ante el tribunal formado por Antonio Elipe Sánchez (presidente), Peregrina Quintela Estévez (secretaria), Xavier Barcons Jáuregui (vocal), Luis Floría Gimeno (vocal) y Martín Lara Coira (vocal).

El profesor Docobo Durantes dirigió asimismo las tesinas de Josefina Ling (*Nuevos métodos para el cálculo y mejora de órbitas de estrellas dobles visuales*) y de María Teresa Costado (*Protocolo de manejo de la cámara speckle del Observatorio Astronómico Ramón María Aller*), así como los trabajos para la obtención del DEA de Manuel Andrade (*Estudio dinámico, astrométrico y físico de sistemas estelares duplos y múltiples*) y de Iván Fernández (*El Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago de Compostela tras el fallecimiento de Ramón María Aller. Vicisitudes, esfuerzos y logros científicos (1966-2005)*)

**Congresos científicos organizados*
La dirección del Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago ha promovido la organización de cuatro congresos científicos de alto nivel.

- IV Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica. (1983)

- Internacional Workshop Visual Double Stars: Formation, Dynamics and Evolutionary Tracks. (1996). Participado por las comisiones 7 y 26 de la IAU.

- IV Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía. (2000)

- VIII Jornadas de Trabajo en Mecánica Celeste. (2005)

Para 2009 está prevista la organización de las XII Jornadas de Trabajo de Mecánica Celeste.
Son de destacar los importantes contactos realizados en el Workshop de 1996, dentro del 500º Aniversario de la Universidade de Santiago de Compostela. En él, Docobo y Tamazian establecieron con Yuri Balega, director del SAO (Rusia) los primeros pasos del acuerdo de colaboración que dio lugar a la construcción de las cámaras de interferometría speckle en 1998 y 2008.
Los proceedings de esta reunión están recogidos en (Docobo, J.A., Elipe, A. & Mc Alister, H.A. Editors, 1997).

**Trabajos de oficio*
-Ocultaciones de estrellas por la Luna:
La importancia de estas observaciones es múltiple. Por una parte sirve para conocer con mayor exactitud la posición exacta de la Luna con el fin de estudiar el complicado movimiento orbital lunar debido a las perturbaciones producidas por la presencia del Sol, y por otra parte permite medir los diámetros de las estrellas a partir del tiempo que la Luna tarda en ocultarlas. También ha sido posible descubrir mediante esta técnica el carácter binario de varias estrellas y de la identificación de púlsares, cronometrando el cese de sus radioseñales en el transcurso de una ocultación lunar. El Observatorio se preocupó también de mejorar la precisión de estos registros, encargándosele al IAC un fotómetro ad hoc para este menester.

-Registros de manchas solares:
Prácticamente todos los días que nos visita el Sol se realizan observaciones de su superficie, con el recuento de manchas y fáculas para el cálculo del número de Wolf. Dicho número nos indica si la actividad en el campo electromagnético del Sol es alta o baja. En épocas de alta actividad se han visto auroras boreales desde el Observatorio, aunque este fenómeno es muy infrecuente en estas latitudes. Concretamente, se vio una el 13 de marzo de 1989 sobre las 22 horas de tiempo oficial, de color rojizo en dirección NW y a una altura de unos 30º. Existe un trabajo (*Publicaciones del Observatorio Astronómico Ramón María Aller, 2ª época, nº 56*) en el que se recogen los registros correspondientes al máximo de actividad 1989-1990. Desde 2001, se dispone de una serie continua en la que solo faltan un 15% de los días.

-Imágenes CCD de cometas y asteroides:
Ocasionalmente, con la cámara CCD ST6 acoplada al telescopio Celestron C-14 se hacen registros de asteroides y de cometas. Es destacable una imagen que consiguió hacer Carlos Álvarez del cometa Hale-Boop en 1996, varios meses antes de que dicho cometa fuera visible a simple vista.

**Sucesos relevantes investigados*
Son numerosos los sucesos que suscitaron el interés general a través de los medios y a los que el director del Observatorio les prestó especial atención con el fin de tratar de dar una respuesta científica a los mismos. Citaremos algunos de los más importantes.

-Objeto luminoso del 18-01-94 y suceso de Cando:
Se puede obtener más información sobre este suceso en el artículo *Investigation of a bright flying object over north west Spain, 1994 January 18,* publicado en el volumen 33 (Pág. 57-64) de la revista *Meteoritics & Planetary Science*.

-Objeto luminoso del 14-06-96:
Pueden verse más detalles, en el artículo *Video record (CD copy attached) of the Spain bolide of June 14, 1996: the atmosferic trajectory and orbit* publicado en el volumen 138 (Pág. 1-9) de la revista *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*.

-Hielo azul del Caurel:
Para más información se puede consultar el artículo *Investigación sobre un hielo azulado caído en Galicia en julio de 1996*, publicado en el nº 988 (Pág. 320-321) de la revista *Ibérica*.

-Caída de la tercera fase de un cohete Soyuz:
Se puede encontrar un detallado estudio de este suceso en la memoria de actividades del Observatorio Astronómico, correspondiente al trienio 1999-2001.

-Bólidos: En estos últimos años se han investigado varios bólidos, destacando el del 4-01-04 y el diurno del 1-03-05, así como el fenómeno luminoso del 1-06-04.

COLABORACION CON EL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
Actualmente se siguen recogiendo en el Observatorio los datos meteorológicos de la ciudad de Santiago de Compostela: temperatura, humedad, presión atmosférica, precipitaciones, velocidad y dirección del viento, horas de insolación y estado del cielo, tanto desde la garita meteorológica, como desde la estación automática. Estos datos, se tratan en el Observatorio con fines estadísticos, realizándose un resumen anual con los datos recogidos, y aparte, son enviados a la prensa y al Centro Meteorológico Zonal de Galicia (mensualmente en el caso de la los datos de la estación manual, y con acceso directo desde dicho centro vía módem en el caso de los datos de la estación automática). Los datos de los últimos años pueden ser consultados en la página web del Observatorio.

ACTIVIDADES DE DOCENCIA
Desde los años setenta se venía explicando una materia de Astronomía de carácter anual en Matemáticas.Posteriormente desde la entrada en vigor de las asignaturas cuatrimestrales, ésta se dividió en tres.

En la actualidad (plan de estudios del año 2000) se imparten las asignaturas de "Fundamentos de Astronomía", "Astronomía General" y "Mecánica Celeste" en la Facultad de Matemáticas, cuya docencia se reparten Docobo y Ling.

Desde octubre de 2003, Manuel Andrade en la Escuela Politécnica del campus de Lugo da las asignaturas de Astronomía de Posición y Geodesia en la diplomatura de Ingeniería Topográfica.

Asimismo, desde el curso 1997-1998, en el que se inició esta actividad en la USC, se explican una o dos asignaturas de Astronomía (dos en los cursos 00-01, 01-02 y desde el 04-05, y una en el resto) a los alumnos de IV ciclo, es decir, para personas mayores de 55 años (ahora 50 años).

ACTIVIDADES DE DIVULGACION

Es en las últimas décadas cuando la labor divulgativa entra como un aspecto más del nuevo carácter que se pretende que tenga la institución del Observatorio Astronómico Ramón María Aller, en parte debido al gran interés que la sociedad ha demostrado tener por la Astronomía.

Destacan las siguientes iniciativas: Programa de Extensión Cultural de Astronomía (iniciado en 1997 y con una participación de 400 alumnos cada curso dirigido a toda la comunidad universitaria), visitas de escolares y colectivos, jornadas de visitas guiadas, cursos y conferencias, actividades para niños, Semana de la Ciencia, talleres, astronomía itinerante, excursiones, atención a la prensa, etc.

Se ha promovido, asimismo, la reedición de todas las obras del fundador: *Introducción a la Astronomía* (ed. facsímil, 1983), *Las Publicaciones Científicas del Dr. D. Ramón María Aller* (1991), *Algoritmia* (ed. facsímil, 1993) y *Astronomía a simple vista* (2ª edición, 1998).

PROYECTO DE MONTE FARO

Para el futuro del Centro existe el proyecto de construcción de la estación de observación en Monte Faro. Veamos primero los antecedentes.

En el verano de 1991, la dirección del Observatorio se pone en contacto con la Consellería de Política Territorial, Obras Públicas e Vivenda de la Xunta de Galicia, para proponer la construcción de unas instalaciones astronómicas fuera de la ciudad de Santiago. Se pretendía instalar un telescopio de clase 2 metros para investigación, y dos más pequeños de 60 y 70 centímetros para divulgación.

La idea es aceptada y, aunque hubo que esperar un buen tiempo, el 30 de julio de 1996, la Universidade de Santiago y la Xunta firman el primer Convenio de Colaboración, en el que tiene por finalidad la elección de un lugar adecuado para la ubicación de las instalaciones astronómicas. Para ese trabajo se trajeron a especialistas como Víctor Costa Boronat (IAA), Sergei Novikov y Vasily Brouevitch (profesores de astroclimatología de la Universidad de Moscú); los dos primeros se dedicaron a buscar algunas cimas cercanas (no más lejos de 100 kilómetros de Santiago) que pudieran ser interesantes y que tuvieran una infraestructura de carreteras para que la obra fuese más económica, y el tercero realizó el trabajo de campo de medición de la calidad de la imagen.

Se investigaron finalmente tres cimas, la de Monte Carrio (de 830 metros de altitud situada entre Vila de Cruces y Lalín), Monte Faro (de 1177 metros entre Rodeiro y Chantada), y San Bieito de Candán (de 1014 metros situada entre Silleda, Lalín y

Forcarei), y se estudiaron varios parámetros para ver las condiciones de imagen como la temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, transparencia del cielo, composición química, iluminación, así como mediciones del seeing. Se hicieron en total 949 estimaciones de calidad de imagen, observándose condiciones de visibilidad dispares en las tres cimas durante las mismas noches, por lo que se solicitó al Centro Meteorológico Zonal de Galicia (CMZG), un estudio sobre la situación de la capa de inversión durante los días de observación.

El estudio del CMZG concluyó que con viento de NE (gran probabilidad de buen tiempo en Galicia) dicha capa se situaría de noche sobre los 1010 metros, dato que confirmaría los resultados obtenidos.

Las conclusiones de todo este trabajo se recogen en el libro *Estudio astroclimatolóxico para a instalación dunha estación de observación astronómica en Galicia* y en él se recomienda la cima de Monte Faro (1177 m.) como la más idónea, con un seeing óptimo de 0.6".

El 28 de julio de 1998, el entonces Conselleiro de Política Territorial, Xosé Cuíña Crespo, el Rector de la Universidade de Santiago, Darío Villanueva, y el director del Observatorio Astronómico Ramón María Aller, José Ángel Docobo, junto con otras autoridades, visitan el lugar escogido. En el mes de septiembre se le hace entrega al conselleiro de una Memoria en la que se incluía una descripción de motivos y las conclusiones del estudio astroclimatológico, una descripción del material científico necesario, y una breve descripción de la obra civil que se debería abordar.

El 11 de marzo de 1999, el Consello da Xunta de Galicia, a propuesta de la Universidade de Santiago de Compostela, aprobó la firma de un nuevo Convenio de Colaboración para el asesoramiento científico-técnico de la construcción del Observatorio Astronómico de Monte Faro. La Universidad designa al profesor Docobo delegado rectoral para este proyecto, cuyo acto oficial de la firma tuvo lugar el 7 de mayo de 1999 en la Consellería de Política Territorial, en la que además se le hace entrega al conselleiro del libro *Estudio científico-técnico para la construcción del Observatorio Astronómico de Monte Faro y sus instalaciones complementarias*. En este libro se sugiere la construcción de un planetario, no necesariamente en la cima (podría situarse en alguna localidad cercana como Rodeiro, Lalín, o Chantada), para que la gente disfrutara de la Astronomía en días de malas condiciones climatológicas. Además, este libro sirvió como documento base a partir del cual se elaboró el pliego de condiciones técnicas que permitió sacar a concurso público el proyecto.

El proyecto en sí consta de dos partes. La primera es la relativa a la obra civil, acometidas y urbanización, que fue realizada por la empresa adjudicataria IDOM, tras 38 sesiones de trabajo conjunto entre personal de dicha empresa y del equipo científico del Observatorio, constituido por los profesores J. A. Docobo, V. Tamazian, V. Costa Boronat y M. Babadzhaniants. Esos trabajos tuvieron lugar entre noviembre de 1999 y mayo de 2000. La segunda parte del proyecto, que engloba todo el material científico descrito en detalle, incluso el mobiliario, quedó plasmado en el libro *Memoria descriptiva de los telescopios y demás equipamiento científico del Observatorio Astronómico de Monte Faro*, que fue entregado en mayo de 2000.

Una vez sometido a información pública el proyecto sectorial del Observatorio de Monte Faro (DOG. 8-8-2000), con fecha de 15-12-2000, el Consello da Xunta aprobó definitivamente la incidencia supramunicipal del Observatorio de Monte Faro.

El 8 de mayo de 2001, la Xunta toma posesión de los terrenos, una superficie de unos 20000 metros cuadrados, que previamente habían sido sugeridos por el equipo científico.

Finalmente en 2002 se presenta un cuarto libro *Memoria descriptiva de la gestión y explotación científica de la estación de observación de Monte Faro y sus instalaciones complementarias*.

Tras unos reajustes en la Xunta de Galicia, el proyecto quedó paralizado.

EPÍLOGO

Fruto de todo lo aquí descrito, son las numerosas publicaciones del Observatorio en los últimos años, muchas de ellas en las principales revistas de Astronomía y que pueden ser consultadas en la página web del Centro: http://www.usc.es/astro.

Es también imprescindible hacer mención a la presencia del personal del Observatorio en la IAU.

Ramón María Aller había sido el primer español miembro de la Comisión 26 (estrellas dobles y múltiples).

En 1993, José Ángel Docobo recibió el encargo por parte de Paul Couteau de editar la Circular de Información de dicha Comisión, la cual tiene carácter cuarimestral. El director del Observatorio invitó a Josefina Ling a participar en esa misión.
La propia Ling fue elegida en 2000, miembro del Comité Organizador de la Comisión 26 por un período de seis años.

En las elecciones de 2006, la Comisión elige al profesor Docobo como vicepresidente de la misma, de modo que, según la normativa en vigor, Docobo ejercerá la presidencia de la Comisión de estrellas dobles y múltiples de la Unión Astronómica Internacional en el período 2009-2012.

BIBLIOGRAFÍA

ALLER, R. M. *Los Observatorios de Lalín y Santiago*. Publicaciones del Observatorio de Santiago. vol. I. 1944.

ALLER, R. M. *Observatorio astronómico de la Universidad de Santiago. Actividades-Programa-Proyectos*. Urania, nº 237. 1954. p. 69-86.

DOCOBO, J. A. *On the analytic calculation of visual double star orbits*. Celestial Mechanics. 1985, vol. 36, p. 143-153.

DOCOBO, J. A. *La obra científica de Aller Ulloa*. Editado en Santiago de Compostela por la Fundación Alfredo Brañas. 1991. 80 p. ISBN 84-404-9716-4.

DOCOBO, J. A. (Edición preparada). *Las publicaciones científicas del Dr. Ramón María Aller Ulloa*. Edita: Universidade de Santiago de Compostela. 1992, 712 p. ISBN 84-7191-861-7.

DOCOBO, J.A., ELIPE, A., MC ALISTER, H. A. Editors. *Proceedings of the International Workshop Visual Double Stars: Formation, Dynamics and Evolutionary Tracks*. Astrophysics and Space Science Library. Vol. 223. Kluwer Academy Publishers. 1997. 503 pp. ISSN: 0-7923-4793-5.

DOCOBO, J. A. *A actividade científica do Observatorio Astronómico Ramón María Aller*. Boletín das Ciencias. 2002, nº 49, p. 63-80.

DOCOBO, J. A. *Comunicación privada*. 2007.

DOCOBO, J. A.; TAMAZIAN, V. S.; BALEGA, Y. Y.; ANDRADE, M.; SCHERTL, D.; WEIGELT, G.; CAMPO, P.; PALACIOS, M. *A methodology for studying physical and dynamical properties of multiple stars. Application to the system of red dwarfs Gl 22*. Astronomy and Astrophysics, Volume 478, Issue 1, January IV 2008, pp.187-191.

FERNANDEZ, I. *El Observatorio Astronómico de la Universidade de Santiago de Compostela*. Editado por el Servizo de Publicacións e Intercambio Científico de la Universidade de Santiago de Compostela. 2006. ISBN 84-9750-649-9.

EL CENTRO COORDINADO DE MECÁNICA Y ASTRONOMÍA (HOY INSTITUTO DE ASTRONOMÍA Y GEODESIA)

SITUACIÓN ADEMINISTRATIVA
Existía en la Universidad Complutense de Madrid (antes denominada Central) el Seminario de Astronomía y Geodesia que había sido creado por José María Torroja a finales de los años cuarenta. La labor realizada en este Seminario se plasmó en la serie *Publicaciones del Seminario de Astronomía y Geodesia*.

El 30 de marzo de 1971 se firmó un convenio entre el CSIC y la Universidad Complutense de Madrid (UCM), en el que se creaba el Centro Coordinado de Mecánica y Astronomía. Este hecho coincide con la desaparición de facto de la UNACA (aunque este organismo teóricamente duró hasta 1978).

Tras la reestructuración que tuvo lugar en el CSIC a principios de los años ochenta este Centro pasó a denominarse Instituto de Astronomía y Geodesia (IAG) tras la firma del Acuerdo Marco entre el CSIC y la UCM el 29 de noviembre de 1982. Posteriormente se firmó el Acuerdo Específico casi un año después, el 26 de noviembre de 1983.

PERSONAL
En la actualidad (a finales de 2008) el Instituto cuenta con 13 investigadores del CSIC (Antonio Alcázar Sánchez, Alicia Arjona Almodóvar, José Arnoso Sampedro, Mayte Benavent Merchan, Julia Coloma Rodríguez, José Fernández Torres, Antonio González Camacho, Marta Jiménez Martín, Ana María Morcillo Peña, Lavinia Tunini, José Luís Valbuena Durán, Emilio Vélez Herranz, y Ricardo Vieira Díaz) y 12 miembros de la UCM adscritos a la Sección Departamental de Astronomía y Geodesia (María Charco Romero, Marta Folgueira López, Laura García Cañada, Ana Inés Gómez de Castro, Fuensanta González Montesinos, Pablo José González Méndez, Jesús Otero Juez, Gema Rodríguez Velasco, Pilar Romero Pérez, Miguel Sevilla de Lerma, Carmen de Toro y Llaca, y María Dolores Vilches Vilches).

LÍNEAS DE ACTUACIÓN
En la web del IAG se especifican las principales líneas de actuación del centro:

1. *Potenciar la investigación básica y aplicada en los campos de la Astronomía Fundamental y la Geodesia.*
2. *Colaborar en la formación de investigadores y profesores en Astronomía Fundamental, Geodesia y disciplinas afines, de acuerdo con las necesidades que en cada momento demande la sociedad.*
3. *Facilitar a los jóvenes que reúnan las condiciones necesarias, el acceso a la investigación científica; colaborar en la formación continuada de licenciados y técnicos y procurar la promoción científica de las personas que formen parte del Instituto.*
4. *Establecer y potenciar las relaciones con otros Organismos Nacionales, tanto públicos como privados, con el fin de lograr un óptimo aprovechamiento de los recursos humanos e instrumentales en las disciplinas de dedicación del IAG.*
5. *Establecer y potenciar las relaciones científicas a nivel internacional tanto con los Organismos Oficiales representativos de las Ciencias Astronómicas y*

Geodésicas como con aquellos Centros de Investigación con los que sea de interés establecer Convenios de colaboración.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Por su parte, las líneas de investigación que se siguen actualmente son: Deformaciones de la corteza. Geodesia espacial: GPS. Gravimetría y microgravimetría. Inversión gravimétrica. Determinación del geoide. Mareas terrestres y oceánicas. Geodesia de precisión, aplicaciones. Problemas de contorno de la geodesia física. Modelos matemáticos en geodesia y geodinámica. Desarrollos de software para geodesia y geodinámica. Mecánica celeste y relativista. Movimiento de satélites. Rotación de la tierra. Formación estelar.

En los últimos años, este Instituto dedica prácticamente todo su esfuerzo hacia la investigación geodésica.

Entre los logros recientes en el campo de la Astronomía podemos destacar la publicación en 2003 de *Actualización de cálculos astronómicos* de Miguel Sevilla. Esta obra consta de tres partes: en la primera se definen los nuevos Sistemas de Referencia celestes y terrestres internacionales (acordados en las Asambleas Generales de la IAU que transcurren entre 1991 y 2000) y los distintos Sistemas de Tiempo, en la segunda parte se trata el problema de la Rotación de la Tierra con las nuevas definiciones y técnicas para tratarlo, y en la tercera parte se describen distintos métodos de transformación de coordenadas. Además tiene tres apéndices con las Resoluciones de la Unión Astronómica Internacional y de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, un conjunto de tablas astronómicas de interés, y de varios ejemplos de algoritmos para la realización de distintos cálculos en programas de ordenador.

INSTALACIONES

Además de sus instalaciones en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid, cuenta con dos laboratorios, el Laboratorio de Gravimetría y Mareas y el Laboratorio de Geodinámica de Lanzarote. El primero está situado en el Valle de los Caídos, en las afueras de Madrid, en donde Patrimonio Nacional ha cedido un edificio (usado como laboratorio de gravedad absoluta) y dos sótanos (para investigación en mareas terrestres y geodinámica). El segundo se construyó mediante un Acuerdo entre el IAG y el Cabildo de Lanzarote, y cuenta con tres módulos de observación permanentes para investigaciones de geodinámica.

De sus instalaciones de la UCM se destaca su biblioteca y el Museo de Astronomía y Geodesia.

La biblioteca es pública y pertenece a la red de bibliotecas del CSIC. Aunque tiene libros de Astronomía, la mayoría de ellos son de temática geodésica.

En cuanto al Museo de Astronomía y Geodesia, está formado por unos 75 instrumentos astronómicos, geodésicos y topográficos de entre principios del siglo XIX hasta mediados del siglo XX. Si lo visitamos, podremos encontrar globos y planetarios, anteojos de pasos, un telescopio Gregory, anteojos astronómicos, un anteojo Talcott, un astrolabio de prisma, teodolitos geodésicos, un telescopio reflector ecuatorial, teodolitos topográficos, niveles, brújula, taquímetro, aparatos de gabinete, un barómetro, sextantes, un siderostato polar, un cronómetro y un cronógrafo, un regulador (péndulo) astronómico y cámaras para la observación de eclipses.

Muchos de estos instrumentos han sido utilizados en la segunda mitad del siglo XIX para la confección de la Red Geodésica Española de primer orden y para la confección del Mapa Topográfico de España.
La mayoría de estos aparatos se han construido en el extranjero (Francia, Alemania, Inglaterra y Suiza). Solamente se han construido en España, concretamente en los talleres de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Madrid, la cámara afocal y la cámara para contactos ideados por los profesores Torroja y Bongera. Ambas cámaras fueron diseñadas para determinar con precisión los contactos interiores en un eclipse de Sol. La primera fue utilizada en el eclipse de Sol de 1952 (en la Guinea Española), y la segunda en los eclipses de 1954 y 1959.

Vista del Museo de Astronomía y Geodesia.

BIBLIOGRAFÍA

http://www.iag.csic.es (Página web oficial del Instituto de Astronomía y Geodesia).

Museo de Astronomía y Geodesia [CD-ROM]. Colección Patrimonio Histórico-Artístico de la Universidad Complutense de Madrid (Volumen I). Elaborado por el Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la UCM. 1999.

EL CENTRO ASTRONÓMICO HISPANO-ALEMÁN (CAHA)

INICIOS

La creación de una estación de observación astronómica en Calar Alto (Sierra de los Filabres, Almería) se debió a una iniciativa alemana.

Aunque la idea de instalar potentes instrumentos de observación astronómica fuera de las fronteras germanas data de principios del siglo XX, el gran impulso se produjo en el año 1962 con la publicación *Denkschrift Zur Lage der Astronomie* (Sobre la Situación de la Astronomía), dentro de las memorias de la Sociedad de Investigación Alemana. En dicha publicación (cuyo autor principal fue Hans-Heinrich Voigt) se destacaba la necesidad de poseer un equipamiento de carácter supraregional, es decir, a disposición de toda la Astronomía de aquel país.

Inicialmente, debido a la estructura federalista alemana, el proyecto "no arrancaba". No sería hasta la primavera de 1964, en la que el presidente de la Sociedad Max Planck, Adolf Butenandt, y el que luego fue su sucesor, Reimar Lüst, se comprometieron a retomar el proyecto.

Para llevarlo a cabo, la Sociedad Max Planck decidió a finales de 1967 fundar el Instituto Max Planck de Astronomía en Königstuhl, cerca de Heidelberg. Este Instituto inició su andadura en 1969 en estrecho contacto con el Consejo de Observatorios de Alemania Occidental. La idea era disponer de una sede central que debería dedicarse al desarrollo de nuevos sistemas de medida y a la construcción de nuevos instrumentos auxiliares para los telescopios. También se deberían preparar allí los programas de observación, así como la realización del análisis de los datos obtenidos.

Para la realización de las observaciones astronómicas se pensó en situar dos estaciones, una en el hemisferio Norte y otro en el Sur. Para el hemisferio Norte los alemanes consideraron que la mejor ubicación era la cuenca mediterránea, y para el hemisferio Sur pensaron ubicar la estación en Gamsberg, una altiplanicie de 2.350 metros de altura situada junto al margen oeste del desierto de Kalahari en la antigua África Alemana del Suroeste (hoy Namibia).

En ambas estaciones de observación se contaría con un telescopio de clase 2 metros. Además el observatorio del hemisferio Norte contaría también con un telescopio de 1,2 metros (cuya construcción ya se había iniciado en 1967) y con el telescopio Schmidt del Observatorio de Hamburgo. Por otra parte, para la estación del hemisferio Sur estaba prevista asimismo la construcción de un instrumento con apertura entre 3 y 4 metros. Así estaba configurado el proyecto inicialmente, que una vez que ha transcurrido el tiempo se puede comprobar que ha sufrido algunas modificaciones.

Para la elección de un buen emplazamiento en el hemisferio Norte, Hans Elsässer (por entonces director del Max Planck Institute für Astronomie –MPIA-) encomendó a Kurt Birkle (astrónomo del MPIA en aquella época) la realización de medidas de seeing y de transparencia en varios lugares de Grecia y de España. La estancia de Birkle en la cima de Calar Alto coincidió con una época de buenas condiciones atmosféricas, por lo que recomendó esta ubicación a Elsässer. Para más información se puede consultar el

artículo *Seeing Measurements in Greece, Spain, South West Africa and Chile* (Astronomy and Astrophysics. 46, 397-406 (1976)).

Hans Elsässer dio el visto bueno y en seguida comenzaron las negociaciones entre los gobiernos alemán y español para el establecimiento y el funcionamiento del "Centro Astronómico Hispano-Alemán", firmándose un Convenio el 17 de julio de 1972 (publicado en el BOE de 19 de junio de 1973). Además, este Convenio se complementó con un Acuerdo entre la Comisión Nacional de Astronomía y la Sociedad Max Planck firmado también el 17 de julio de 1972 (publicado en el BOE de 1 de agosto de 1973). Tanto el Convenio entre estados como el Acuerdo entró en vigor el 21 de mayo de 1973.

Simplificando, la parte alemana ponía los edificios y demás equipamiento científico, así como el mantenimiento y funcionamiento del Centro, mientras que la parte española cedía el terreno del Observatorio y alrededores, la instalación de suministro eléctrico y de agua, así como la construcción de una carretera de acceso de 30 kilómetros. Como compensación a esta aportación, los astrónomos españoles recibieron el 10% del tiempo de observación en los cuatro telescopios alemanes.

De los astrónomos consultados para la realización del presente trabajo, hay una parte que piensa que el 10% fue un mal acuerdo (sobre todo porque algunos años más tarde para los observatorios de Canarias se consiguió un 20%), que los negociadores no eran muy hábiles en esos menesteres y que se podía conseguir más tiempo. Pero en el año 1972, y así lo piensa otro buen número de astrónomos, la situación de la Astronomía española era bastante precaria por lo que no se puede considerar un mal acuerdo dicho 10%.

Se creó un Consejo de Administración paritario y las figuras del director (que recayó inicialmente en Birkle) y del codirector (elegido por la parte española pero pagado por los alemanes). El primer codirector fue José Félix Lahulla Forniés, quién hacía poco se había incorporado al OAN. Según comenta el propio Lahulla, el trabajo del codirector consistía en enterarse de los problemas de infraestructura, ya que en la parte científica los alemanes no dejaban hacer nada, lo único, exigir que se cumpliera el 10% del tiempo al que se tenía derecho. En cuanto al tema meramente científico, había un Comité dentro de la Max Planck, del que formó parte Mariano Moles durante un largo tiempo, y que se encargaba de fijar las líneas estratégicas a seguir. También había un Comité de Asignación de Tiempo de Observación (TAC), que se encargaba de seleccionar las propuestas científicas más interesantes. Para las propuestas españolas, después de un tira y afloja con los alemanes, se creó un comité español de Tiempos, sin embargo, finalmente intervenía el TAC, y a veces sucedía que la primera propuesta en el comité español era para el Comité "oficial" la cuarta o la quinta opción, lo que produjo problemas entre distintos grupos de investigación españoles.

José Félix Lahulla (primer codirector del CAHA) y Kurt Birkle (primer director del CAHA) ante el telescopio 1,23 en el año 1973. Cortesía de José Félix Lahulla.

Los trabajos de construcción del Centro Astronómico Hispano-Alemán (CAHA) comenzaron en el verano de 1973. En julio de 1975 entró en fase de comissioning el primer telescopio, el de 1,2 metros, que fue financiado por la Asociación Alemana de Investigación.

En otoño de 1978 entró en la fase de comissioning el telescopio español de 1,52 metros del OAN, que está en el recinto del CAHA pero no pertenece al mismo.

En el verano de 1979, entró en la fase de comissioning el telescopio de 2,2 metros. El 28 de septiembre del mismo año, el Rey de España, Juan Carlos I, inauguró las instalaciones en presencia de diversas personalidades.

En el verano de 1980 entró en la fase de comissioning el telescopio Schmidt y en verano de 1984 lo haría el telescopio de 3,5 metros que inicialmente estaba previsto instalar en el hemisferio Sur.

El telescopio de 3,5 metros no se instaló en Namibia ya que en marzo de 1971, el ministro alemán de Investigación Federal, Hans Leussing, expresó sus dudas sobre la idoneidad de la sede ateniéndose a la Resolución 283 de la Organización de Naciones Unidas (ONU), que exigía a los países miembros que se abstuvieran de cualquier iniciativa o inversión que pudiera favorecer y apoyar al gobierno sudafricano en África

Sudoccidental. También influyó en la decisión de instalarlo finalmente en Calar Alto (hemisferio Norte), el hecho de que en las discusiones del Consejo Científico del Instituto Max Planck se pusiera sobre la mesa el dato de la mayor presencia de grandes telescopios en el hemisferio Sur, y del aumento de la polución luminosa en otros lugares del hemisferio Norte (como la zona oeste de los Estados Unidos). El otro telescopio que estaba previsto instalar en la actual Namibia, el de 2,2 metros, se cedió al ESO, entrando en funcionamiento en 1984.

CARACTERÍSTICAS DE LOS TELESCOPIOS DEL CAHA.
Telescopio Schmidt: Es un instrumento especial para fotografía de grandes áreas de cielo. Se obtienen grandes campos de 5,5 x 5,5 grados cuadrados que se fotografían sobre placas de 24 x 24 cm^2. Este telescopio de 80 centímetros de apertura fue instalado en 1980 en Calar Alto, aunque su uso por parte del Observatorio de Hamburgo se remonta a 1955 (evidentemente, hubo que transformar la montura debido al cambio de latitud geográfica). Actualmente está en desuso a pesar del interés de diferentes grupos españoles y extranjeros para recuperarlo científicamente.

Telescopio de 1,23 metros: Tiene una disposición óptica de tipo Ritchey-Chretien, al igual que el resto de telescopios. Su espejo principal no está construido de Zerodur a diferencia de los telescopios de 2,2 y 3,5 metros. Tiene dos focos, uno Cassegrain y un segundo de tipo Nasmyth, se encuentra situado a un lado del tubo del telescopio. En la actualidad no está disponible para la comunidad astronómica.

Telescopio de 2,2 metros: Tiene también un sistema óptico Ritchey-Chretien. Tiene dos focos, el Cassegrain, con una distancia focal de 17 metros, y el segundo, el Coudé, con una distancia focal de 88 metros. Este foco se caracteriza por ser fijo, es decir, es independiente de la posición de observación del telescopio, y es preciso cambiar el espejo secundario a causa de la diferente distancia focal del Coudé.
Los instrumentos disponibles para este instrumento son:

- BUSCA (Bonn University Simultaneous CAmera): un sistema CCD que permite la visión simultánea de la misma parte del cielo en 4 colores.
- CAFOS (Calar Alto Saint Object Spectrograph): un reductor de focal diseñado para trabajar con un detector CCD en el foco Ritchey-Chretien (RC).
- FOCES (Fibre Optics Cassegrain Échelle Spectrograph): instrumento que obtiene espectros de alta resolución (entre 3.600 y 9.400 angstroms).
- MAGIC (MPI für Astronomie General-Purpose Infrared Camera): cámara para el infrarrojo.
- ASTRALUX: Cámara que usa la técnica de “Lucky Imaging”.

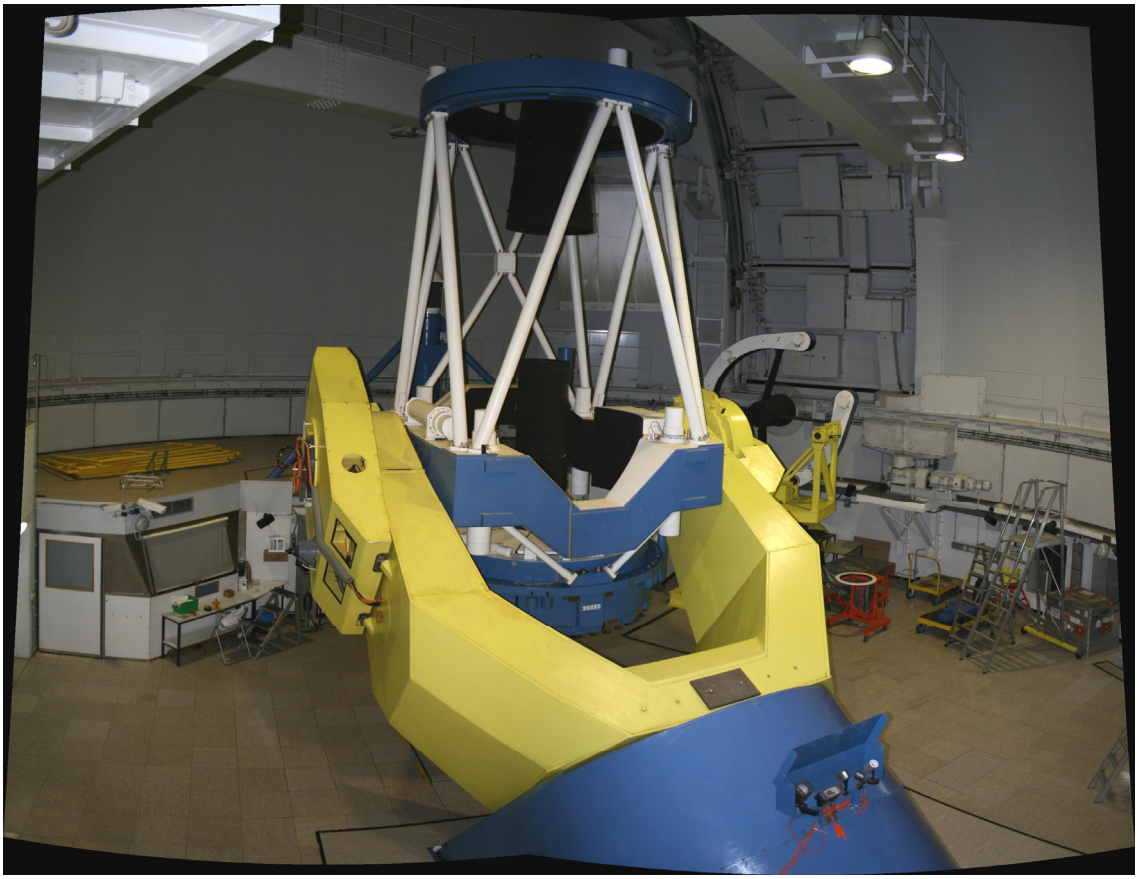


Imagen del telescopio de 2,2 metros. Cortesía del CAHA

Telescopio de 3,5 metros: Es el mayor de los existentes en Calar Alto (el peso de las partes móviles alcanza las 230 toneladas). Posee tres focos, uno Cassegrain, uno Coudé, y un foco primario de 14 metros de distancia focal situado en el extremo superior del tubo, frente al espejo primario.
Los instrumentos disponibles para este instrumento son:

- ALFA (Adaptative Optics with a Laser For Astronomy System): es un sistema que mejora drásticamente la resolución de la imagen en la banda del infrarrojo cercano.
- LAICA (Large Area Imagen for Calar Alto): es un sistema de 4 cámaras CCD con 8.192 x8 .192 píxels (4.096 x 4.096 cada una).
- MOSCA (Multi Object Spectroscopy Calar Alto): es un reductor de focal diseñado para trabajar con un detector CCD en el foco RC.
- OMEGA 2000: detector para el infrarojo cercano que se coloca en el foco primario.
- OMEGA CASS: detector para el infrarrojo que se utiliza en el foco Cassegrain.
- PMAS (Postdam MultiAperture Spectrophotometer): es un espectrofotómetro destinado a cubrir la banda de longitud de onda de 0.35 - 1 μm.
- TWIN: un espectrógrafo diseñado para las observaciones espectroscópicas de las fuentes puntuales o de objetos extendidos de resolución espectral intermedia.

Imagen del telescopio de 3,5 metros. Cortesía del CAHA

En la página web del CAHA se puede obtener una descripción detallada de cada instrumento y de un manual de usuario.

La petición de tiempo de observación por la comunidad astronómica para los dos telescopios disponibles (el 2,2 metros y el 3,5 metros) se realiza a través de la página de internet del CAHA (http://www.caha.es).

ACTIVIDAD CIENTÍFICA EN EL CAHA.
Pero el CAHA, además de actuar como Observatorio que pone sus telescopios e instrumentación al servicio de la comunidad astronómica, actúa como instituto de investigación con su personal propio.
La actividad científica en el CAHA se puede dividir en dos grandes áreas: el desarrollo instrumental y el desarrollo del programa científico.

*Desarrollo instrumental: En Heidelberg existen talleres mecánicos y electrónicos, varios laboratorios y el grupo de sistemas (responsable de los ordenadores). En ellos se construyen cada vez mejores detectores a instalar en los telescopios, además de dispositivos para el control remoto de éstos.
Ya desde los comienzos del CAHA se ha trabajado mucho en detectores en el infrarrojo (IR). Esto es debido a que hay cuerpos celestes de bajas temperaturas (T<3000º K) que emiten predominantemente o exclusivamente en esa banda, y también que ciertas regiones (como el centro de nuestra galaxia) que son prácticamente inobservables en el visible, sí lo son en el IR, porque el polvo interestelar atenúa en menor grado la radiación en el IR que en el visible.

*Programas de investigación: Se concentran en dos temas fundamentales, la Astronomía Galáctica y la Astronomía Extragaláctica.

La Astronomía Galáctica, que se ocupa de las regiones circundantes del Sol dentro de la Galaxia, formula en primer término cuestiones relativas a las estrellas y su entorno: origen y evolución de las estrellas, así como de aquellos fenómenos que aparecen al final de la vida estelar.

En Astronomía Extragaláctica se estudian las "galaxias activas", es decir, aquellas galaxias en cuyo centro ocurren temporalmente fenómenos energéticos muy activos y cuya naturaleza en sus rasgos esenciales todavía es desconocida. En relación con estos fenómenos están los famosos cuásares, que en la actualidad concebimos como una forma de actividad extrema de las galaxias más lejanas.

Inicialmente también hubo una línea de investigación sobre el medio interplanetario, ya que el estudio de la materia difusa repartida por el Sistema Solar entre los planetas proporciona importantes puntos básicos sobre nuestra concepción de la formación y evolución de nuestro sistema planetario. La sonda solar HELIOS y el globo THISBE han contribuido mucho en este terreno.

Vista aérea de Calar Alto. Cortesía del CAHA

CAMBIO DE STATUS

El 12 de noviembre de 2004 se firmó un nuevo Acuerdo sobre el status del CAHA. Desde entonces este Centro ha pasado a tener una gestión compartida al 50% entre la Sociedad Max Planck (a través del Instituto Max Planck de Astronomía) y el CSIC (a través del Instituto de Astrofísica de Andalucía).

Este nuevo acuerdo es una consecuencia lógica del interés de la parte alemana de invertir menos en Calar Alto en beneficio de otros proyectos en los que está inmersa y del interés histórico del IAA en la gestión de esta instalación.

PERSONAL CIENTÍFICO ACTUAL DEL CAHA

El personal científico del CAHA (a finales de 2008) está formado por: Joao Alves (director), Ulli Thiele, Santos Pedraz, Sebastián Sánchez, Jesús Aceituno, Alberto Aguirre, Manuel Alises, Gilles Bergond, David Galadí, Ana Guijarro, Felipe Hoyo, Luzma Montoya y Carlos Román.

BIBLIOGRAFÍA

BIRKLE, K.; ELSÄSSER, H.; NECKEL, Th, SCHNUR, G. AND SCHWARZE, B. *Seeing Measurements in Greece, Spain, South West Africa, and Chile*. Astronomy and Astrophysics, 46, p. 397-406 (1976).

http://www.caha.es (Página web oficial del Centro Astronómico Hispano-Alemán)

LAHULLA, J. F. *Comunicación privada*. 2006.

STAUDE, J. *Max Planck Institute für Astronomie, Berichte und Mitteilungen der Max Planck Gesellschaff 3/86*. Redactado por Ulrike Emrich y Robert Gerwin y traducido al español por Teodoro Vives, Magdalena Hernández, Guido Münch y Eduardo Padial.

EL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA (IAA)

ANTECEDENTES

Tal como ya se mencionó, los antecedentes del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) hay que buscarlos en el Observatorio de Cartuja, en la ciudad de Granada. Recordemos en este punto que Teodoro Vives tuvo el gran mérito de instalar un observatorio de altura y de conseguir dos convenios de cooperación, uno con el Real Observatorio de Greenwich (RGO), y otro con el Instituto Max Planck de Aeronomía de Lindau, tal como ya se comentó anteriormente en el apartado dedicado a los primeros años del Observatorio de Cartuja.

Entre los astrónomos que se formaron gracias al acuerdo con los ingleses hay que citar al jesuita Manuel Merlo Vallejo, a Ángel Rolland (que estuvo año y medio en el RGO formándose con Norman Walker) y a José María Quintana, físico y profesor en la Universidad Complutense de Madrid, concretamente de la sección de Óptica del Departamento de Física Cuántica, que dirigía Armando Durán. La otra sección del Departamento, la de Física Nuclear, la dirigía el profesor Sánchez del Río.

Quintana llegó a Granada (en 1968) gracias a una beca del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ya que el Observatorio de Cartuja era un Centro del Patronato "Alfonso X el Sabio".

Cabe destacar además, que el Observatorio de Greenwich, entre otras cosas, dotó al reflector de un nuevo fotómetro y sufragó los costes para que llegara un cable de energía eléctrica por conducción subterránea desde el albergue hasta la estación de observación. Recuerda José María Quintana que anteriormente la energía eléctrica era proporcionada por el motor de una motocicleta.

Merlo, Quintana y Rolland en Sierra Nevada en 1968. Cortesía de J. M. Quintana

Vista del Observatorio de Mohón del Trigo. Cortesía del CSIC.

Quintana vino a Granada, animado por el profesor Torroja, al que conocía porque colaboraba en la estación de seguimiento de los satélites ECHO (I y II) que se había situado en la terraza de Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense, siendo el responsable del mantenimiento de dicha estación el profesor Torroja.
En cuanto al otro convenio, el Instituto Max Planck de Aeronomía, contrató a Eduardo Battaner (también procedente de la Universidad Complutense) para realizar trabajos de luminiscencia nocturna, dando lugar también a numerosos trabajos científicos.
Paralelamente, Quintana, Rolland y Battaner entran en la Universidad de Granada (no había físicos por aquel entonces). Rolland entró con una ayudantía en Mecánica y Quintana con una ayudantía en Electricidad y Magnetismo.

En 1971, se estableció un convenio entre la Compañía de Jesús y la Universidad de Granada. Entre otras cosas, la primera cedería el uso del Observatorio de Cartuja a la segunda, pasándose a denominar Observatorio Universitario de Cartuja. La Universidad pasaba a nombrar al director, acordándose que éste fuera el decano de la Facultad de Ciencias, que por aquel entonces era el profesor Fidel Jorge López Aparicio. Éste nombró a Quintana como Secretario General y tres jefes de sección: Gerardo Pardo (especialista en termodinámica), Luis Esteban Carrasco y Rafael Infante, de Astronomía, Sismología y Meteorología respectivamente. Se da la circunstancia de que Gerardo Pardo era el jefe de Quintana en el Departamento, y que Quintana era jefe de Gerardo Pardo en el Observatorio, lo que provocó bastantes roces entre ellos.

Quintana, que estaba en su segundo año de beca, pasaría a utilizar las instalaciones de Cartuja como profesor de la universidad granadina, y animó a que otros compañeros en la Universidad colaborasen y se involucrasen en el Observatorio.

Entre estos compañeros podemos destacar a Pilar López de Coca, Mercedes Prieto Muñoz (que posteriormente pasaría al Instituto de Astrofísica de Canarias), Miguel Giménez Yanguas, Víctor Costa Boronat y a Rafael Garrido Haba. Este grupo comenzó (poco antes de la creación del IAA) a subir al Observatorio de Mohón del Trigo (OMT) para realizar trabajos de fotometría. Los resultados de estos primeros trabajos se pueden consultar en las actas de la I Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica que se celebró en Tenerife en 1975.

Víctor Costa (que comenzó sus estudios universitarios de Matemáticas en la Universidade de Santiago de Compostela) se trasladó a la Universidad de Sevilla para estudiar Físicas ya que en Galicia no se impartía esta sección en la Facultad de Ciencias. Después de obtener la licenciatura se fue a Granada a realizar la tesis doctoral en Microbiología y posteriormente sería nombrado profesor ayudante de la misma especialidad. Recuerda Víctor Costa que una vez que conoció las actividades que se estaban realizando en Sierra Nevada no dudó en apuntarse a colaborar a pesar de todas las dificultades.

Rafael Garrido recuerda que por aquel entonces se prestaba especial importancia a la observación de la binaria Cyg X-1, candidata a agujero negro.
También, rememora Quintana, que el fotómetro del Mailhat no funcionaba bien y consiguió la construcción de otro mejor por parte de los compañeros del Departamento de Electrónica.

Durante esos años, a principios de los setenta, el CSIC, al ver el crecimiento que estaba adquiriendo la Astrofísica, y que las principales instituciones europeas en este campo, acreditadas las excelentes condiciones de nuestro cielo, estaban entablando negociaciones para instalar sus instrumentos más importantes en nuestro país, decide que es el momento de potenciar esta especialidad, convencidos por Francisco Sánchez por un lado, y por José María Quintana por otro.

El Consejo, viendo los trabajos científicos que estaban realizando los grupos de Granada y Canarias, y que distintas instituciones querían establecer su instrumentación en Calar Alto y en las Islas Canarias, decide crear los Institutos de Astrofísica de Andalucía y Canarias al mismo tiempo. El primero empezó a funcionar un poco antes, en julio de 1975, y el de Canarias en septiembre del mismo año.

PRIMEROS AÑOS DEL INSTITUTO

Los primeros pasos del recién creado Instituto de Astrofísica de Andalucía (parece ser que su primera denominación fue Instituto de Investigaciones Astrofísicas de Andalucía) fueron difíciles, en parte porque la Universidad de Granada no se implicó directamente en el proyecto del Instituto (algo que no sucedió en Canarias ya que allí el Instituto de Astrofísica de Canarias siempre contó con el respaldo de la Universidad de la Laguna desde sus comienzos), y en parte también por la escasez de medios humanos y materiales, incluidos los económicos. Recuerda Víctor Costa que *fue un momento muy duro, porque al no implicarse la Universidad había que elegir si seguir en la Universidad o si apuntarse al nuevo proyecto de Instituto. Además era una época*

complicada por la crisis del petróleo y no teníamos estabilidad, trabajábamos con contratos de servicio, con numerosas altas y bajas en el paro.

Hay que destacar que cuando se creó el IAA su personal se reducía a tres personas: José María Quintana, Ángel Rolland y Manuel Merlo. Rafael Garrido obtendría la primera beca en enero de 1976.

En el mes de febrero de 1976, el Instituto de Astrofísica de Andalucía dispone de su primera sede en el histórico edificio del Palacio de Madraza, una ubicación que por aquel entonces tenía muchas deficiencias. Recuerda Quintana que el edificio no tenía luz y que los primeros muebles que se compraron con la escasa subvención del Consejo fueron restos de la Facultad de Teología de la Compañía de Jesús.

Como el Instituto aún no tenía medios de observación, se llegó a un acuerdo entre el CSIC y la Universidad de Granada (UGR), para que los miembros del IAA pudieran utilizar los instrumentos del Observatorio Universitario de Cartuja (en concreto los medios del Observatorio de Mohón del Trigo), por lo que los miembros del IAA se desplazaban a Sierra Nevada para realizar trabajos sobre lo que mejor conocían, la fotometría de estrellas variables. El OMT estuvo en funcionamiento hasta 1980, debido a la rotura de un cable de tensión eléctrica.

Es también en este edificio, en el Palacio de la Madraza, donde el personal del IAA inició una línea de trabajo que le daría mucho prestigio y permitió crecer a la institución, el desarrollo de instrumentación, que, dada la experiencia que Eduardo Battaner había conseguido en sus trabajos sobre Aeronomía con los alemanes, pretendía trabajar en proyectos espaciales. En concreto, la construcción de cargas útiles y cohetes de sondeo, para medir las emisiones nocturnas luminiscentes en diversas bandas espectrales de la atmósfera (producidas por el oxígeno atómico, el oxígeno molecular y el radical hidroxilo). Recuerda Quintana que en una dependencia del edificio montamos un laboratorio de electrónica y fabricamos el primer cohete que lanzamos (el FOCCA I). La primera denominación de este grupo fue Grupo de Atmósferas Planetarias (hoy Departamento de Sistema Solar) y se dedicó al análisis de la información proporcionada por instrumentación científica (diseñada y construida por el Grupo de Instrumentación y Cálculo –hoy Unidad de Desarrollo Instrumental y Tecnología-) a bordo de cohetes de sondeo atmosférico que alcanzaban los 150 kilómetros de altura. Esto fue posible gracias a la colaboración con otras instituciones y al patrocinio de la CONIE.

El Grupo de Extragaláctico (hoy Departamento de Astronomía Extragaláctica) se creó en 1983 y en 1991 se creó la Unidad Estructural de Investigación en Radioastronomía (hoy Departamento de Radioastronomía y Estructura Galáctica), aunque las primeras actividades en Radioastronomía en el IAA se remontan a 1985.

MEDIOS MATERIALES DEL IAA

El Instituto se mantuvo en el mismo lugar hasta 1978, año en el que se traslada a uno de los edificios de la Estación Experimental del Zaidín (propiedad del CSIC), hasta el año 1986 en el que se inaugura su sede actual, que el CSIC construyó en unos terrenos propios cercanos a la carretera de salida hacia Sierra Nevada. Dicha construcción, pese a que ha sufrido ampliaciones y reformas, se ha quedado pequeña (estaba pensada para unas 70 u 80 personas, y hoy hay unas 130 personas trabajando).

El primer director del recién creado Instituto de Astrofísica de Andalucía, José María Quintana, hizo gestiones para la construcción de unas instalaciones propias y adecuadas para observación, ya que el OMT no era propiedad del Consejo. Gracias a los esfuerzos de Quintana se firmaron dos acuerdos importantes, uno entre el Science and Engeeneing Research Council (SERC) inglés y el CSIC, materializado en un convenio entre el RGO y el IAA para ubicar y utilizar un telescopio de 75 centímetros en Sierra Nevada, y otro entre el Centre National pour la Recherche Scientifique (CNRS) francés y el CSIC, en virtud del cual el Observatorio de Niza cedió un telescopio de 60 centímetros, una cúpula de 5 metros de diámetro y un fotómetro fotoeléctrico para su uso conjunto en Sierra Nevada. También se iniciaron contactos con el Observatorio de la Universidad de Copenhague para la construcción de un espectrofotómetro fotoeléctrico.
El lugar de emplazamiento que se eligió para el Observatorio de Sierra Nevada (OSN) fue la Loma de Dílar, a 2.850 metros de altitud, terminándose su construcción en 1981.

El telescopio británico, denominado Steavenson en honor a su primer propietario, era un reflector Cassegrain, que fue modificado en los talleres del RGO. Dichas modificaciones consistieron en la instalación de un espejo terciario plano, basculante, para obtener un segundo foco, y de la colocación de sendas bases de instrumentos en el tubo. Además la montura original fue adaptada a la nueva latitud y la horquilla fue prolongada para aceptar el paso de instrumentos mayores. Para este telescopio se adquirió un fotómetro fotoeléctrico de propósito general, que fue totalmente motorizado y automatizado en el IAA. También se le dotó de un contador de fotones y un sistema de adquisición de datos, diseñado y construido en el IAA. Además, para el segundo foco, se adquirió un fotómetro Strömgen, que fue construido en el Observatorio de la Universidad de Copenhague en colaboración con el IAA.

El telescopio francés era un reflector Cassegrain y vino dotado de un fotómetro fotoeléctrico de integración, con sistema de adquisición de datos analógico y registro gráfico.
Se puede ver una descripción más detallada de estos telescopios y de su instrumentación asociada en la Memoria XX Aniversario del IAA (1995).

El acuerdo entre las instituciones duró hasta 1989. Durante los 8 años que duró el funcionamiento de ambos telescopios, el IAA trabajó en la automatización del telescopio Steavenson, por lo que la puesta a punto y el mantenimiento fue recayendo cada vez más en la institución española. En cuanto al telescopio francés, el mantenimiento recaía en el equipo de Niza, aunque el IAA instaló en él un sistema de adquisición de datos automático legible directamente en formato digital por un ordenador.

El aprovechamiento de los instrumentos ha sido satisfactorio para todas las partes, y tras finalizar los convenios el telescopio de 60 centímetros fue devuelto a Francia, y el de 75 centímetros fue cedido al IAA. Como las prestaciones de este telescopio estaban al límite y además el instrumento sufre un error cíclico en el seguimiento sidéreo, el IAA decidió cederlo al Ayuntamiento de Granada para su instalación en el Parque de las Ciencias y darle un uso divulgativo. La cesión se materializó en 1995 aunque el convenio para la misma se firmó en noviembre de 1993.

Imagen del Observatorio de Sierra Nevada. Cortesía del CSIC

Unos años antes de terminar los acuerdos (en 1986) se comenzó a trabajar para conseguir que el Observatorio dispusiera de instrumentación propia. Después de varios contactos con empresas constructoras de telescopios, se firmó un convenio de colaboración entre el CSIC y la Academia China de las Ciencias, y a su vez se firmó un acuerdo entre el IAA y la Nanjing Astronomical Instruments Factory (NAIF) en 1987, por el que se construirían dos telescopios de 0,9 y 1,5 metros y sus consolas de control. Comenzó la construcción de los telescopios en junio de 1988 y se terminó en mayo de 1991, llegando ambos instrumentos a Sierra Nevada en agosto de 1991. La instalación duró desde septiembre a noviembre de ese año, y las pruebas de ajuste se prolongaron hasta octubre de 1992. En noviembre de ese año el Claustro Científico del IAA consideró los trabajos satisfactorios y se firmó la recepción de ambos instrumentos, inaugurándose las nuevas instalaciones el 7 de octubre de 1993, con presencia del Ministro de Educación y Ciencia Gustavo Suárez Pertierra.
Además, desde 2004 el IAA es responsable de la operación del 50% del Centro Astronómico Hispano-Alemán de Calar Alto.

PERSONAL DEL IAA
Como ya se ha comentado, los inicios del IAA fueron complicados, y una de sus causas fue el poco personal con el que contó inicialmente, personal en su mayoría contratado. Pero año tras año, se ha ido realizando una buena labor y el IAA ha ido creciendo tanto en número y calidad de sus trabajos como por el número de personas que lo integran. En la página web del IAA (http://www.iaa.es/) aparece el siguiente cuadro resumen con personal y publicaciones:

Año	PC	BP	PI	Otras	Proc.	CI	L	PN	CN	TD
1975-82	-	-	24	9	19	6	2	-	34	12
1983	4	4	9	1	3	-	-	2	6	-
1984	4	4	9	2	3	1	1	1	13	-
1985	5	3	15	-	5	1	1	-	1	1
1986	10	1	19	-	2	7	-	3	-	1
1987	15	1	33	2	3	2	-	7	4	1
1988	14	2	21	3	6	14	1	-	2	4
1989	13	5	23	2	2	24	1	1	-	1
1990	17	3	25	7	31	11	-	1	25	2
1991	16	6	28	4	15	35	-	-	-	5
1992	18	4	38	4	10	38	-	1	2	-
1993	21	2	39	8	18	37	-	2	-	4
1994	21	6	35	2	24	38	-	-	2	4
1995	22	3	36	4	17	47	2	1	5	1
1996	22	6	46	5	12	38		2		3
1997	23	7	61	10	8	31	1	4	1	4
1998	26	8	63	5	31	42	1	1	2	4
1999	28	7	91	15	35	85	2	15	2	3
2000	30	10	98	45	68	127		1		4
2001	30	13	116	24	43	135	4			2
2002	31	13	92	50	68	149	2	4	4	2
2003	34	19	108	38	94	167	2	3	4	2

PC: Personal científico; BP: Becarios postdoctorales (desde 1995 indica Contratos de investigadores); PI: Publicaciones internacionales en SCI; Otras: Publicaciones internacionales no en SCI; Proc: Publicaciones en Proceedings internacionales; CI: Comunicaciones internacionales; L: Libros o monografías; PN: Publicaciones nacionales; CN: Comunicaciones nacionales; TD: Tesis doctorales.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DEL IAA

En este apartado debemos considerar dos aspectos, uno el que se refiere al desarrollo de instrumentos y otro referente a la propia investigación científica.

*Desarrollo instrumental:

Tal como comentamos, desde sus orígenes, el IAA participó en actividades de desarrollo instrumental. Su primer éxito (conjuntamente con el IAC) fue el diseño y construcción de dos cargas útiles para cohetes de sondeo, consistente en dos fotómetros de cuatro canales (λ=1.27, 1.58, 1.65 y 1.75 μm) denominadas FOCCA I y II, para el estudio de la luminiscencia nocturna de la alta atmósfera (nightglow). Estas cargas fueron lanzadas desde las instalaciones del INTA en El Arenosillo (Huelva) en los años 1981 y 1983. Este trabajo fue posible gracias a una importante subvención de la CONIE. Como resultado de este trabajo se descubrió una capa de emisión de las bandas de OH a unos 100 km. lo que provocó una revisión de los modelos fotoquímicos que se habían barajado como responsables de dicha emisión.

Posteriormente se diseñó una tercera carga útil denominada FOCCA-S, y se construyeron dos fotómetros para la medida de emisiones infrarrojas del oxígeno, que

junto con otros diez fotómetros de la Queen´s University de Belfast, formaron parte de dos cargas útiles que cubrían todo el rango espectral del ultravioleta al infrarrojo cercano para la medida del nightglow. La primera carga fue lanzada en octubre de 1993, y la segunda en abril de 1994, ambos a bordo del cohete español INTA 300B.

El siguiente paso natural era trabajar en el desarrollo de instrumentación espacial para el estudio de atmósferas de otros planetas en colaboración con otros países y agencias espaciales. Así, por ejemplo, el IAA ha participado en el Planetary Fourier Spectrometer (PFS), que inicialmente formaba parte de la misión MARS-94, satélite ruso a Marte. La misión MARS-94 fue cancelada y posteriormente se retomó (con la denominación MARS-96) aunque finalmente el lanzamiento resultó fallido al caer al Océano Pacífico. Posteriormente, este instrumento pudo formar parte de la misión Mars Express donde está produciendo datos. Otra versión del PFS se envió a bordo de la misión Venus Express, sin embargo, un problema técnico lo ha dejado como inoperativo. También el IAA ha participado en el Permitivity Wave Analizar (PWA), experimento del Huygens Atmospheric Structure Instrument (HASI) de la misión Cassini/Huygens. Este instrumento se dedica a la detección de descargas eléctricas, electricidad atmosférica, conductividad de los electrones y del suelo, conductividad electrón-ión y fenómenos acústicos naturales.

Recientemente, el IAA ha realizado instrumentación para la misión ROSETTA y actualmente se está trabajando en el desarrollo del primer altímetro láser únicamente europeo que formará parte de la misión Bepi-Colombo a Mercurio.

Mención aparte merece el mantenimiento y desarrollo de telescopios. Así, en el período 1982-1988 se automatizó el telescopio Steavenson. Durante el período 1989-1993, por medio de un convenio específico IGN-CSIC, el IAA participa no solo en la gestión, sino también en el mantenimiento y desarrollo de instrumentación asociada en el telescopio español de 1,52 metros de la Estación de Observación de Calar Alto. Entre esa instrumentación está ALFOSC (Andalucia Faint Object Spectrograph and Camera), una combinación de cámara visible y espectrógrafo construida en colaboración con instituciones danesas y que desde 1996 está instalada en el Nordic Optical Telescope (NOT) en la Palma.

Además, desde 1987, mediante el acuerdo con la Academia China de Ciencias, el IAA asumió el diseño electrónico y electromecánico de los telescopios de 0,9 metros y 1,5 metros con destino el OSN. Se ha trabajado en el diseño y construcción de la electrónica de control del espectrógrafo multiobjetos ALBIREO, cuyo desarrollo mecánico y óptico se ha realizado en el Observatorio de Paris-Meudon.
Se puede encontrar más información sobre todo esto en la Memoria XX Aniversario del IAA.

DEPARTAMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Actualmente la investigación científica en el IAA se desarrolla en cuatro departamentos:

a) Departamento de Astronomía Extragaláctica (DAE)
b) Departamento de Física Estelar (DFE)
c) Departamento de Radioastronomía y Estructura Galáctica (DRAEG)
d) Departamento de Sistema Solar (DSS)

A estos departamentos hay que añadirle el Centro de Cálculo, el centro de Desarrollo Instrumental y Tecnológico y los Servicios Generales. Además está el Grupo de Galaxias, Gravedad y Cosmología (unidad asociada de I+D formado por Mariano Moles –IAA- y Manuel Luis Lozano Leyva –Universidad de Sevilla-).

Veamos más detenidamente las líneas de investigación que se siguen en cada departamento y el personal fijo que trabaja en cada uno de ellos:

*Departamento de Astronomía Extragaláctica.
Las líneas de investigación que se siguen son:

- Proyecto e-CA: Creación de una infraestructura de e-Ciencia Andaluza.
- Proyecto AMIGA: Análisis del Medio Interestelar de una muestra de Galaxias Aisladas.
- Naturaleza y origen de la actividad en núcleos de galaxias.
- Galaxias con brotes violentos de formación estelar.
- Modelos de síntesis evolutiva de poblaciones estelares.
- Estructura de las regiones de formación estelar gigantes en galaxias cercanas.
- Dinámica y formación estelar en grupos compactos de galaxias.
- Cúmulos de galaxias y estructura a gran escala.
- Anillos externos en galaxias no barradas.
- Explosiones cósmicas de rayos-gamma (GRBs)

El personal fijo del CSIC de este departamento está compuesto, por orden alfabético, por: Víctor Aldaya Valverde, Carlos Barceló Serón, Ascensión del Olmo Orozco, Rosa María González Delgado, Josefa Masegosa Gallego, Mariano Jesús Moles Villamate, Isabel Márquez Pérez, Jaime David Perea Duarte, Enrique Pérez Jiménez, Francisco Prada Martínez, José María Quintana González, Lourdes Verdes-Montenegro Atalaya, Montserrat Villar Martín y José Manuel Vílchez Medina.

*Departamento de Física Estelar.
Las líneas de investigación que se siguen son:

- Proyecto e-CA: Creación de una infraestructura de e-Ciencia Andaluza.
- Variabilidad estelar
- Estadística estelar
- Cúmulos estelares
- Pulsación estelar
- Atmósferas estelares
- Fotometría
- Espectrometría
- Estrellas individuales
- Estrellas binarias
- Evolución estelar
- Diagrama HR
- Abundancias estelares
- Binarias de rayos-X
- Fuentes superlumínicas

El personal fijo del CSIC de este departamento está compuesto por: Alberto José Castro-Tirado, Antonio Claret dos Santos, Víctor Costa Boronat, José Manuel García-Pelayo Echevarría, Rafael Garrido Haba, Javier Gorosábel Urkia, Pilar López de Coca Castañer, Eloy Rodríguez Martínez, y Ángel Rolland Quintanilla.

*Departamento de Radioastronomía y Astronomía Extragaláctica.
Las líneas que se siguen son:

- Cúmulos galácticos
- Estructura galáctica
- Estrellas variables del tipo espectral joven
- Objetos Herbig-Haro
- Formación estelar
- Nebulosas planetarias
- Núcleos activos de galaxias
- Radiointerferometría
- Astrometría

El personal fijo del CSIC de este departamento está compuesto por: Antxón Alberdi Odriozola, Emilio Javier Alfaro Navarro, Guillem Josep Anglada i Pons, Antonio Jesús Delgado Sánchez, José Luis Gómez Fernández, José Francisco Gómez Rivero, Martín Guerrero Roncel, Luis Felipe Miranda Palacios, y Benjamín Montesinos Comino (este último con destino en LAEFF).

*Departamento de Sistema Solar
Las líneas que se siguen son:

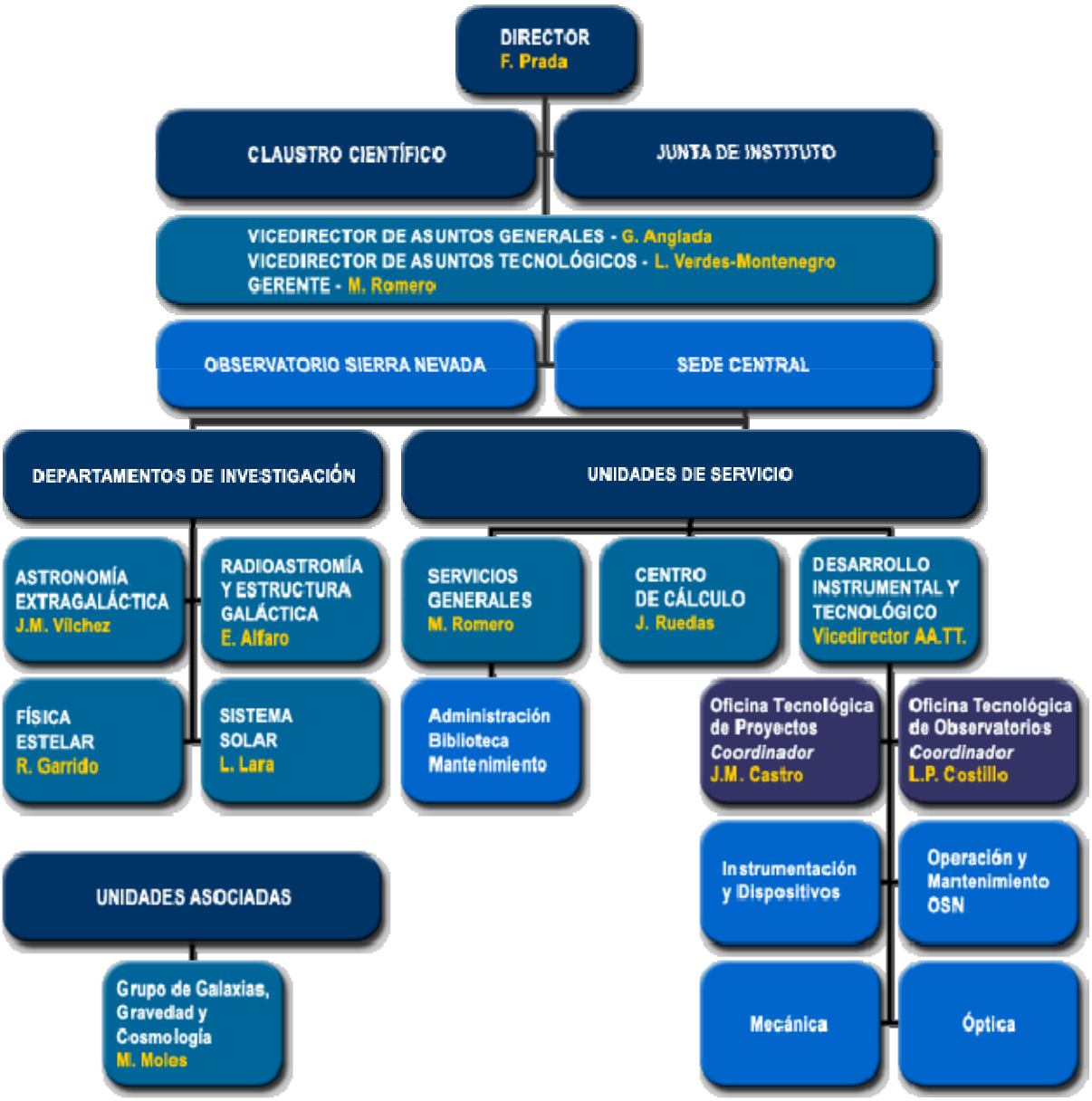
- Atmósferas planetarias
- Emisiones atmosféricas
- Modelos de composición atmosférica
- Estructura térmica de atmósferas planetarias
- Instrumentos a bordo de cohetes y vehículos espaciales
- Teledetección de la atmósfera
- Transporte radiativo
- Ruptura del equilibrio termodinámico local (ETL)
- Planetas jovianos
- Procesos de dispersión

El personal fijo del CSIC de este departamento está compuesto por: Luis Ramón Bellot Rubio, José Carlos del Toro Iniesta, Luisa María Lara López, María José López González, José Juan López Moreno, Manuel López Puertas, Miguel Ángel López Valverde, Fernando Moreno Danvila, Olga Muñoz Gómez, José Luis Ortiz Moreno, y Rafael Rodrigo Montero.

DIRECTORES DEL IAA

- José María Quintana (1975-1988)
- Mariano Moles Villamate (1988-1990)
- Rafael Rodrigo Montero (1990-2004)
- José Carlos del Toro Iniesta (2004-2007)
- Francisco Prada Martínez (2007-)

ORGANIGRAMA DEL IAA (A FINALES DE 2008)



DIVULGACION EN EL IAA

Entre las muchas actividades de divulgación que se han realizado en el IAA desde su creación (en especial en los últimos años), hay que destacar la creación de la revista *Información y Actualidad Astronómica*. Esta revista que está disponible a través de la página web del IAA salió por vez primera en junio de 2000 y se publica tres veces al año.

BIBLIOGRAFÍA

BATTANER, E. *Comunicación privada*. 2005.

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. *Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC), XX Aniversario*. 1995.

COSTA, V. *Comunicación privada*. 2005.

GARRIDO, R. *Comunicación privada*. 2007.

http://www.iaa.es (Página web oficial del IAA).

LARA, L. M. *Desarrollo de sensores e instrumentación científica*. Recogido en: Física y Sociedad (Revista del Colegio Oficial de Físicos). Nº 18. Noviembre de 2007. ISSN: 113-8953.

QUINTANA, J. M. *Comunicación privada*. 2005.

VIVES, T. *El Observatorio Astronómico de Cartuja*. En: Historia del Observatorio de Cartuja, 1902-2002. Nuevas investigaciones. [CD-ROM]. Editado por Espinar, M., Esquivel, J. A. y Peña, J. A. Concejalía de Turismo, Cultura y Deporte del Excmo. Ayuntamiento de Granada. 2002.

VIVES, T. *Nuevo fotómetro fotoeléctrico estelar en el Observatorio de Cartuja*. Publicado en Urania, nº 259. Enero-Junio de 1964.

VV. AA. *Especial 25 aniversario del IAA*. Revista Información y Actualidad Astronómica. Nº 2. PP. 11-14.

EL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC)

ANTECEDENTES

Para entender el proceso de constitución del Instituto de Astrofísica de Canarias tenemos que retomar el capítulo dedicado al Observatorio del Teide. Como ya hemos comentado, para valorar la idoneidad de instalar un observatorio en esta cima tinerfeña se contrató a un joven licenciado en Ciencias, Francisco Sánchez.

Tras unos meses de adiestramiento para poder realizar esta tarea de prospección, Sánchez regresó a la isla de Tenerife y ocupó una adjuntía en Física en la Universidad de La Laguna, donde comenzó a formar un grupo de investigación en Astrofísica. Por otra parte, se llegó a un acuerdo con el Observatorio de Burdeos, para que el Dr. Dumont de dicha Universidad trasladara un telescopio espectrofotopolarímetro de 30 centímetros de apertura para el estudio de la luz zodiacal. Se instaló en el verano de 1964 dando unos magníficos resultados. Dadas las excepcionales condiciones del cielo tinerfeño, frente a la baja calidad del cielo de Burdeos, se llegó al acuerdo de que el telescopio se quedara en el Teide, naciendo así en España la habitual contrapartida entre instituciones científicas de calidad de cielo por tiempo de uso de los instrumentos.
Había nacido dentro del Observatorio del Teide la sección de Alta Atmósfera y Medio Interplanetario. Dicha sección dispuso unos años más tarde (en 1969) de un telefotómetro doble semiautomático "Barbier", instrumento capaz de explorar el cielo en ocho dominios espectrales y que fue adquirido gracias a una subvención de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE).
El personal de la Sección de Alta Atmósfera y Medio Interplanetario estaba formado en 1970 por Francisco Sánchez Martínez (jefe de sección), Carlos Sánchez Magro (colaborador), y Enrique Álvarez, Julián González, Javier Gil y Leandro Trujillo como becarios.

Francisco Sánchez trabajando en la prospección del cielo canario. Cortesía del IAC.

La Sección de Alta Atmósfera y Medio Interplanetario nace como consecuencia de los estudios sobre la calidad del cielo que ya se requería en la Orden Ministerial por la que se creaba el Observatorio del Teide. Pero no hay que olvidar que el Observatorio surgió debido a que en 1959 se produjo un eclipse de Sol que fue total en las Islas Canarias, y que produjo que numerosos astrónomos europeos se trasladasen hasta allí para observar el fenómeno. Un ejemplo de observaciones de este eclipse por astrónomos franceses puede verse en el volumen 74 de la revista *L´astronomie*.

El profesor Torroja y el Padre Romañá pensaron en el emplazamiento del Teide como un lugar excepcional para el estudio del Sol. Ya desde los inicios del Observatorio se pensó en la instalación de un coronógrafo, sin embargo no se pudo instalar por distintas circunstancias. El primer instrumento que se adquirió para el estudio del Sol fue un telescopio provisto de un filtro birrefringente tipo Lyot denominado telescopio Raszdow. Se consiguió dicho instrumento para labores de patrulla solar, gracias a una ayuda del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica. Dicha ayuda sirvió además para construir una torre de unos 13 metros de altura para albergar el citado telescopio.

José Antonio Bonet, físico solar del IAC, recuerda que dicho telescopio fue desarrollado por el ingeniero norteamericano Raszdow, debido a un encargo de la NASA, para instalar varios de ellos en las estaciones de seguimiento de las naves Apolo. Comenta también que dicho instrumento estaba dotado de un filtro H-α, el cual permitía captar la actividad magnética más prominente del Sol, y así avisar a los astronautas del peligro que podía suponer una intensa radiación de partículas, de ahí la denominación de telescopios patrulla.

El heliógrafo Raszdow SW-250, con lente de 25 centímetros de diámetro, se construyó en los Estados Unidos por la empresa Raszdow Laboratorios Inc. En palabras de José Antonio Bonet, Casanovas llegó a Canarias sobre el año 1967, para realizar la gestión en la adquisición del intrumento, el cual se instaló en 1969 en una de las torres que hoy existen en el Observatorio. Nació así en el Observatorio del Teide la Sección de Física Solar. El telescopio Raszdow fue desmantelado en 1972. Actualmente está expuesto como pieza de museo en la Facultad de Físicas de la Universidad de La Laguna.
El personal de la Sección Solar en 1970 estaba formado por Juan Casanovas (jefe de sección), Guillermo Rodríguez (colaborador), Manuel Vázquez y José Antonio Bonet (becarios) y Ángel García, Miguel Ángel Rodríguez y Luis Luna como ayudantes de observación.

INTERÉS DE JOSO EN UN OBSERVATORIO SOLAR EUROPEO
Otro hecho fundamental en el avance de la Sección Solar en el Observatorio del Teide se debió a la constitución en 1968 de JOSO (Joint Organization for Solar Observations). Esta asociación de astrónomos solares europeos tenía como objetivo encontrar un lugar adecuado en Europa para realizar observaciones solares en el que se construirían telescopios nacionales de tamaño medio y un gran telescopio solar europeo (LEST, Large European Solar Telescope). En 1969 esta agrupación celebró una reunión, en la que Juan Casanovas invitó al profesor K. O. Kiepenheuer a visitar las Islas Canarias como posible emplazamiento para las observaciones solares.
Kiepenheuer era el director del Fraunhofer Institut (Friburgo, Alemania), hoy conocido como Kiepenheuer Institut, y principal impulsor de JOSO.

Aunque la reunión se celebró en el año 1969, no es hasta 1971 cuando JOSO comienza a pensar en la posibilidad de Tenerife.
Kiepenheuer visitó el Observatorio durante octubre de 1971 en las que las condiciones meteorológicas fueron desfavorables. Pero, durante los años 1970 y 1971, con el telescopio Raszdow, se había realizado un buen número de registros de manchas solares. Kiepenheuer, al ver estos registros, vio que las Islas Canarias podrían ser un lugar ideal en Europa para la realización de observaciones solares y decidió trasladar un telescopio a la zona para realizar más medidas de prospección.

Entonces, en el año 1972, concretamente el 12 de junio, se instaló en la torre solar del Observatorio del Teide (entonces la única que había) el Vakuum Newton Teleskop (VNT) de 40 centímetros, que sustituía así al Raszdow. Puede verse un resumen de las observaciones realizadas con el VNT en (Mattig and Casanovas, 1975). También se realizaron trabajos de prospección en la isla de la Palma desde el 2 de julio hasta el 21 de julio. Los observadores fueron Hosinsky, Saveland y Wöhl.

Imagen de la campaña de site-testing en 1972. Cortesía de H. Wohl.

Todos estos preparativos finalizaron con una doble campaña que tuvo lugar en 1979. Pueden verse los resultados de esta campaña de prospección solar tanto en el Teide como en el Roque de los Muchachos en (Brandt & Wöhl, 1982).
Aunque los resultados obtenidos en las dos islas dieron lugar a resultados muy parecidos, recuerda José Antonio Bonet que los alemanes por cuestiones de logística decidieron instalar sus telescopios (el VTT y el GCT) en la isla de Tenerife.

BÚSQUEDA DE LA UBICACIÓN DEL NORTHERN HEMISPHERE OBSERVATORY (NHO)

En el mes de enero de 1967, Hermann Brück, Astrónomo Real para Escocia, fue el primero en proponer la construcción del Northern Hemisphere Observatory (NHO), debido a que los británicos no disponían de buenas ubicaciones donde colocar sus telescopios. Sin embargo, no será hasta enero de 1969, cuando comience formalmente el proyecto del NHO. El astrónomo Fred Hoyle tomó la dirección del mismo en la primera reunión del Northern Hemisphere Review Committee. La búsqueda de un emplazamiento para el observatorio británico comenzó en 1970 e inicialmente se estudiaron zonas del área mediterránea.

En 1971 ocurren dos sucesos fundamentales. Por una parte está una publicación de Merle Walter (del Observatorio Lick de Estados Unidos) en la que desarrolló una técnica para medir la estabilidad atmosférica a través del estudio de trazos de las estrellas circumpolares, es decir, un método para saber si un lugar era adecuado o no para la investigación astronómica. Además Walter publicó una lista de lugares donde su cielo podría tener grandes condiciones para la observación. En esa lista estaba Tenerife, la Palma, Madeira, Creta y Córcega. El segundo suceso importante es la visita en el mes de abril de 1971 a la isla de la Palma de John Alexandre, astrónomo del Royal Greenwich Observatory que estaba buscando emplazamientos para el NHO.

En 1972, equipos de astrónomos británicos (bajo la dirección del Royal Observatory Edinburgh) se trasladaron a Tenerife y la Palma para hacer los estudios de prospección de calidad del cielo. Concretamente tuvieron lugar de enero a noviembre de 1972 en Izaña, y también durante seis semanas (entre agosto y septiembre) en la Palma.
Los resultados obtenidos en estos dos lugares fueron buenos para Tenerife y excelentes para la Palma y se pueden consultar en (McInnes and Walker, 1974).

Todo parecía indicar que los británicos se decantarían por las Islas Canarias. Sin embargo, surgieron problemas y los británicos no pudieron continuar con sus trabajos. Para darnos cuenta de cómo estaba la situación, en la reunión del NHO Planning Committee celebrada en mayo de 1973 se desechó la Palma por las dificultades para llegar a un acuerdo, se hizo constar que el único lugar viable en aquel momento era Hawaii y se consideró estudiar más detenidamente la zona de Encumeada Alta (en la Isla de Madeira) como alternativa.

Hubo que realizar varios contactos políticos para reconducir la situación y en agosto de 1974 se consigue que las autoridades españolas emitan una invitación para constituir el Joint Astronomical Site Survey en las Canarias. Jugaron un papel importante en esta historia, Francisco Sánchez, Antonio Romañá y el profesor Masía. También pudo ayudar que otros países como Dinamarca y Suecia estuvieran interesados en instalar sus instrumentos en Canarias.

Gracias a esta invitación, se pudieron realizar nuevas prospecciones en Izaña (Tenerife), y Fuente Nueva (la Palma), junto con Mauna Kea (Hawaii) y Encumeada Alta (Madeira).

El resultado del estudio de estas nuevas prospecciones puede verse en (Mc Innes, 1981) y la conclusión más destacada es la excelente calidad del cielo en Mauna Kea y la Palma. Las campañas tuvieron lugar en los siguientes períodos:

- Mauna Kea: De febrero de 1974 a mayo de 1975
- Encumeada Alta: De enero de 1974 a abril de 1975
- Izaña: De febrero a septiembre de 1975.
- Fuente Nueva: De diciembre de 1974 a diciembre de 1975.

En diciembre de 1974 se celebró una reunión en Tenerife (invitados por el rector de la Universidad de la Laguna y los presidentes de los cabildos de Tenerife y la Palma) con representantes de los países interesados en el nuevo observatorio (Kiepenheuer –Alemania-, Wyller –Suecia-, Gyldenkerne –Dinamarca- y Brück y Smith –Reino Unido-) donde se discutió la planificación del programa de medición de la calidad del cielo. En esa reunión, se mostró el compromiso español para la construcción de una carretera de acceso, así como del suministro de agua y electricidad.

El primer documento que encontramos donde se confirma que los telescopios británicos se instalarían en la Palma data del 9 de enero de 1976, día en el que tuvo lugar una reunión de la Royal Astronomical Society presidida por F.G. Smith. En dicha reunión se cita que el equipo del RGO tenía prácticamente terminado los planes de traslado del Isaac Newton Telescope al lugar propuesto en las Islas Canarias. A continuación M. Hartley explicó el informe de la prospección en los lugares mencionados anteriormente en donde se justificaba la elección de la isla de la Palma como el mejor emplazamiento posible (Smith, F. G., 1976).

PASOS EN LA CONSECUCIÓN DEL IAC

Volviendo al aspecto que podríamos denominar político-organizativo, en el año 1973 se produce un hecho fundamental en la historia de la Astronomía en las Islas Canarias. Ese año, la Universidad de La Laguna crea el Instituto Universitario de Astrofísica, y el Observatorio del Teide pasa a depender de dicho instituto. En ese momento, una vez que el proyecto del Observatorio estaba en marcha y una vez obtenida la cátedra de Astrofísica, Francisco Sánchez pasa a tomar el control (al asumir la dirección del citado instituto) que venía ejerciendo el catedrático de Astronomía de la Complutense, el profesor Torroja. José María Torroja no perdió la dirección real (porque una norma se deroga con otra norma de igual o superior rango y esto no sucedió) pero sí perdió la dirección efectiva.

A finales de 1974, el Ministro de Educación, Cruz Martínez Esteruelas, visitó el Observatorio y se convenció de la importancia de crear en las Islas Canarias un Observatorio Internacional y dio su apoyo al Instituto Universitario.

En 1975 (concretamente el 16 de septiembre), mediante acuerdo, el CSIC crea el Instituto de Astrofísica de Canarias como centro propio, en el que también participan la Universidad de La Laguna y los Cabildos insulares. El Instituto se creó gracias al impulso que recibió la Astrofísica por parte del Consejo, que en aquel momento estaba presidido por Primo Yúfera. El Ministro de Educación de la época, Martínez Esteruelas también jugó un papel fundamental. Este paso es importante ya que para desarrollar la

Astrofísica en Canarias, no bastaba con el entusiasmo de profesores y alumnos universitarios, había que disponer de gente especializada en investigación, sin obligaciones docentes, y el Consejo podía dar cabida a ese personal así como una infraestructura tanto material como económica. Con este acuerdo, el Instituto Universitario de Astrofísica quedó integrado dentro de la estructura del IAC.

Pero el año 1975, aparte de ser el año en el que se crea el IAC, tiene también dos acontecimientos importantes para Canarias. Uno es la celebración en Tenerife de la I Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica y otro es la puesta en marcha del Plan Nacional de Formación de Astrofísicos.

La Asamblea se celebró en Tenerife del 8 al 13 de septiembre de 1975. Fue organizado por el Instituto Universitario de Astrofísica de la Universidad de La Laguna (el IAC se creó el 16 de septiembre) bajo el amparo de la Comisión Nacional de Astronomía. La idea era que los astrónomos españoles de las distintas partes del país tuvieran un foro donde conocerse y dar a conocer sus trabajos. Llama la atención la distinción entre Astronomía y Astrofísica, dándose el caso de que autores como José Pensado tiene artículos en "ambas disciplinas".

Con el IAC nace el Plan Nacional de Formación de Astrofísicos, un plan que permitió la formación de doctores en Astrofísica, con la idea de poder comenzar con garantías dicha especialidad en la Universidad de La Laguna. Curiosamente, esta especialidad empezó a funcionar antes que la licenciatura. A finales de los setenta se podían cursar las asignaturas de la especialidad de Astrofísica sin haberse puesto en marcha la licenciatura en Físicas, que lo haría a principios de los ochenta. En palabras de Francisco Sánchez *la idea era formar primero doctores para que éstos pudieran formar buenos licenciados*. Después de este primer plan de formación, se incorporaron al IAC los astrónomos Teodoro Roca, Mercedes Prieto, Jesús González de Buitrago e Ignacio García.

FIRMA DE LOS ACUERDOS INTERNACIONALES

El siguiente paso importante en la historia del IAC fue la firma el 26 de mayo de 1979 en Santa Cruz de la Palma del Acuerdo de cooperación en materia de Astrofísica y Protocolo entre los gobiernos del Reino de España, del Reino de Dinamarca, del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y del Reino de Suecia. Este acuerdo fue publicado en el BOE el 6 de julio de 1979. El Acuerdo consta de 16 artículos y el Protocolo de 12.

La historia de cómo se fraguaron los acuerdos es larga y no sin dificultades. Parece ser que los primeros contactos oficiales entre instituciones astronómicas europeas comenzaron en 1973. Durante 1975 y 1976 hubo dos importantes reuniones bilaterales (una en Madrid y otra en Londres), entre el CSIC y el Science Research Council (SRC) inglés. Otra reunión en el que esta vez participó un grupo representativo de países y organizaciones interesadas en el futuro observatorio, tuvo lugar en Madrid el 6 de diciembre de 1976. En marzo de 1977 se constituyó el Comité Científico Internacional. Posteriormente, hubo otra reunión entre el 7 hasta el 9 de marzo de 1978, en el que delegaciones oficiales de los gobiernos de Reino Unido, Dinamarca, Suecia y España se juntaron en Madrid para seguir negociando estos acuerdos internacionales. Entre las dificultades, podríamos destacar la que se produjo en enero de 1979 cuando el Ministro

de Defensa se opuso a la construcción del Observatorio del Roque de los Muchachos ya que era incompatible con la instalación de un radar para la defensa aérea.

Comentaremos brevemente alguno de los artículos más importantes. El artículo 3 indica que el Acuerdo de cooperación se desarrolla con un Protocolo que regula aspectos concretos entre los siguientes organismos: el Consejo Superior de Investigaciones Científicas por España, la Secretaría para la Investigación de Dinamarca, el Consejo de Investigación Científica del Reino Unido y la Real Academia de Ciencias de Suecia.
El artículo 5 indica que el Protocolo deberá regular:

a) *La financiación, equivalente distribuida, de los gastos originados por el desarrollo de la cooperación y por la realización común y coordinada de programas de investigación y desarrollo tecnológico, así como la utilización de instalaciones científicas o técnicas.*
b) *La distribución del tiempo de observación:*
    - *I) España dispondrá al menos del 20% del tiempo de observación de cada uno de los telescopios e instrumentos instalados en los observatorios, libre de gastos, salvo los costos normales de material fungible necesario para las observaciones. Dicho tiempo bajo la responsabilidad del IAC, será para uso de instalaciones españolas y otras instalaciones colaboradoras de cualquier nacionalidad.*
    - *II) La asignación de, al menos, un 5% adicional del tiempo de observación de cada una de las instalaciones telescópicas para la realización de programas cooperativos entre las instituciones usuarias, incluyendo el IAC. Cada una de las instituciones usuarias, y con el acuerdo del IAC, cualquier institución española, tendrá derecho, si así lo desea, a incorporarse a estos programas.*
c) *La cooperación en la formación de personal científico y técnico español en el campo de la astrofísica.*
d) *Los acuerdos entre el IAC y las demás instituciones usuarias relativos al uso de los terrenos en los observatorios para las instalaciones telescópicas y al uso de los servicios de dichos observatorios.*
e) *El sistema administrativo que otorgue a las instalaciones firmantes una representación equitativa para la adopción de decisiones relativas al establecimiento de servicios, su mantenimiento y sus costos de operación.*

Alguno de los artículos más importantes del Protocolo son:
Artículo 1. Definiciones.

a) *Instituto de Astrofísica de Canarias: Institución científica, perteneciente al CSIC y establecida por él, con la colaboración de la Universidad de La Laguna y la Mancomunidad provincial interinsular de Cabildos de Santa Cruz de Tenerife, con el fin de promover la investigación astrofísica en las Islas Canarias, y que comprende los laboratorios y equipos situados en La Laguna y los observatorios delimitados en el anejo al acuerdo de cooperación en materia de astrofísica a que se refiere el preámbulo del presente protocolo.*
g) *Patronato del Instituto de Astrofísica de Canarias (PIAC): Órgano de gobierno del IAC, establecido por el CSIC, la Universidad de La Laguna y la Mancomunidad interinsular de Cabildos de Santa Cruz de Tenerife.*

h) Comité Científico Internacional (CCI): Organismo establecido conforme al artículo 7 del presente protocolo.

Artículo 3. Acuerdos relativos a las instalaciones telescópicas.

1) Cada instalación telescópica que no sea del IAC y que se desee establecer en un observatorio, será objeto de un convenio entre el IAC y la otra institución usuaria, con la conformidad previa del PIAC (en relación con su emplazamiento, proyectos de edificación y protección del medio ambiente) y del CCI (en relación con aquellos aspectos que puedan afectar a otros usuarios), y con el respaldo del organismo firmante del presente protocolo que tenga la misma nacionalidad que la institución usuaria. Estos acuerdos requerirán la aprobación del CSIC y este organismo garantizará todos los compromisos que contraiga el IAC en cada uno de los acuerdos.

Artículo 7. Disposiciones relativas a la participación internacional.

2) Se crea un Comité Científico Internacional (CCI) con el fin de que la comunidad científica internacional pueda hacer uso de las ventajas naturales de las Islas Canarias para la investigación astrofísica, concediendo a los organismos firmantes una participación efectiva en la adopción de las decisiones relativas al uso de las instalaciones telescópicas.

3) El CCI estará integrado por:

- *Un representante del CSIC*
- *Un representante de la Universidad de La Laguna*
- *Un representante de la Comisión Nacional de Astronomía de España*
- *Un representante de cada una de las instituciones firmantes del presente protocolo, excepto el CSIC*
- *El director del IAC*
- *Un científico eminente que no tenga la nacionalidad de ninguno de los estados firmantes, nombrado por la Fundación Europea de la Ciencia, y que actuará como asesor sin derecho a voto.*

Comentario al acuerdo y protocolo: La gran mayoría de los astrónomos entrevistados afirma la gran habilidad de Francisco Sánchez por haber obtenido un acuerdo tan ventajoso para España. Sin embargo, algunos de ellos destacan que no era muy difícil alcanzarlo tomando el acuerdo de Calar Alto como referente, y dado que la situación de la Astronomía en España había mejorado mucho entre los años 1972 (año en el que se firma el acuerdo para crear Calar Alto) y 1979.

NUEVA PERSONALIDAD JURÍDICA DEL IAC

Como consecuencia de estos acuerdos, Francisco Sánchez cree necesario dotar al IAC de una personalidad jurídica más favorable para llevar a cabo esos acuerdos con más eficacia. Así, se llegó a firmar, el Real Decreto Ley 7/1982, de 30 de abril, por el que se crea el Instituto de Astrofísica de Canarias y se establece su régimen jurídico.

Dicha norma consta de 14 artículos, 2 disposiciones adicionales y una disposición final. A continuación transcribiremos algunas partes de la normativa.

Artículo 1.

Con la denominación de Instituto de Astrofísica de Canarias se crea un Consorcio Público de Gestión cuya única finalidad es la investigación astrofísica.

El Instituto de Astrofísica de Canarias estará integrado por la Administración del Estado, que actuará primordialmente a través del Ministerio de la Presidencia, la Junta de Canarias, la Universidad de La Laguna y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Artículo 2.
El IAC tiene personalidad jurídica y capacidad de obrar para el cumplimiento de los fines siguientes:

a) *Relacionar y promover cualquier tipo de investigación astrofísica o relacionada con ella.*
b) *Difundir los conocimientos astronómicos, colaborar en la enseñanza universitaria especializada de astronomía y astrofísica en el distrito universitario de La Laguna y formar y capacitar personal científico y técnico en todos los campos relacionados con la astrofísica.*
c) *Administrar los centros, observatorios e instalaciones astronómicas ya existentes y los que en el futuro se creen o incorporen a su administración, así como las dependencias a su servicio.*
d) *Fomentar las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional.*

Artículo 3.
La administración del Estado, la Junta de Canarias, la Universidad de La Laguna, y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas ejercerán sus respectivas competencias en el Instituto a través del Consejo Rector del mismo.
Artículo 4.
El Consejo rector estará integrado por un presidente, un vocal en representación de cada una de las administraciones públicas y organismos que se relacionan en el artículo primero y el Director del Instituto que será miembro nato.
Artículo 5.
El director del Instituto es el órgano ejecutivo del Consejo Rector, asimismo le corresponde resolver sobre las cuestiones de índole científica. Será nombrado por el Consejo rector a propuesta conjunta de la Universidad de La Laguna y el CSIC.
Disposición adicional primera.
Quedan adscritos al IAC el Instituto de Astrofísica dependiente del CSIC y el Instituto Universitario de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

Comentario a la norma: Con esta normativa no solamente se le da una capacidad de maniobra y autonomía que ninguna otra institución o grupo de investigación en Astronomía tiene en España, sino que también deroga aquella instrucción por la que Torroja había sido nombrado director del Observatorio del Teide.

RECOMENDACIONES SOBRE EL FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL IAC
En 1983 el IAC reunió a un grupo de astrofísicos de prestigio para elaborar un informe de cómo debería ser la investigación en el Instituto para optimizar los grandes instrumentos que se estaban instalando en Canarias. Dicho grupo estaba formado por: P. Álvarez, A. Boksenberg, L. Goldberg, C. Jaschek, P.O. Lindblad, W. Mattig, G. Münch, E. Müller, M. Peimbert, H.U. Schmidt, F.G. Smith, F. Sánchez, C. Sánchez Magro, R. Terlevich, M. Vázquez y A. Wyller.

En aquella época, en el IAC se realizaba principalmente investigación solar, observaciones en el infrarrojo y construcción de instrumentos. En líneas generales el comité asesor recomendó continuar en las mismas líneas, salvo en luz zodiacal. Algunas de las principales recomendaciones que se hacían en dicho documento eran:

- *Aumento del número de grupos de investigación en el IAC para cubrir aquellos campos que fueran adecuados a la instrumentación que se estaba instalando.*

- *Continuación y fomento de la investigación en física solar, infrarrojo e instrumentación.*
- *Participación de todo el personal científico en la planificación y desarrollo de proyectos y promoción de actividades cooperativas.*
- *La selección de nuevo personal científico debería hacerse con cuidado pudiendo ser provechoso pedir consejo a astrónomos extranjeros.*
- *El espacio previsto para biblioteca debería aumentarse.*
- *Los planes de trabajo del Centro de Cálculo debería estar coordinado con la de las instituciones relacionadas con los observatorios.*
- *Había problemas de acumulación de polvo en los observatorios debido a las obras.*
- *En cuanto a la enseñanza de posgrado, se recomendaba desarrollar más esta etapa, considerando clases, seminarios y participación en proyectos de investigación.*
- *En cuanto a la distribución del tiempo (español) de observación se recomendaba la coordinación con los otros comités de tiempo y con los encargados de los telescopios.*
- *En cuanto a los programas de investigación se sugieren una larga serie de líneas que se deberían seguir. En el documento se justificaba el interés en dichas líneas y se proporcionaban datos de personas e instituciones con las que se podía contactar.*
- *Se expresaba también la relación ideal entre personal de investigación, técnico y administrativo (1-2-0.5), porcentaje global de dedicación contando con medios personales y técnicos (física solar: 20%, resto de astrofísica: 60% e instrumentación: 20%).*

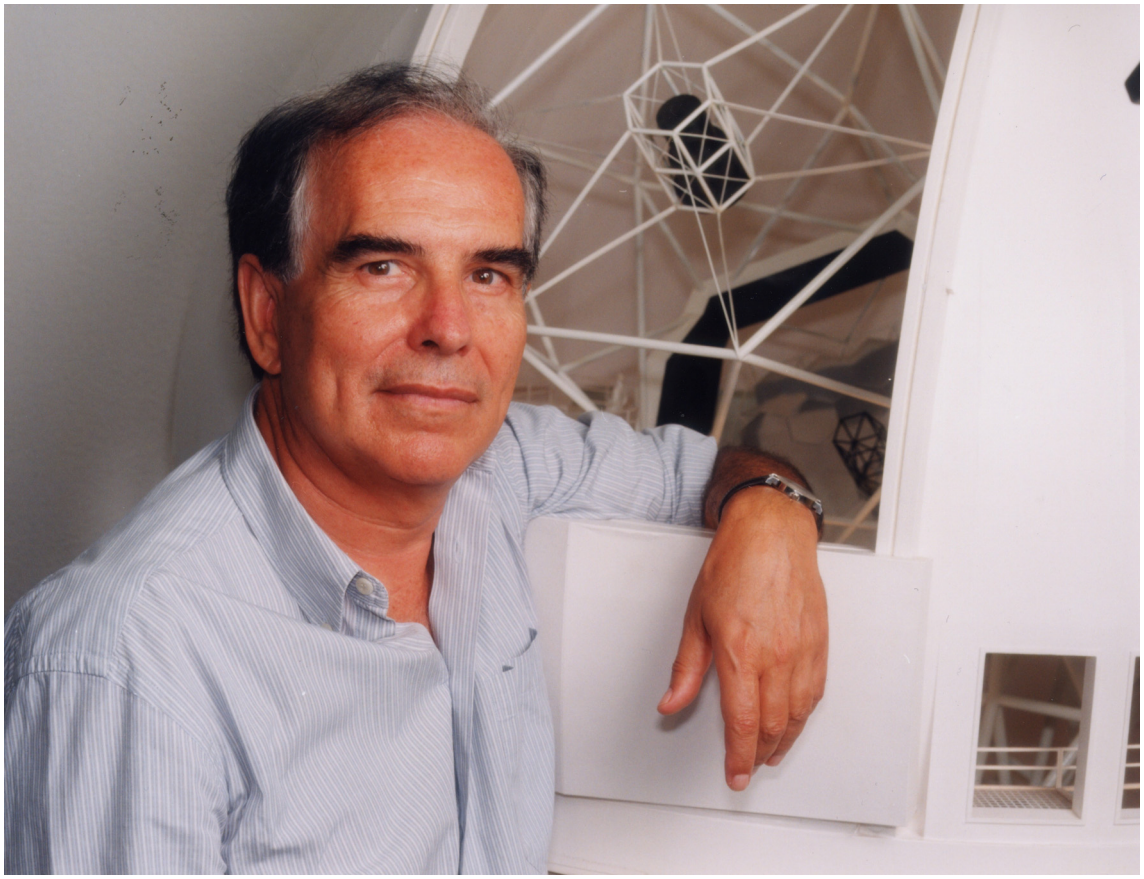
INAUGURACIÓN OFICIAL

El 29 de junio de 1985 tiene lugar un acto en el queda oficialmente inaugurado el IAC y los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos. En este acto estuvieron presentes varios miembros de familias reales (entre ellos los reyes de España), primeros ministros y también cinco premios Nobel.

Posteriormente han seguido incorporándose países e instalaciones. En otro capítulo de esta Memoria podremos ver una relación de las existentes en la actualidad.

PERSONAL DEL IAC

El personal del IAC ha ido creciendo de forma constante y planificada. Destaca de la mayoría del personal científico, su formación dentro de los mecanismos diseñados por el IAC, procedentes bien del Plan Nacional de Formación de Astrofísicos de mediados de los setenta (los más veteranos), o bien, procedentes de las Plazas de Astrofísicos Residentes, una especie de MIR de la Astronomía que comenzó a funcionar en 1983 (los más jóvenes).



Francisco Sánchez Martínez, fundador y director del IAC. Cortesía del IAC.

En la actualidad (a finales de 2008) el personal investigador fijo en el IAC (no se contempla aquí postdocs, personal técnico, etc.) está formado por:
-Acosta Pulido, José Antonio
-Aparicio Juan, Antonio
-Arévalo Morales, Mª Jesús
-Balcells Comas, Marc
-Beckman, John E.
-Belmonte Avilés, Juan Antonio
-Betancort Rijo, Juan
-Bonet Navarro, José Antonio
-Casares Velázquez, Jorge
-Cepa Nogué, Jordi
-Collados Vera, Manuel
-Corradi, L. M.
-Deeg, Hans
-Esteban López, Cesar
-Gallart Gallart, Carme
-García De La Rosa, Ignacio
-Garcia López, Ramón J. (Director Del Área De Tecnología)
-Garzón López, Francisco
-González De Buitrago, Jesús
-González Martínez-Pais, Ignacio
-Gutiérrez De La Cruz, Carlos M.
-Herrero Davó, Artemo

-Israelian, Galik
-Jiménez Fuensalida, Jesús
-Jiménez Mancebo, Antonio
-Knapen, Johan
-Lázaro Hernando, Carlos
-Mampaso Recio, Antonio
-Manchado Torres, Arturo (Director Del Área De Investigación)
-Martín Guerrero, Eduardo
-Martínez Pillet, Valentín
-Martínez Roger, Carlos (Subdirector)
-Mediavilla Gradolph, Evencio (Director Del Área De Enseñanza)
-Moreno Insertis, Fernando
-Muñoz Tuñón, Casiana
-Pallé Manzano, Pere L.
-Pérez Fournon, Ismael
-Pérez Hernández, Fernando
-Prieto Escudero, Almudena
-Prieto Muñoz, Mercedes
-Rebolo López, Rafael
-Régulo Rodríguez, Clara
-Roca Cortés, Teodoro
-Rodríguez Espinosa, José Miguel
-Rodríguez Hidalgo, Inés
-Ruiz Cobo, Basilio
-Sánchez Almeida, Jorge
-Sánchez Martínez, Francisco (Director)
-Socas Navarro, Héctor
-Trujillo Bueno, Javier
-Vazdekis, Alexandre
-Vázquez Abeledo, Manuel
-Zapatero Osorio, María Rosa

MEDIOS MATERIALES DEL IAC
Dentro de los medios materiales del IAC destacamos los ubicados en el Observatorio del Teide y en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Sin embargo, se debe realizar una necesaria distinción entre los medios de fabricación propia, los medios que han sido cedidos en propiedad y los medios que son propiedad de otras instituciones. Entre los medios propios cabe destacar el telescopio IAC-80 y el GTC, telescopio de 10,4 metros de espejo segmentado, que será objeto de estudio en un apartado posterior. Entre los medios en los que se ha cedido la propiedad está entre otros, el Telescopio Carlos Sánchez, dedicado al infrarrojo.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DEL IAC
No es objetivo de esta Memoria el citar todos los logros conseguidos por el IAC (ni de cualquier otra institución) a lo largo de sus más de 30 años de historia. Citaremos los que a juicio de Francisco Sánchez (único director que ha tenido esta institución hasta el momento) han sido los más importantes por su repercusión internacional.
En cuanto al desarrollo de instrumentos para satélites, Francisco Sánchez destaca el éxito en la construcción de los instrumentos ISOPHOT-S, VIRGO y GOLF donde el

IAC ha liderado la parte española. El primero de ellos se ha utilizado en el satélite ISO de la ESA, y los otros dos para el satélite SOHO de la NASA.
En lo que se podría llamar ciencia básica, Francisco Sánchez destaca el descubrimiento por astrofísicos del IAC del mejor candidato a agujero negro en nuestra galaxia (en 1992), la localización de los "COSMOSOMAS" en la Radiación de Fondo de Microondas (en 1994), y la primera detección de una enana marrón (concretamente en las Pléyades) a la que se le llamó "Teide 1" (en 1995).

En la actualidad, en el IAC se siguen 11 líneas de investigación y se desarrollan varios proyectos de investigación en cada uno de ellos. Veamos más detenidamente, cada uno de esas líneas y el personal fijo del IAC que trabaja en ellas (actualizado a finales de 2008).

*Estructura del Universo y Cosmología.
-Anisotropía del fondo cósmico de microondas: Rafael Rebolo (IP), Carlos M. Gutiérrez de la Cruz, y Juan E. Betancort Rijo.
-Astrofísica Relativista y Teórica: E. Mediavilla (IP), J. Buitrago, M. Serra, A. OScoz, R. Barrena, y J.Licandro (colaborador).
-Experimento QUIJOTE: Rubiños, J. A. (IP).
-Física de la Materia Oscura. Cosmopartículas: J. Betancort Rijo (IP), M. López-Corredoira, S. Patiri y A. Enea Romano.
-Simulación numérica de procesos astrofísicos: F. Moreno Insertis, J. Trujillo Bueno, M. Balcells, A. Asensio Ramos, A.C. González, M.C. Eliche Moral y A. Tortosa Andreu.

*Estructura de las galaxias y su evolución:
-Centros de Galaxias a Escalas de Parsecs y Técnicas de Alta Resolución Espacial: Mercedes Prieto (IP), J.A. Acosta Pulido, J.A. Fernández Ontiveros, y A. Pérez García (colaborador).
-Corrientes Estelares de Marea en la Vía Láctea: D. Martínez Delgado (IP), y J.A. Carballo Bello.
-Distribución y Dinámica de Poblaciones Estelares en Galaxias: Francisco Garzón (IP), M. López Corredoira, A. Cabrera, C. González, N. Castro, A. Di Cesare, P.L. Hammersley, T. Mahoney, F. Martín Luis y B. Vicente (colaborador).
-Espectroscopía Bidimensional con Fibras Ópticas de Galaxias Activas: E. MEdiavilla (IP), B. García Lorenzo y J.A. Acosta Pulido.
-Estudios Cinemáticos, Estructurales y de Composición, de los Medios Interestelares e Intergalácticos: J. E. Beckman (IP), K. Fathi, C. Carretero, R. Azzolini, V. Buenrostro, E. Casuso (colaborador) y R. Génova (colaborador).
-Evolución de Galaxias en Cúmulos: J.A. López Aguerri (IP), C. Muñoz-Tuñón y R. Sánchez Janssen.
-Formación Estelar en Galaxias a z = 1: A. Manchado (IP), y N. Rodríguez Eugenio.
-Formación y Evolución de Galaxias: Observaciones Infrarrojas y en otras Longitudes de Onda: I. Pérez Fournón (IP).
-GOYA: Evolución Cosmológica de Galaxias: M. Balcells (IP), Francisco Garzón, Mercedes Prieto, David Abreu, David Cristóbal, Lilian Domínguez, Carlos López e Ignacio Trujillo.
-Grupo de Estudios de Formación Estelar "GEFE": C. Muñoz-Tuñón, (IP), José Acosta Pulido, Ricardo Amorín, Nicola Caón, Alfonso López Aguerri, Ismael Martínez

Delgado, Verónica Melo, Mercedes Prieto, Cristina Ramos Almeida, José Miguel Rodríguez Espinosa, Rubén Sánchez Janssen, y Antonia María Varela.
-OTELO: OSIRIS Tunable Emission Line Object Survey: J. Cepa (IP).
-Poblaciones Estelares en Galaxias: A. Aparicio (IP).
-Poblaciones Estelares en Galaxias de Tipo Temprano: A. Vazdekis (IP), M. Beasley, C. Carretaro, J. Cenarro, J.L. Cervantes, A. de Lorenzo Cáceres e I. García de la Rosa.

*Materia interestelar
-Estudio Físico de Nebulosas Planetarias: A. Manchado (IP), S. Iglesias Roch y M. Dobrincic.
-Nebulosas Bipolares: A. Mampaso (IP).
-Regiones HII Extragalácticas: C. Esteban (IP), García Rojas, A. Herrero Davó, L. López Martín, A.R. López Sánchez, L. Martín Hernández y S. Simón Díaz.

*Estructura de las estrellas y su evolución:
-Estrellas Binarias: C. Lázaro (IP), M.J. Arévalo Morales, P. Rodríguez Gil, I. González Martínez-Pais, J. Casares, J.M. González Pérez, T. Shabaz, S. Araujo-Betancor.
-Estrellas de Baja Masa, Enanas Marrones y Planetas Gigantes: R. Rebolo (IP), Ramón García López, y Eduardo L. Martín E.
-Estrellas Masivas Azules: A. Herrero (IP), M. García, G. Gómez Velarde, D.J.Lennon, A. Lenorzer, A. Rosenberg González, A. de Vicente, M.R. Villamariz, N. Castro, L.J. Corral Escobedo y S. Simón Díaz.
-Naturaleza y Evolución de Binarias de Rayos X: J. Casares (IP), A. Herrero, I.G. Martínez Pais, T. Shahbaz, G. Israelian, P. Rodríguez-Gil, T. Muñoz Darias, R. Cornelisse, H. Hernández Peralta.
-Planetas07: Martín, E. L. (IP).
-Procesos de Transporte en Astrofísica: L. Crivellari (IP), Á. Alonso (colaborador).
-Pruebas Observacionales de los Procesos de Nucleosíntesis en el Universo: G. Israelian (IP), Jorge Casares, Ramón García López y Rafael Rebolo.

*El Sol
-Espectropolarimetría Solar: M. Collados (IP), R. Centeno, V. Martínez Pillet, M.J. Martínez, E. Khomenko, I. Rodríguez Hidalgo, B. Ruiz Cobo y A. Sainz (colaborador).
-Relación Sol-Tierra: M. Vázquez (IP).
-Sismología Solar y Estelar y Búsqueda de Exoplanetas: P.L. Pallé (IP), Antonio Jiménez Mancebo, Clara Régulo Rodríguez, Fernando Pérez Hernández, Juan A. Belmonte Avilés, Sebastián Jiménez Reyes, Hans Deeg, Lester Fox Machado, Francisco Espinosa Lara, Roi Alonso Sobrino, Héctor Vázquez Ramió, Rosa M. Domínguez Quintero, y Raquel Oreiro Rey.

*Sistema Solar
-Física de la Materia Interplanetaria: J. Licandro (IP), A. Oscoz, M. Serra Ricart y J. de León Cruz.

*Historia de la Astronomía
-Arqueoastronomía: J. A. Belmonte (IP), y César Esteban López.

*Óptica Atmosférica y Alta Resolución Espacial
-Alta Resolución en Física Solar: J.A. Bonet (IP).

-Caracterización de los Observatorios de Canarias: C. Muñoz Tuñón (IP), Antonia María Varela, Begoña García, Manuel Collados, Pablo Bonet Márquez (observador), Neil O´Mahoney (colaborador) y Hans Deeg (colaborador).
-Desarrollo de Sistemas para Alta Resolución Espacial: J.J. Fuensalida (IP), Ángel Alonso Sánchez, Mary Barreto Cabrera, Julio Castro Almazán, José Miguel Delgado, Begoña García Lorenzo, Félix García Temich, Ángeles Rodríguez Hernández, Luis Fernando Rodríguez Ramos, Héctor Vázquez Ramio, Teodora Viera Curbero, Marcos Reyes, Casiana Muñoz Muñón (colaboradora), José M. Rodríguez Ramos (colaborador) y Antonia María Varela (colaboradora).

*Instrumentación óptica
-Espectrógrafo de Alta Resolución IACUB: R. García López (IP).

*Instrumentación Infrarroja
-EMIR: Espectrógrafo Multiobjeto Infrarrojo para el GTC: Francisco Garzón (IP).
-Explotación Científica del Espectrógrafo IR LIRIS: A. Manchado (IP)
-FRIDA y después: Ciencia con Alta Resolución Espacial en la Época de los Telescopios Gigantes: M. A. Prieto (IP), J. Acosta, A. Marín-Franch, C. Álvarez, F. Garzón, P. Hamersley, y C. Martínez-Roger.

*Astrofísica desde el Espacio
-Astrofísica de Partículas: R. García López (IP), R. Rebolo, A. Herrero Davó, J. M. Rodríguez Espinosa, C. Delgado Méndez, M. Panniello y M.T. Costado Dios.
-Planck Surveyor: R. Rebolo (IP).

DIVULGACIÓN EN EL IAC
La divulgación de la Astronomía en el IAC siempre ha sido una de las preocupaciones de este Instituto. Evidentemente, no se pueden citar todas las acciones llevadas a cabo por el IAC en este sentido, así que destacaremos las actividades realizadas más espectaculares (y novedosas) que tuvieron lugar con motivo del regreso del cometa Halley en 1986. Una observación de este cometa en la playa tinerfeña de las Teresitas congregó a unas 60.000 personas, lo que da una idea del tirón de esta institución en las Islas. Con motivo del mismo fenómeno, en la isla de la Palma, se pidió a los lugareños que apagaran las luces por la noche para el seguimiento del fenómeno obteniendo una respuesta masiva.

En su esfuerzo por divulgar la Astronomía, el IAC edita varias revistas: *IAC noticias*, *GTC digital* y *Caos y Ciencia*.

Merece ser destacada también su biblioteca (con más de 11.000 libros, 360 títulos de revistas, además de otras publicaciones de distintos observatorios e instituciones astronómicas), y su cuidada atención a los medios de comunicación con numerosas notas de prensa que son difundidas desde el Gabinete de Dirección.

ESTRUCTURA Y ORGANIGRAMA ACTUAL DEL IAC

El IAC (integrado por el Instituto de Astrofísica, el Observatorio del Teide, el Observatorio del Roque de los Muchachos y el Centro Astrofísico de la Palma) se estructura en cuatro áreas:

*Investigación
*Instrumentación
*Enseñanza
*Administración de Servicios Generales

Como órganos directivos se encuentran:

*Consejo Rector (formado por el ministro de Educación y Ciencia –en calidad de presidente- y por el presidente del Gobierno de Canarias, un representante de la Administración del Estado, el rector de la Universidad de la Laguna, el presidente del CSIC y el director del IAC –como vocales-)
*Director

Como órganos colegiados se encuentran:

*Comisión Asesora para la investigación
*Comité de dirección (consejo de investigadores, comisión de investigación, comisión de enseñanza y comité de biblioteca)
*Comité científico internacional (con distintos subcomités: finanzas, operación del Observatorio del Teide, operación del Observatorio del Roque, y calidad astronómica del cielo)
*Comisión para la asignación de tiempo (con dos secciones, una para telescopios nocturnos y otra para telescopios diurnos).

BIBLIOGRAFÍA

BONET, J. A. *Comunicación privada*. 2006.

BRANDT, P. N. AND WÖHL, H. *Solar Site-testing Campaign of JOSO on the Canary Islands in 1979*. Astronomy and Astrophysics. 1982. Vol. 109, pp. 77-89.

CASANOVAS, J. *El nuevo Observatorio del Teide. La Sección de Física Solar*. Urania, nº 271-272, p. 121-126. 1970.

MATTIG, W., CASANOVAS, J. *JOSO Annual Report*. 1975.

Mc INNES AND WALKER, M. *Astronomical Site Testing in the Canary Islands*. Publications of the Astronomical Society of the Pacific. 1974. Vol. 86, pp. 529-544.

Mc INNES. *Site Testing on Hawaii, Madeira and the Canary Islands*. Q. J. Royal Astronomical Society. 1981. Vol. 22, pp. 266-271.

MEMORIAS DEL CSIC. 1955-1957. 1958. Consulta disponible online en http://www.csic.es/

MENDEZ, J. AND RUTTEN, R. *Evolución Histórica del Grupo de Telescopios Isaac Newton*. Disponible su consulta online en http://www.ing.iac.es/
RECOMENDACIONES SOBRE EL FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL IAC. Publicaciones del IAC. Serie C. Nº 3 (1983).

SÁNCHEZ, F. *Astronomy in the Canary Islands*. Vistas in Astronomy, Vol. 28, pp. 417-430. 1985.

SANCHEZ, F. *Calidad de las imágenes telescópicas en el Observatorio del Teide*. Urania. 271. 1970.

SÁNCHEZ, F. *Comunicación privada*. 2006.

SÁNCHEZ, F. *El nuevo Observatorio del Teide. La Sección de Alta Atmósfera y Medio Interplanetario*. Urania, nº 271-272, p. 111-120. 1970.

SANCHEZ, F. *Nubosidad y viento en el Observatorio del Teide*. Urania. 267. 263. 1968.

SANCHEZ, F. *Presencia esporádica de polvo sahariano en la atmósfera de la Isla de Tenerife*. Urania. 271, 272. 1970.

SMITH, F. G. *Meeting of the Royal Astronomical Society*. The Observatory. 1976. Vol. 96, pp. 83-86.

TORROJA, J. M. *El Observatorio del Teide en 1970*. Urania, nº 273, p. 129-136. 1971.

TORROJA, J. M. y SÁNCHEZ, F. *El nuevo observatorio del Teide, su organización y puesta en marcha*. Urania, nº 271-272, p. 85-96. 1970.

TORROJA, J. M. Y SANCHEZ, F. *Estudio de la transparencia atmosférica en el Observatorio del Teide*. Urania. 266. 73. 1967.

VAZQUEZ, M. *Solar Research at the IAC*. Astrophysical Letters & Communications. 1991. Vol. 28, pp. 113-129.

INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA EN LAS ISLAS CANARIAS

Las instalaciones astronómicas en las Islas Canarias se encuentran como ya hemos mencionado en dos Observatorios, en el Observatorio del Teide (Tenerife) y el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). Distinguiremos pues, la instrumentación de cada uno de ellos.

a) OBSERVATORIO DEL TEIDE

Los principales instrumentos instalados en él son los siguientes:

1- IAC-80
2- LABORATORIO SOLAR
3- TELESCOPIO CARLOS SÁNCHEZ
4- INSTRUMENTACIÓN ASOCIADA AL CMB (COSMIC MICROWAVE BACKGROUND)
5- THEMIS
6- GREGOR
7- STARE
8- OGS
9- VTT

Veamos una pequeña descripción de cada uno de ellos por separado.

1- IAC-80

El telescopio IAC-80 fue diseñado y construido completamente por el IAC. Fue un gran reto en el campo de la instrumentación astronómica ya que era la primera vez que personal científico español construía un instrumento de estas características (hasta entonces todos los telescopios "profesionales" fueron construidos en el extranjero). Este proyecto comenzó en 1980 y no vería su primera luz hasta 1991 lo que da una idea de la magnitud de la tarea y de las enormes dificultades surgidas. Sus características técnicas son de 80 centímetros de apertura y 9 metros de distancia focal. La instrumentación asociada al telescopio es una cámara CCD de 2.048 x 2.048 píxeles y la cámara TCP (Tromsoe CCD Photometer), un instrumento optimizado para fotometría de lectura rápida que se construyó en el Departamento de Física de la Universidad de Tromsoe (Noruega) en colaboración con el CUO (Copenhagen University Observatory). Entre los logros científicos conseguidos con el IAC-80 están el descubrimiento de la enana marrón Teide 1, la observación durante diez años de una lente gravitatoria dando lugar a importante información sobre la materia oscura en el Universo y la obtención de imágenes de un cuerpo celeste responsable de una violenta explosión de rayos gamma. Actualmente el uso principal del instrumento es la de banco de pruebas para instrumentación en grandes telescopios (como el GTC) y de prácticas para los estudiantes.

Cúpula que alberga al telescopio IAC-80.

2- LABORATORIO SOLAR

El Laboratorio Solar es un conjunto de seis instrumentos de distintas instituciones que operan de modo continuado, siendo el IAC (concretamente el grupo de Sismología Solar y Estelar y Búsqueda de Exoplanetas) el responsable de su explotación. Su objetivo científico primario es el estudio del interior solar usando herramientas de Heliosismología. La instalación consta de dos enclaves, la Pirámide "Van der Raay" que contiene instrumentos heliosismológicos y el Edificio Anexo que sirve como centro de control. El primer instrumento que se instaló fue el "Mark-1" en 1976, un espectrofotómetro por dispersión resonante de la Universidad de Birmingham. En 1981 se implementa el concepto de "Red Observacional" (combinación de datos procedentes de instrumentos similares situados en distintos puntos del planeta con el fin de obtener medidas solares las 24 horas del día). A partir de ahí se pusieron en marcha numerosas redes internacionales de sismología solar teniendo todas ellas uno de sus nodos en el Laboratorio Solar.

Los seis instrumentos del Laboratorio Solar son además del ya citado Mark-1, el GONG-T (Golbal Oscillations Network Group), el ECHO-T (Experiment for Coordinated Helioseismic Observations), el TON+ (Taiwan Oscillations Network), el TELAST y el PASS.

3- TELESCOPIO CARLOS SÁNCHEZ (TCS)

El TCS fue diseñado y construido bajo la dirección del prof. J. Ring (Imperial College of Science Technology and Medicine) en colaboración con otros grupos del Reino Unido. Operativo desde 1972, fue transferido posteriormente por el SERC inglés en 1982 al IAC. Lleva el nombre de Carlos Sánchez Magro, astrofísico del IAC

(especialista en instrumentación infrarroja), que falleció repentinamente seis días después de la inauguración oficial de los observatorios.
Se trata de un telescopio para trabajos en el infrarrojo con un espejo primario de 1,52 metros de diámetro y una distancia focal de 21 metros. La instrumentación asociada que se usa en la actualidad es la cámara infrarroja CAIN, el fotómetro infrarrojo FIN y el SCIDAR, un instrumento que mide la intensidad de la turbulencia atmosférica y su dependencia con respecto a la altitud.

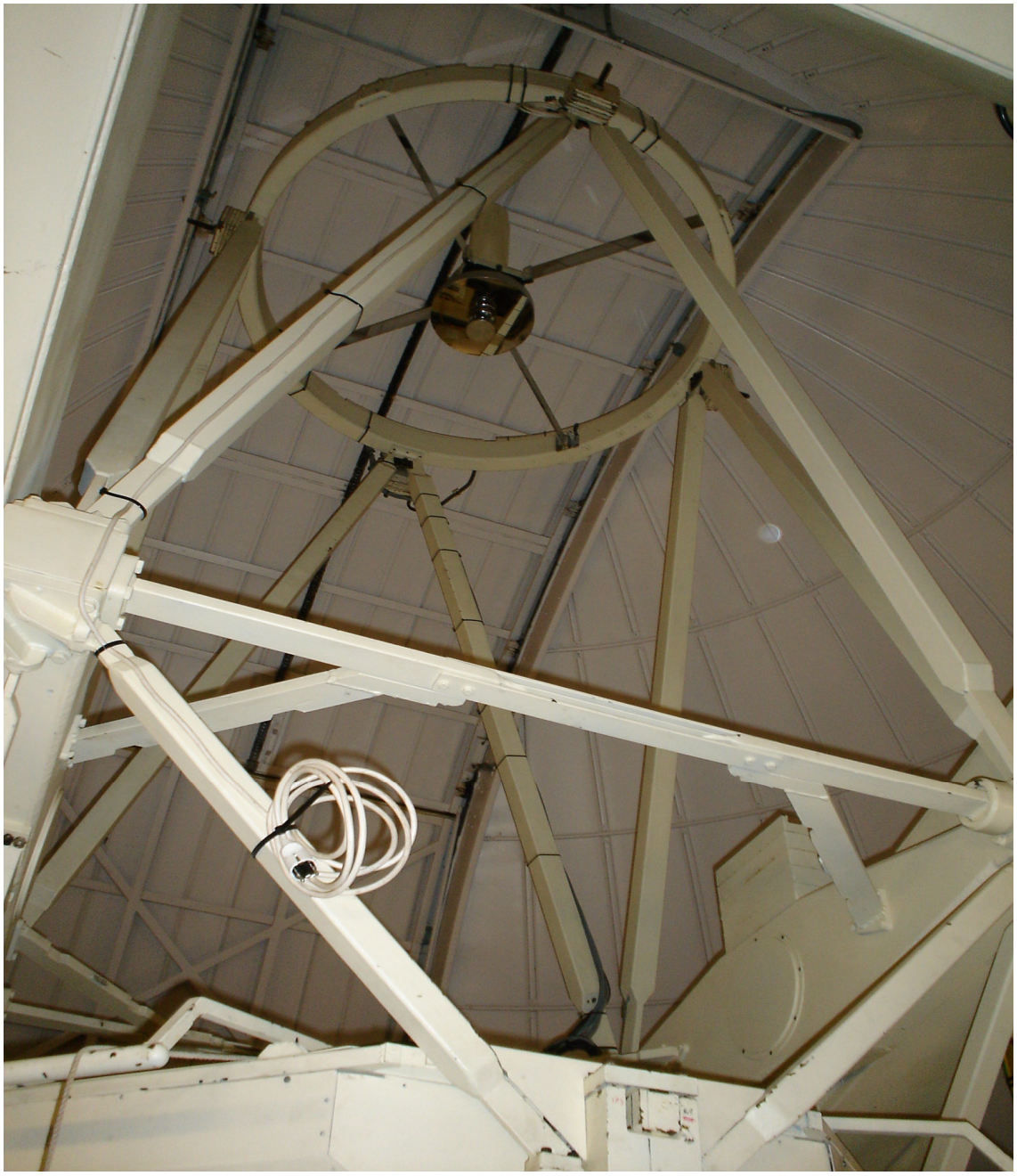


Imagen del Telescopio Carlos Sánchez.

Algunos de los logros científicos obtenidos por el TCS han sido la creación de un catálogo de galaxias con formación estelar en la banda de emisión de H-α, la fotometría del asteroide 2002 NY40 que pasó a 750.000 kilómetros de la Tierra y el estudio

fotométrico del cúmulo Sigma Orionis en las bandas R, I y J junto con el OGS y el IAC-80.

4- INSTRUMENTACIÓN ASOCIADA AL CMB (COSMIC MICROWAVE BACKGROUND)

Los estudios del Fondo Cósmico de Microondas (FCM) comenzaron en 1984 como resultado de una colaboración entre el Nuffield Radio Astronomy Laboratories (actualmente Jodrell Bank Observatory) de la Universidad de Manchester y el IAC. Tres instrumentos bajo el "Experimento Tenerife del Fondo Cósmico de Microondas" fueron instalados entre 1984 y 1990 para medir las anisotropías del FCM en el rango de frecuencias de 10-33 GHz con una resolución angular de unos 5 grados. Sus resultados confirmaron el descubrimiento de las anisotropías del FCM realizado por el satélite COBE de la NASA.

Posteriormente se han realizado otros experimentos como los bolómetros IAC-Barto, el interferómetro JB-IAC, y en la actualidad están operando el VSA y el experimento COSMOSOMAS.

El VSA (Very Small Array) es un proyecto conjunto entre el grupo de Astrofísica del Laboratorio Cavendish (Cambridge, Reino Unido), el Jodrell Bank Observatory y el IAC. El experimento que comenzó sus operaciones en octubre de 2000 usa un conjunto de 14 antenas (semejantes a una antena receptora de televisión por satélite) de 30 centímetros de diámetro, que funcionan como un conjunto interferométrico. Este sistema permite medir el FCM substrayendo la radiación terrestre y atmosférica no deseada debido a que ésta llega en diferentes instantes a cada una de las antenas receptoras.

El experimento COSMOSOMAS fue diseñado y construido en el IAC. Comenzó sus operaciones en 1998. Consta de dos instrumentos, el COSMO11 y el COSMO15 ideados para realizar mapas de las estructuras cosmológicas en escalas angulares intermedias, y también de la emisión difusa de nuestra galaxia.

5- THEMIS

Sus siglas corresponden a Telescopio Heliográfico para el Estudio del Magnetismo y las Inestabilidades Solares. Es un telescopio solar de 90 centímetros y pertenece a las agencias nacionales de investigación de Francia (CNRS/INSU) e Italia (INFA).

Francia lleva desarrollando instrumentación desde la década de los cincuenta y el grupo solar del Observatorio de París llegó a ser líder internacional en observaciones de magnetismo solar durante la década de los setenta. En 1982 el citado grupo ideó el proyecto de construir un gran telescopio solar, construcción que comenzaría en 1993 y culminó con su primera luz en 1996. Desde 1999 está abierto a la comunidad internacional.

6- GREGOR

Es un telescopio solar de 1,5 metros desarrollado por un consorcio alemán compuesto por el Instituto Kiepenheuer de Física Solar, el Instituto Astrofísico de Postdam, el Observatorio de la Universidad de Gotinga y otros socios. Está diseñado para medir con alta precisión el campo magnético y el movimiento del gas en la fotosfera y cromosfera solares y para hacer espectroscopía estelar de alta resolución.

Ya desde mediados de los ochenta la comunidad científica alemana disponía de dos telescopios solares, el VTT (Telescopio de la Torre a Vacío) de 70 centímetros, y el GCT (Telescopio Gregory-Coudé) de 45centímetros. Con el paso del tiempo surgieron nuevas necesidades (y posibilidades) y se tomó la decisión de sustituir el GCT por un

telescopio más moderno, empleando así una infraestructura ya existente en un lugar de excelentes condiciones.
El GREGOR posee una estructura de Óptica Adaptativa y dos instrumentos post-foco, un espectrógrafo de larga rendija y un espectrómetro bidimensional. Con este instrumento se pretende desarrollar el estudio de la actividad magnética, la cual da origen al ciclo de actividad y es responsable de las manchas solares, protuberancias, fulguraciones y eyecciones de masa coronal.

7- STARE

El telescopio STARE (siglas en inglés de Astrofísica Estelar e Investigación de Exoplanetas) de 10,2 centímetros y distancia focal de 2,96 metros fue desarrollado en los Estados Unidos a finales de los noventa. Su primera ubicación fue el High Altitude Observatory (HAO) en Boulder (Colorado) y desde 2001 se encuentra en el Teide. Durante su ubicación en Colorado este telescopio pudo detectar el tránsito del planeta que orbita alrededor de la estrella HD209458.
En el año 2004 se descubrió el tránsito del planeta extrasolar TrES-1 alrededor de una estrella en la constelación de Lira. Además se ha podido determinar su masa y su radio. También se han descubierto sistemas binarios de baja masa y nuevas estrellas pulsantes.

8- OGS

Sus siglas en inglés significan Estación Óptica Terrestre y fue instalada por la Agencia Espacial Europea con el propósito de investigar en el campo de las comunicaciones ópticas entre satélites.
Además esta estación equipada con un telescopio de 1 metro de diámetro, desde el año 2001, lleva también un programa de rastreo de basura espacial en la órbita geoestacionaria y en la órbita de transferencia GEO.
Entre los logros obtenidos por la OGS, que se inauguró en 1995, están los de establecer más de 100 enlaces bidireccionales con el satélite geoestacionario ARTEMIS, consiguiendo así obtener el primer sistema estable de comunicación óptica entre tierra y satélite. Se pretende con este programa el estudio de los efectos de la turbulencia atmosférica en el rendimiento de las comunicaciones ópticas entre estaciones terrestres y satélites.
Desde el año 2002, funciona en la OGS una Estrella de Referencia de Sodio (generada por el grupo de Estudios de Alta Resolución del IAC), cuya finalidad es la de analizar la variación en altura, anchura y densidad de la capa de sodio mesosférico con vistas al desarrollo de instrumentos de óptica adaptativa.

9- VTT (siglas en inglés de Telescopio de Torre al Vacío)

El telescopio VTT pertenece a cuatro instituciones alemanas: el Instituto de Astrofísica de Postdam, el Instituto Kiepenheuer de Física Solar (Friburgo), el Instituto Max Planck para la investigación del Sistema Solar (Lindau) y el Observatorio de la Universidad de Gotinga. El diseño del VTT fue desarrollado en Friburgo a mediados de los setenta, pero no se instalaría en Canarias hasta 1986, comenzando con su explotación científica en 1988.
Además del VTT, en 1985 comenzó a trabajar el Telescopio Gregory-Coudé (GCT), un instrumento del Observatorio de la Universidad de Gotinga, terminando su explotación en Canarias en el año 2002 para ser sustituido por el GREGOR.
El VTT es un telescopio solar clásico, un celostato introduce la luz en el telescopio que se extiende a lo largo de la torre. El espejo primario es de 70 centímetros de diámetro.

Dispone de varios instrumentos adicionales, entre ellos el Polarímetro Infrarrojo de Tenerife.

Vista aérea del Observatorio del Teide. Cortesía del IAC.

Imagen general del Observatorio del Teide. Cortesía del IAC.

b) OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS
Estas instalaciones de carácter internacional cuentan con los siguientes telescopios:

1- ISAAC NEWTON GROUP OF TELESCOPES (ING)
2- SUPERWASP
3- DOT
4- LIVERPOOL TELESCOPE
5- GALILEO
6- NOT
7- MERCATOR
8- GTC
9- CARLSBERG MERIDIAN TELESCOPE
10- SST
11- MAGIC

Panorámica del Observatorio del Roque de los Muchachos. Cortesía del IAC.

Veamos una pequeña descripción de cada uno de los instrumentos citados anteriormente:

1- ISAAC NEWTON GROUP OF TELESCOPES (ING)

El ING pertenece y es operado conjuntamente por el Particle Physics and Astronomy Research Council (PPARC) del Reino Unido, el Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) de Holanda y el IAC.
El Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING) está formado por tres telescopios: el William Herschel Telescope (WHT) de 4,2 metros, el Isaac Newton Telescope (INT) de 2,5 metros y el Jacobus Kaptein Telescope (JKT) de 1 metro. Veamos la descripción de cada uno de ellos por separado.

1.1 WILLIAM HERSCHEL TELESCOPE (WHT)

El WHT cuenta con un espejo primario de 4,2 metros y es uno de los telescopios más productivos científicamente del mundo.
Este telescopio, que hasta la construcción del GTC era el más grande situado en suelo europeo. Tiene un amplio número de instrumentos lo que le permite realizar observaciones en longitudes de onda ópticas y del infrarrojo cercano, así como la realización de imágenes o de espectros.

La idea del WHT se remonta a finales de los sesenta cuando los astrónomos británicos discutían qué telescopio se podría construir en el hemisferio Norte que mejor satisfaciera sus objetivos. La idea tomó cuerpo en 1974 cuando el Science Engineering Research Council (SERC) empezó a desarrollar la idea. El diámetro del espejo primario de 4,2 metros se debe a la disponibilidad de la empresa norteamericana Owens-Illinois de un bloque de vitrocerámica de ese tamaño. Dicho bloque fue pulido por Grubb-Parsons en el Reino Unido. La carestía del proyecto llevó al SERC a negociar una participación del 20% con Holanda en 1981. La construcción comenzó en 1983 y la primera luz tuvo lugar el 1 de junio de 1987.

Como logros científicos destacan los relativos a cosmología observacional. Por ejemplo, largas exposiciones han permitido el descubrimiento de los objetos más lejanos jamás observados. El estudio de supernovas de tipo Ia (relacionadas con etapas tardías de la evolución de un sistema estelar binario consistente en una enana blanca y una compañera) ha permitido determinar la escala de distancias extragalácticas. También se ha producido la primera detección de un Gamma Ray Burst (GRB) y el descubrimiento de la primera estrella de tipo enana marrón.

1.2 ISAAC NEWTON TELESCOPE (INT)

El Telescopio Isaac Newton (INT) tiene un espejo primario de 2,54 metros y se usa principalmente para realización de imágenes de gran campo.
Es en la década de los cuarenta cuando los astrónomos británicos plantearon la necesidad de disponer de un telescopio suficientemente grande para poder competir científicamente con los de Estados Unidos y la actual Rusia. Bajo la financiación del Tesoro y del Almirantazgo británicos se decidió construir un telescopio de 100 pulgadas. Este instrumento, al que tendrían acceso todos los astrónomos británicos, fue construido en Herstmonceux (Sussex, Reino Unido) a donde se había trasladado el RGO. El INT se inauguró en 1967. Sin embargo, en búsqueda de unas mejores condiciones de cielo, a lo largo de la década de los setenta se planeó el traslado del telescopio. En 1984 se instaló en su ubicación actual en la Isla de la Palma.

El logro científico más significativo ha sido la primera evidencia de la existencia de un agujero negro de dimensiones estelares en nuestra galaxia. Pero también se ha detectado por vez primera una galaxia oscura (formada de materia oscura), se han descubierto nuevas galaxias en el Grupo Local, se ha detectado la rotura de del núcleo del cometa C/1999 S4 (LINEAR), se ha descubierto una gigantesca corriente de estrellas en el halo de la galaxia de Andrómeda y también de un inmenso anillo estelar rodeando al plano principal de la Vía Láctea.

1.3 JACOBUS KAPTEIN TELESCOPE (JKT)

El JKT posee un espejo primario parabólico de 1 metro de diámetro. La idea de su construcción se remonta a la década de los sesenta, cuando estaba floreciendo en el RGO una escuela de astrometría fotográfica. Era conocido por aquel entonces el determinar con mucha precisión los movimientos propios de los objetos celestes comparando placas de la misma zona del cielo con unos 50 años de diferencia entre sí. Por tanto, se decidió diseñar un instrumento especial para fotografía celeste con los últimos adelantos de la época. El instrumento se construyó entre 1977 y 1982. En 1983 se trasladó a la isla de la Palma. La primera placa fotográfica se tomó el 23 de marzo de 1984.

En la actualidad tiene como instrumentación asociada una cámara CCD (una SITe2 de 2048 x 2048 píxeles) y se utiliza principalmente para el estudio del comportamiento de la atmósfera para su posterior aplicación a los trabajos en óptica adaptativa para otros telescopios situados en la Palma. Entre los logros obtenidos por este telescopio cabe destacar la participación en la localización del “Gran Atractor”, la detección del estallido del cometa LINEAR y la participación en la detección de la primera microlente gravitatoria.

2- SuperWASP (Wide Angle Search for Planets)

Es una cámara fotográfica robótica de campo extremadamente ancho y está diseñada para detectar planetas extrasolares alrededor de estrellas relativamente brillantes mediante la técnica del tránsito. El sistema, que pertenece al consorcio WASP formado por astrónomos del Reino Unido y de España, permite obtener una imagen del cielo cada 45 minutos. Se compone de hasta ocho cámaras fotográficas individuales (cada una con lentes de 200 mm. f1,8) sobre un detector CCD de 2048 x 2048 píxeles de tamaño reducido enfriado termoeléctricamente.

SuperWASP tiene su origen en la serie COmet CAMeras (COCAM) del grupo de telescopios Isaac Newton en los noventa, con las que se obtuvieron imágenes de la cola de sodio del cometa Hale-Boop. Posteriormente en el año 2000 operó durante tres meses el WASP0, con el cual se observó la viabilidad científica y atrajo financiación para el instrumento que describimos en este apartado.

3- DOT

Sus siglas se corresponden a Dutch Open Telescope (Telescopio abierto holandés), el cual está pensado para obtener imágenes de alta resolución de la atmósfera solar.
La idea del ingenio fue del profesor C. Zwaan del Instituto Astronómico de la Universidad de Utrecht y el diseño fue liderado por R. H. Hammerschlag. Fue instalado entre 1996 y 1997 y recibió su primera luz en ese último año.

El DOT está ubicado sobre una torre de acero y no dispone del sistema de vacío utilizado para disminuir las turbulencias atmosféricas causadas por la radiación solar que se concentra en el telescopio. En su lugar, el DOT utiliza el viento para ventilar el telescopio y sus alrededores.

4- LIVERPOOL TELESCOPE

El Liverpool Telescope (LT) es un telescopio en el rango visible con un espejo principal de 2 metros de diámetro. Se construyó especialmente para su uso robótico y se dedica al estudio de fenómenos astronómicos variables: estrellas variables, discos de acreción alrededor de agujeros negros, estrellas de neutrones, enanas blancas, cuásares, núcleos galácticos activos, lentes gravitatorias, objetos en movimiento como asteroides y cometas, novas, supernovas y las contrapartidas ópticas a las explosiones de rayos gamma.

El LT es un proyecto conjunto entre la Universidad Liverpool John Moores y el Royal Greenwich Observatory (RGO). El proyecto comenzó en 1996 y no vería su primera luz hasta 2003. Su instrumentación asociada consiste en una cámara CCD para el visible y una cámara para el infrarrojo.

5- GALILEO

El Telescopio Nacional Galileo (TNG) es un telescopio italiano altacimutal de 3,6 metros. Pertenece y está financiado por el Instituto Nacional Italiano de Astrofísica (INAF). El proyecto se originó en 1982 y su inauguración tuvo lugar en 1996.

El campo de trabajo de este telescopio es amplio, destacando el estudio de cuerpos menores en órbita alrededor del Sol con el objetivo de reconstruir la historia de la formación del Sistema Solar, la búsqueda de planetas alrededor de estrellas cercanas con el propósito de conocer la existencia de otros sistemas planetarios y si puede haber otros planetas habitables, el estudio de los objetos más alejados del Universo con la pretensión de conocer cuándo se formaron las primeras estrellas y cómo se produjeron la mayoría de los elementos químicos.

6- NOT

El Telescopio Óptico Nórdico (NOT) es un telescopio visible e infrarrojo de 2,6 metros de diámetro. Está dirigido por un consorcio de consejos de investigación de Dinamarca, Finlandia, Noruega, Suecia y la Universidad de Islandia. Fue inaugurado en 1989.

Como logros científicos cabe destacar su contribución en cosmología, por ejemplo en resultados sobre remanentes visibles de explosiones de rayos gamma y estudios sobre supernovas de tipo Ia. También destaca en el seguimiento espectroscópico multi-anual de manchas y campos magnéticos sobre superficies de estrellas activas similares al Sol. Se han estudiado también los cuerpos del Sistema Solar, desde la superficie de Mercurio, el descubrimiento de nuevas lunas en Urano y Neptuno, y la medida de las órbitas y formas de asteroides que podrían impactar con la Tierra en un futuro.

7- MERCATOR

Es un telescopio cuasi-robótico de 1,2 metros de diámetro y 14,4 metros de distancia focal. Está diseñado para la vigilancia de fenómenos celestes variables como estrellas variables, lentes gravitatorias, estallidos de rayos gamma o núcleos galácticos activos.

Este telescopio es fruto de una colaboración entre el Instituto de Astronomía de la Universidad de Leuven (Bélgica) y el Observatorio de Ginebra (Suiza). Desde el año 2000 está montado en La Palma y está operativo desde mayo de 2001.

Entre la instrumentación asociada está el fotómetro de dos canales PT-2000 que se sitúa en el foco Nasmyth y la cámara CCD denominada MEROPE para el foco Cassegrain. En enero de 2005 se aprobó el proyecto de construcción del espectrógrafo HERMES.

El programa científico del telescopio consiste entre otras cuestiones, el estudio de la variabilidad de las estrellas de la secuencia principal (o cerca de ella) para analizar su estructura interna (astrosismología) contribuyendo así a una mayor comprensión de la estructura y evolución estelar, y a la determinación de distancias y edad en el Universo. También se hacen estudios de la variabilidad en estrellas evolucionadas para mejorar el conocimiento de su rápida fase evolutiva. Se estudian también las medidas del retraso en lentes gravitatorias de cuásares estimando así de modo independiente la escala de distancias del Universo y por ende, la constante de Hubble. En cuanto a la detección y seguimiento de las contrapartidas ópticas de los estallidos de rayos gamma la facilidad de respuesta de este telescopio hace que sea un instrumento muy interesante para este tipo de trabajos.

8- GTC

El Gran Telescopio de Canarias (GTC) es un telescopio de 10,4 metros inaugurado oficialmente el 13 de julio de 2007 en el Roque de los Muchachos, aunque en dicha fecha los trabajos de puesta a punto estaban inconclusos. Este telescopio liderado por España observará en los rangos del visible y del infrarrojo y contará inicialmente como instrumentación post-foco con cuatro instrumentos: OSIRIS, CanariCam, ELMER y EMIR. Este telescopio fue promovido por el IAC en el año 1987 y 20 años después tuvo lugar la primera luz. Aunque el proyecto comenzó siendo 100% español en la actualidad participan también México (a través del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica) y los Estados Unidos (a través de la Universidad de Florida), ambos países asumen con un 5% cada uno, el coste total del instrumento. Como contrapartida ambos países están integrados en el "Comité de seguimiento de la utilización del GTC" y obtendrán un 5% del tiempo de observación.

El espejo primario del GTC está compuesto de 36 piezas hexagonales que unidas tienen un tamaño equivalente de 10,4 metros de diámetro. Para optimizar la calidad de la imagen obtenida el GTC utilizará dos técnicas: la óptica activa y la óptica adaptativa. La primera consiste en la alineación, deformación y movimiento de los espejos con el fin de que las condiciones externas (climatología, temperatura, etc.) no influyan en la imagen. La segunda consiste en utilizar espejos deformables para compensar las aberraciones que sufre la luz a su paso por la atmósfera.
Se espera que esté disponible a lo largo de 2009, y con él se podrán "ver" los objetos más distantes y más débiles pretendiendo así dar respuestas a muchas preguntas sobre la creación del Universo.
Puede verse más información sobre este instrumento en el apartado específico de esta Memoria que se dedica a esta instalación.

9- CARLSBERG MERIDIAN TELESCOPE

El telescopio meridiano Carlsberg (CMT) es un antiguo círculo meridiano (construido por Grubb-Parsons en 1950) reformado y automatizado en los años setenta por el Observatorio de la Universidad de Copenhague (CUO). Su principal tarea es la observación de astros a su paso por el meridiano del lugar de observación.

En 1983 este instrumento (que operaba desde 1950 en el Observatorio de Broefelde en Dinamarca) fue trasladado a La Palma y un año más tarde comenzó a operar siendo manejado por el CUO, el Real Observatorio de Greenwich (RGO) y el Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA). La participación británica cambió del RGO al Instituto de Astronomía de Cambridge (IoA) que se mantuvo hasta 2001. En 1999 el CUO abandonó el proyecto y cedió el instrumento al IAC, y éste a su vez, lo dejó en usufructo al ROA. Como instrumentación asociada hasta 1999 dispuso de un micrómetro fotoeléctrico y desde finales de 1999 cuenta con una cámara CCD que opera en modo de barrido continuo (TDI, Drift Scan).

Los resultados obtenidos con el CMT se publican en la serie de catálogos "CMT, La Palma". Los 11 primeros números contienen ascensiones rectas, declinaciones, movimientos propios y magnitudes de estrellas y objetos del Sistema Solar medidos con el micrómetro fotoeléctrico. Los tres números siguientes CMC12, CMC12 y CMC14 contienen datos de objetos observados con la CCD.

10- SST (Swedish 1-meter Solar Telescope)

El telescopio solar sueco (SST) de 1 metro pertenece y es operado por el Instituto de Físca Solar de la Real Academia Sueca de las Ciencias. Vio su primera luz en mayo de 2002 y sustituyó al SVST (Swedish Vacuum Solar Tower) que funcionó en La Palma de 1985 a 2000.

La luz recogida en lo alto de la torre se envía al sótano del edificio mediante dos espejos de 1,4 metros. El tubo del telescopio trabaja a vacío para evitar la degradación de la imagen por el aire caliente. La parte inferior del tubo se refrigera mediante agua fría para evitar daños debidos al calor producido por la radiación solar. Aunque la imagen de una lente es de mala calidad (ya que los diversos colores se enfocan a distintas distancias de la lente), el SST salva el problema ya que dispone de un corrector Schupmann que reúne todos los colores en un único foco. Además, el SST dispone de un sistema de óptica adaptativa para evitar las imágenes borrosas obtenidas por la falta de homogeneidad y turbulencias de la atmósfera terrestre.

Los primeros datos obtenidos con el SST han proporcionado importantes revelaciones. Por ejemplo, se "ha visto" por primera vez que los filamentos que forman la penumbra de manchas solares muestran núcleos oscuros. También se ha descubierto que en regiones cercanas a las manchas aparecen unas estructuras estrechas y oscuras que se han denominado "hairs y canals".

11- MAGIC

MAGIC (Major Atmospheric Gamma ray Imaging Cherentkov telescope) es un telescopio capaz de detectar rayos gamma de muy alta energía (por encima de 10 GeV). La historia de este tipo de telescopios es muy corta. Fue en 1989 cuando por primera vez un telescopio detectaba una fuente intensa de rayos gamma. Ese telescopio fue el telescopio Whipple (situado en Arizona) que utilizó la técnica Cherenkov para descubrir

que la nebulosa del Cangrejo emitía rayos gamma. Posteriormente, ya en la Palma, los telescopios del experimento HEGRA (High Energy Gamma Ray Astronomy) operaron simultáneamente y su éxito llevó a la idea de construir un gran telescopio para esta región del espectro en 1996.

Este instrumento de gran complejidad técnica lleva tomando datos desde 2004. Se ha observado con este instrumento la nebulosa del Cangrejo, llegando a la conclusión de que el mecanismo que produce los rayos gamma se debe a la existencia en su centro de un púlsar, una estrella muy densa que rota decenas de veces por segundo en torno a su eje generando campos magnéticos y eléctricos muy intensos. Con MAGIC también se han detectado varios núcleos activos de galaxias, agujeros negros con una masa de millones de veces la de nuestro Sol que se esconden en el centro de algunas galaxias generando chorros gigantescos de materia, chorros en los que se aceleran partículas y se producen rayos gamma.

ALGUNAS IMÁGENES DEL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (CORTESÍA DEL IAC)

Vista panorámica

Cúpula del WHT

Telescopio MAGIC

Imagen del NSST

Telescopio abierto holandés

BIBLIOGRAFÍA

http://www.iac.es/ (Página web oficial del Instituto de Astrofísica de Canarias).

OBSERVATORIOS ASTROFÍSICOS DE CANARIAS. Editado por el Instituto de Astrofísica de Canarias. Depósito legal TF-571/2005. Material producido bajo la actividad "Coordinación e integración de las instalaciones del Observatorio Norte Europeo (ENO)" dentro del proyecto OPTICON, financiado por la Comisión Europea (Sexto Programa Marco, contrato RII3-CT-2004-001566).

LA ESTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE SATÉLITES DE VILLAFRANCA (HOY ESAC)

INICIOS

La estación de seguimiento de satélites de Villafranca del Castillo (VILSPA) está situada en Villanueva de la Cañada (Madrid) y pertenece a la European Space Agency (ESA). Se decidió su establecimiento en 1974 por el Consejo Rector de ESRO (organización que antecedió a la ESA) y fue inaugurada en 1978.
Su fundador y primer director fue Andrés Ripoll Muntaner. Ripoll, nacido en Barcelona en 1934, se formó como ingeniero aeronáutico en la Escuela Politécnica de Madrid. Desde 1969 hasta 1975 trabajó en diversos puestos como empleado de la sociedad formada por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y la National Aeronautics Space Administration (NASA), participando en programas espaciales tripulados como Apolo, Skylab y Apolo-Soyuz, así como en otros no tripulados. Desde 1975 hasta 1988, ya como funcionario de la ESA, trabajó en el complejo de VILSPA (VILlafranca, SPAin) cuya principal misión era el control y explotación de varias misiones espaciales científicas y tecnológicas, especialmente la del satélite IUE. A partir de 1988 y hasta 1994, funda y dirige el Centro Europeo de Astronautas (EAC) de la ESA, situado en Colonia (Alemania).

Pero ¿por qué en Villafranca del Castillo? Se eligió España por dos motivos. Un motivo era que las frecuencias que se utilizarían para enviar y recibir datos entre el satélite IUE y la estación de seguimiento era difícil de conseguir en otros países y en España estaban disponibles. Por otro lado estaba la posición del satélite, en el Atlántico Norte (70º Oeste), que también apuntaba a España. Una vez seleccionado el país había que buscar un emplazamiento adecuado. Este lugar debería ser un valle orientado al Sur con buena línea de horizonte. Debería estar flanqueado por colinas con elevación suficiente para evitar interferencias, tener buenas condiciones climáticas, haber poco ruido artificial, así como buenas condiciones logísticas.

Con el paso del tiempo han sido muchas las misiones que se han llevado a cabo desde VILSPA (denominada European Space Astronomy Centre –ESAC- desde 2004). Aparte de la mencionada del IUE, hay que destacar también la participación en las misiones ISO y recientemente (en la primavera de 2006) en XMM-Newton e INTEGRAL.

Un buen conocedor de las actividades realizadas en Villafranca es Antonio Talavera Iniesta. Antonio Talavera fue enviado a Francia por López Arroyo (astrónomo del Observatorio de Madrid) para hacer la tesis doctoral (entre 1978 y 1982) en el Observatorio de París-Meudon. Recuerda Talavera que había un acuerdo de colaboración con los franceses para realizar instrumentación para el telescopio de 1,52 metros de Calar Alto a cambio de tiempo de observación. Ese acuerdo se rompió durante la dirección de José Pensado en el OAN e hizo peligrar la estancia en Francia de Antonio Talavera. Afortunadamente, pudo seguir formándose en París, gracias a una beca francesa. Allí pudo familiarizarse con técnicas impensables en aquella época en España. Así por ejemplo recuerda la revolución de los detectores en los que se pasó de la placa fotográfica a la CCD, pasando por sistemas intermedios como las placas electronográficas (o placas nucleares) y el Reticon (detector lineal para espectroscopía). También destaca otra revolución en el tratamiento de datos con la llegada de los

primeros densitómetros digitales para aplicaciones generales de digitalización de imágenes (por ejemplo el PDS de Perkin Elmer –que el primero en España llegó en 1983), y con el desarrollo de los primeros sistemas de tratamiento de datos como el CDCA de Niza, el sistema Tololo-Viena, IHAP de ESO (más tarde llegarían MIDAS, Starlink, IRAF, etc.).
Antonio Talavera durante la realización de su tesis, vino en varias ocasiones a Villafranca como observador en el satélite IUE, entre 1979 y 1981. Desde 1983 hasta 1995, trabajó en VILSPA como astrónomo de soporte del IUE. Posteriormente, tras pasar por el Laboratorio de Astrofísica Experimental y Física Fundamental para trabajar con el satélite MINISAT, fue contratado para trabajar en la misión XMM-Newton.

A continuación describiremos brevemente las principales misiones en las que se ha trabajado en VILSPA: IUE, ISO, XMM-Newton e INTEGRAL.

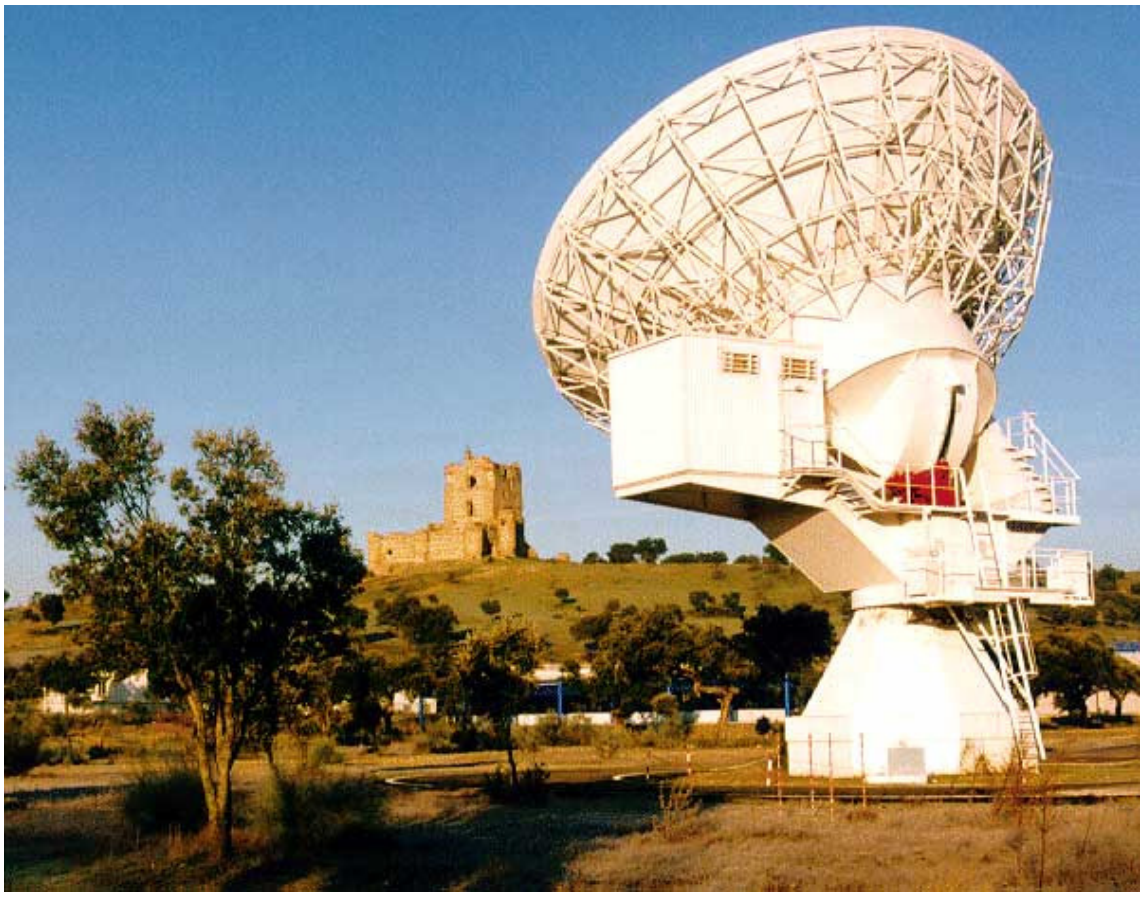


Imagen de la Estación de Villafranca. Cortesía de ESA.

IUE
Sus siglas corresponden a International Ultraviolet Explorer y fue un proyecto conjunto de la NASA, ESA y del Science and Engineering Research Council (SERC) inglés. Este satélite es un excelente ejemplo de colaboración internacional y ha marcado importantes pautas desde entonces.
El instrumental de a bordo consistía en un telescopio de 45 centímetros, dos espectrógrafos y varias cámaras. Fue lanzado por la NASA hacia una órbita geoestacionaria el 26 de enero de 1978 y después de un período de calibración de dos meses fue ofrecido a la comunidad científica. Desde Villafranca se ha llevado tanto el

Centro de Control de la Misión (MOC) como el Centro de Operaciones Científicas (SOC), labores compartidas con el GSFC (Goddard Space Flight Center) de la NASA. Aunque la misión estaba prevista que durase 3 años finalmente duró ¡más de 18! (dejó de transmitir el 30 de septiembre de 1996). Su aprovechamiento ha sido excepcional. Con este observatorio espacial se han obtenido 104.470 imágenes de alta y baja resolución de 9.600 fuentes astronómicas, dentro de la banda del ultravioleta (1.150-3.350 Angstrons).

IUE fue el primer satélite científico que permitió la presencia de astrónomos visitantes en las estaciones de seguimiento para la realización de observaciones en tiempo real. Ante un nuevo suceso, el tiempo de respuesta era menor a una hora. Esta flexibilidad a la hora de cambiar el objetivo ha permitido que se pudieran obtener medidas simultáneas de un mismo objeto, tanto desde tierra como desde el espacio, en distintas longitudes de onda. A los 10 años de su puesta en servicio, 830 astrónomos pasaron por las instalaciones del GSFC y 770 por las de Villafranca.

Pero la misión no estuvo exenta de problemas; 5 de sus 6 giroscopios fallaron. Cuando dejó de operar el cuarto giroscopio en 1985, el IUE continuó sus trabajos gracias a una novedosa puesta al día del sistema de control usando el sensor solar como sustituto. Incluso cuando solamente estaba funcionando un giroscopio (después de fallar el quinto en 1991) el sistema se pudo estabilizar en sus tres ejes añadiendo medidas de estrellas.

La producción científica ha sido excepcional. A los 10 años ya se habían publicado más de 1.400 artículos científicos. Hasta 2002 se publicaron 3.585 artículos con datos de IUE y se habían leído unas 250 tesis doctorales. A día de hoy se siguen publicando artículos con los datos de IUE. Las más de 10.4000 imágenes obtenidas se han transformado en 111.000 espectros disponibles a través del sistema de archivos astronómico INES, el cual está operado por LAEFF para toda la comunidad científica. Comenta Antonio Talavera que IUE pasará a la historia por ser el primer archivo de datos astronómicos de acceso libre a toda la comunidad científica, primero mediante cintas magnéticas y luego a través de internet. Puede decirse que IUE es la raíz del último gran invento en el desarrollo de la Astronomía, el Observatorio Virtual.
Para finalizar, el astrónomo Antonio Talavera comenta que *en España no se ha sacado el provecho que se debiera a este observatorio. Ha faltado un grupo fuerte en el UV, sobre todo aquí en Madrid*.

Impresión artística del satélite IUE. Cortesía de ESA.

ISO
La misión Infrared Space Observatory (ISO) fue la primera misión 100% europea. Desde Villafranca se ha llevado el Centro de Operaciones Científicas de la misión, lo que ha permitido un gran crecimiento de la estación en número de astrónomos y de ingenieros.
El ISO era un observatorio espacial que trabajó en la banda del infrarrojo, lo que limitaba el tiempo de la misión, ya que para medir en la citada longitud de onda era necesario enfriar todo el sistema a temperaturas próximas al cero absoluto (alrededor de 3º Kelvin). Para enfriar el sistema se utilizó un gran contenedor de helio líquido.
El lanzamiento, mediante un cohete Ariane desde la base de Kourou (Guyana Francesa), se produjo el 17 de noviembre de 1995 y la misión estaba prevista que durase 15 meses, sin embargo duró 3 meses más de lo previsto (finalizó la misión el 16 de mayo de 1998) ya que en esos 15 meses se gastó menos helio del que se había calculado inicialmente.
Constaba de cuatro instrumentos (ISOCAM, ISOPHOT, SWS y LWS) que realizaban las observaciones en distintas longitudes de onda (desde las 2.5 micras hasta las 240).

XMM-Newton (X-ray Multimirror Mission).
Es un observatorio de rayos X que lleva a bordo tres instrumentos principales: tres telescopios que realizan imágenes en distintos rangos de energía (denominados European Photon Imaging Cameras –EPIC-), dos espectrógrafos de rayos X (denominados Reflection Grating Spectrometers –RGS-), y un pequeño telescopio óptico (denominado Optical Monitor –OM-).
Este observatorio fue lanzado el 10 de diciembre de 1999 desde un cohete Ariane 5 que partió desde la Guyana Francesa. La misión está prevista que finalice el 31 de marzo de 2010. El centro de operaciones de la misión está situado en el European Space Operations Centre (ESOC) de la ESA que está situada en Darmstadt (Alemania) mientras que el centro de operaciones científicas está en Villafranca.
La componente científica comienza con la convocatoria de tiempo de observación. En Villafranca se reciben las propuestas de los distintos grupos de investigación y son valorados por un comité de asignación de tiempos. Comenta Talavera que a diferencia del IUE ahora no viene nadie a observar. Por una parte se ahorran costes, pero aquella presencia de astrónomos que había con IUE se aprovechaba con la realización de Seminarios, Conferencias, encuentros con estudiantes que querían hacer la tesis... Se perdió contacto humano.
El XMM-Newton Survey Science Centre (SSC), situado en la Universidad de Leicester (Reino Unido), procesa, archiva y relaciona las observaciones de XMM-Newton junto con los datos existentes en otras partes del mundo.

INTEGRAL (INTErnational Gamma Ray Astrophysics Laboratory).
Se trata de un observatorio astronómico de altas energías perteneciente a la ESA. Consta de dos telescopios de rayos gamma junto con cuatro instrumentos de a bordo.
Estos instrumentos permiten la observación simultánea en la banda de rayos gamma, rayos X y en el visible de un objeto celeste, con la finalidad de encontrar fuentes de rayos gamma. Este observatorio fue lanzado el 17 de octubre de 2002 desde la base rusa de Baikonur situada en la República de Kazakistán.
El Centro de Control de la Misión está también en ESOC, mientras que el Centro de Operaciones Científicas (INTEGRAL Science Operations Centre) que inicialmente estaba en Holanda (European Space Research & Technology Centre –ESTEC-) se encuentra en la actualidad en las instalaciones de Villafranca.

Los cuatro instrumentos que se encuentran a bordo son los siguientes:
-SPI (Spectrometer on Integral)
-IBIS (Imager on Board the Integral Satellite)
-JEM-X (Joint European X-ray Monitor)
-OMC (Optical Monitoring Camera)

MISIONES FUTURAS
El próximo satélite que tiene previsto lanzar la ESA es HERSCHEL, que es un observatorio que trabajará en el IR y si todo sale bien mejorará las prestaciones del ISO. Otra misión a la vista, aunque no a corto plazo, será GAIA, un survey que pretende ser una mejora del satélite HIPPARCOS. Con GAIA se pretenden realizar medidas astrométricas, fotométricas y espectroscópicas de objetos estelares.
Además de las misiones astronómicas, también se trabaja en misiones de Sistema Solar como Venus Express o Mars Express.

BIBLIOGRAFÍA:

http://ines.vilspa.esa.es/ines/Ines_PCentre/iue.html. Consulta realizada el 26/9/2006.

http://www.esa.int (Página web oficial de la ESA).

KONDO, Y.; WAMSTEKER, W.; STIKLAND, D. *IUE: 15 years and counting*. September 1993. Sky & Telescope, p 30-33.

LONGDON, N. (Editor). *Beyond the visible. A Decade of Observations with the International Ultraviolet Explorer (IUE)*. Publicado por ESA Publications Division. ESTEC. Noordwijk. Holanda. 1988. ISSN 1010-5301.

LONGDON, N. (Editor). *Una ventana española en el Universo*. Publicado por ESA Publications Division. Noordwijk. Holanda. 1987. ISSN 1010-5301.

TALAVERA, A. *Comunicación privada*. 2006.

PRIMEROS CONGRESOS DE LA ASTRONOMÍA ESPAÑOLA: LAS ASAMBLEAS NACIONALES DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Auspiciadas por la Comisión Nacional de Astronomía (CNA), y a través del Instituto Geográfico y Catastral (hoy Instituto Geográfico Nacional), las Asambleas Nacionales de Astronomía y Astrofísica (ANAA) eran unas reuniones científicas de los diferentes grupos en España que realizaban investigaciones en Astronomía. Se celebraron cinco ediciones los años, 1975, 1977, 1980, 1983 y 1990. Constituían foros de gran interés ya que daban una idea de los diferentes grupos que había y en qué estaba investigando cada uno, así como se fomentaba la colaboración entre los mismos.

Sin embargo, antes de la celebración de estas asambleas, la cátedra de Astronomía del Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos de la Universitat de Barcelona organizó (los días 14 y 15 de diciembre de 1973) la I Reunión del Grupo de Astrofísica de la Comisión Nacional de Astronomía. En la reunión se presentaron los siguientes trabajos, divididos en cuatro sesiones:

*Sesión: Abundancia de Elementos de las Estrellas (moderador: Manuel Rego).
- Observaciones astronómicas en el ultravioleta lejano (Mª José Fernández y Manuel Rego)
- Problemas ETL-no ETL en la determinación de abundancias (Eduardo Simonneau)
- Determinación de la distancia de púlsares. Densidad electrónica interestelar (Jesús Gómez)
- Abundancias peculiares en estrellas de carbono y otras gigantes rojas (Jordi Isern)

*Sesión: Evolución Estelar y Nucleosíntesis (moderador: Ramón Canal)
- Contribución a la teoría de la nucleosíntesis de los elementos ligeros (Ramón Canal)
- Influencia de las partícular alfa sobre las energías de formación de elementos ligeros en reacciones de astillado (Blai Sanahuja)
- Fotometría fotográfica UBV del cúmulo galáctico King 19 (Teodoro Vives, Carmen Morales, Jesús García Pelayo y Francisco J. Barbero)
- Aproximación hidrodinámica a la convección estelar (José Mª Massaguer)
- Sobre algunos problemas del colapso gravitatorio (Joaquín Díaz Alonso)
- Sobre la emisividad de algunos procesos de producción de neutrinos (José Chabás)

*Sesión: Cielo Nocturno y Materia Interplanetaria (moderador: Francisco Sánchez)
- Informe sobre los trabajos realizados en Tenerife para la determinación de la turbulencia óptica de la atmósfera (Juan Casanovas)
- Desarrollo de un sistema fotoeléctrico para ocultaciones de estrellas por la Luna (M. A. Acosta, R. Ortiz y R. Vieira).
- Centelleo interplanetario de 3C273 (Robert Estalella y Antonio Rius)
- Sobre la determinación experimental de los agentes ionizantes del medio interestelar por la razón He+ / H+ (Jesús Gómez)
- Luz de cielo nocturno. Su estudio en el Instituto Universitario de Astrofísica de la Universidad de la Laguna (Francisco Sánchez)

*Sesión: Espectroscopía astronómica (moderador: Manuel López Arroyo)
- El efecto de la lente gravitacional en Beta-Lyrae (Prem Kundanmal)

- Medida de velocidades radiales de Beta-Lyrae entre longitudes de onda 4100-6000 Amstrongs (Gracia Rodríguez Caderot y Manuel Rego)
- Espectroscopía Astrofísica en el Instituto de Óptica (Rafael Velasco Ferrer)
- Espectroscopía en el Observatorio Astronómico de Madrid (Manuel López Arroyo)

Regresemos ahora a las Asambleas Nacionales de Astronomía y Astrofísica y veamos un resumen de lo acontecido en las mismas.

La I Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica se celebró en Tenerife del 8 al 13 de septiembre de 1975 siendo la institución local organizadora el Instituto Universitario de Astrofísica de la Universidad de La Laguna (el Instituto de Astrofísica de Canarias se crearía unos días después).
Es de destacar algunas palabras de Rodolfo Núñez de las Cuevas (a la sazón director general del Instituto Geográfico y Catastral y presidente de la CNA) en el discurso inaugural. Núñez de las Cuevas dedicó unas palabras a José María Torroja como creador del Observatorio del Teide y a Francisco Sánchez como ideólogo del Instituto de Astrofísica de Canarias que *seguro que pronto lo convertirá en un centro científico orgullo de España*.
Destacó también la importancia de que prácticamente todos los especialistas en Astronomía y Astrofísica se juntaran para conocer en profundidad los trabajos que se venían desarrollando en distintos puntos del país.
Núñez de las Cuevas hizo énfasis además en la situación de las nuevas infraestructuras que se estaban ejecutando. Comentó que estaba a punto de comenzar la instalación de un radiotelescopio en el Observatorio de Yebes, que el telescopio de 1,52 metros del Observatorio Astronómico Nacional estaba próximo a llegar a España y que en Calar Alto ya estaba instalado el telescopio alemán de 1,23 metros. Anunció que al año siguiente (en 1976) se adjudicarían las obras para albergar en Calar Alto el telescopio de 2,2 metros, la cámara Schmidt, los laboratorios y la residencia de astrónomos.

Además de esto, en la Asamblea se presentaron 97 comunicaciones, divididas en 40 de Astronomía y 57 de Astrofísica.
Entre los trabajos que se incluyeron en "Astronomía" se presentaron comunicaciones de los grupos de la Universidad de Zaragoza (Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos), Observatorio Astronómico Nacional, Observatorio Astronómico de la Facultad de Ciencias de la Universitat de Valencia, Universitat de Barcelona (Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos), Universidad Complutense de Madrid (cátedra de Astronomía y Geodesia de la Facultad de Ciencias Matemáticas), e Instituto y Observatorio de la Marina.
Destaca la ausencia de algún trabajo de José María Torroja, posiblemente debido a las malas relaciones que mantenía con Francisco Sánchez.
Entre los incluidos en "Astrofísica" presentaron trabajos los siguientes grupos: Instituto de Astrofísica de la Universidad de la Laguna, Observatorio Astronómico Nacional, Universidad Complutense de Madrid (Departamento de Mecánica y Astronomía de la Facultad de Ciencias), Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE), Instituto de Óptica, Universidad a Distancia (Departamento de Física), Observatorio de Meudon (París), Observatorio Universitario de Cartuja, Instituto de Astrofísica de París, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (Madrid), Observatorio de Niza, Universitat de Barcelona (Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos) y CIF Leonardo Torres Quevedo.

La II Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica tuvo como sede San Fernando (Cádiz) entre el 12 y el 16 de diciembre de 1977. El centro organizador fue el Instituto y Observatorio de Marina.
En esta Asamblea nuevamente el director general del Instituto Geográfico Nacional y presidente de la CNA, Rodolfo Núñez de las Cuevas pronunció un discurso en el acto inaugural. En él habló sobre las nuevas instalaciones en Yebes (radiotelescopio de 13,7 metros de diámetro, astrógrafo doble y telescopio solar de 15 centímetros de apertura), finalización de las obras del edificio y cúpula para el telescopio de 1,52 metros del OAN en Calar Alto. Comenta los avances en la construcción del edificio y cúpula para el telescopio de 2,2 metros, los laboratorios y la residencia de astrónomos del CAHA (indicando que en 1979 estaría todo en funcionamiento) y comenta la futura construcción de un gran telescopio de 3,5 metros. Núñez de las Cuevas habló también sobre VILSPA y comenta su misión principal de transmisión, recepción y proceso de datos del satélite IUE.
Destaca además las mejoras en las instalaciones del Instituto y Observatorio de Marina y los Institutos de Astrofísica de Canarias y Andalucía, así como la utilización de las antenas de Fresnedillas, Robledo y Cebreros para estudios de Radioastronomía por grupos de Zaragoza, Barcelona y Madrid.
En su discurso inaugural, Rodolfo Núñez recordó la importancia de la CONIE al abrir posibilidades para que investigadores españoles comenzasen a trabajar en Astrofísica espacial tanto en proyectos propios como en la participación en el IUE o en el SpaceLab.
También destacó el inicio de conversaciones con franceses y alemanes para la instalación de una radioantena de 30 metros en Granada, así como de negociaciones a nivel de Ministerio de Asuntos Exteriores para la instalación en los observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos de instrumentos procedentes de instituciones científicas europeas.
En cuanto a los recursos humanos, Rodolfo Núñez hizo especial hincapié en la creación de algunas plazas (en el OAN aumentarán a 6 las plazas del cuerpo de Astrónomos y actualmente están convocadas 5 plazas de agregados para Madrid, Barcelona, Zaragoza, Valencia y Tenerife y 2 plazas de adjuntos), aunque no tantas como se hubiera deseado.

En esta Asamblea se presentaron 102 comunicaciones procedentes de 24 centros: Observatorio Astronómico de Madrid, cátedra de Astronomía y Geodesia (Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid), Astrofísica (Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid), Comisión Nacional de Investigación del Espacio, Instituto de Óptica del CSIC, Instituto Geográfico Nacional, Departamento de Física de la UNED, Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos (Universitat de Barcelona), Departamento de Matemáticas (Universitat Autónoma de Barcelona), Facultad de Filosofía y Letras (Universitat de Barcelona), Instituto de Astrofísica de Canarias, Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos (Universidad de Zaragoza), Instituto de Astrofísica de Andalucía, Observatori de l´Ebre, Servicio Geográfico del Ejército, Observatorio Astronómico Hispano-Alemán, Max Planck Institut für Astronomie, Specola Vaticana, Observatorio de París, Institut d´Astrophysique de París, Institut Henri Poincaré, Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia, Instituto y Observatorio de Marina y Departamento de Física (Facultad de Ciencias de Palma de Mallorca).
Es de destacar que en los dos volúmenes de Comunicaciones ya no se hace distinción entre trabajos de Astronomía y de Astrofísica.

Aprovechando la reciente inauguración del Centro Astronómico Hispano-Alemán de Calar Alto, la III Asamblea Nacional tuvo lugar en Almería del 29 de septiembre al 4 de octubre de 1980. El discurso inaugural fue leído por Julio Morencos Tévar, director general del Instituto Geográfico Nacional y presidente de la CNA, el cual versó sobre la gran necesidad de cooperación entre los distintos grupos de investigación españoles para aprovechar al máximo las nuevas instalaciones que se estaban poniendo en marcha.

Se presentaron 84 trabajos que se recogieron en dos volúmenes.
Los trabajos provenían de los siguientes centros: Instituto de Astrofísica de París, Grupo de Radiación Cósmica de la CONIE, Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos de la Universitat de Barcelona, Departamento de Astrofísica (Facultad de Ciencias Físicas) de la Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Mecánica y Astronomía de la Universitat de Valencia, Instituto de Astrofísica de Canarias, Observatorio Astronómico Nacional, Max Planck Institut für Astronomie y Centro Astronómico Hispano-Alemán, Imperial College of Science and Technology (junto al IAC), Instituto de Astrofísica de Andalucía, Kobenhavns Universitets Astronomiske Observatorium (junto con el IAA), Observatorio de la Universitad de Gottingen (junto con el IAC), Departamento de Física de la Universitat de Palma de Mallorca y el Instituto Astronómico de Ondrejov, Instituto de Óptica del CSIC (junto con el OAN), Department of Physics of the University of Birmingham (junto con el IAC), Observatorio de París-Meudon y Centro Astronómico de Yebes, Instituto y Observatorio de la Marina, Department of Astronomy of the University of Manchester (junto con el IAA), cátedra de Astronomía y Geodesia de la Universidad Complutense de Madrid (Facultad de Matemáticas), Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos de la Universidad de Zaragoza.
Como no podía ser de otra forma, los asistentes tuvieron la oportunidad de subir a la Sierra de los Filabres para conocer in situ las modernas instalaciones astronómicas de Calar Alto.

La IV Asamblea tuvo lugar en Santiago de Compostela del 6 al 11 de junio de 1983, tras las gestiones realizadas por el profesor José Ángel Docobo (que en el curso anterior se había incorporado a la universidad compostelana) ante el director del OAN, José Pensado. El discurso inaugural, a diferencia de las asambleas anteriores, fue pronunciado por el presidente del Comité Organizador, Eduardo García-Rodeja Fernández, por aquel entonces decano de la Facultad de Matemáticas y director del Seminario Matemático de la Universidade de Santiago de Compostela y versó sobre la figura del astrónomo Ramón María Aller Ulloa. Se presentaron nada más y nada menos que 143 trabajos además de dos conferencias.

Presentaron trabajos los siguientes grupos: Instituto de Astrofísica de Canarias, Instituto de Astrofísica de Andalucía, Observatoire de Nice (junto con el IAA), Observatorio Astronómico Nacional, Max Plank Institut für Radioastronomie, Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos de la Universitat de Palma de Mallorca y el Instituto Astronómico de Ondrejov, Royal Greenwich Observatory y Observatorio Astronómico Universitario de Bologna, Departamento de Mecánica y Astronomía (Facultad de Matemáticas) y Departamento de Física Teórica (Facultad de Físicas) de la Universitat de Valencia, Imperial College (junto con el IAC), Space Science Department of ESA (junto con el IAC), Departamento de Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid, Department of Physics of the University of Birmingham (junto con el IAC), Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia, Departamento de Física de la

Universitat Politécnica de Barcelona, INTA, Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos de la Universitat de Barcelona, Departamento de Matemáticas de la Universitat Politécnica de Barcelona (junto con el Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos de la Universitat de Barcelona), Observatorio de París-Meudon (junto con el Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos de la Universitat de Barcelona), Space Science Department of ESA (junto con el Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos de la Universitat de Barcelona), Observatoire de Meudon y Groupe d´Astrophysique –USMG-, Centro Astronómico de Yebes y Departamento de Física de la Universidad de Alcalá de Henares, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (junto con el MPIR), Instituto de Astronomía de la UNAM (junto con el MPIR), cátedra de Astronomía y Geodesia (Facultad de Matemáticas) de la Universidad Complutense de Madrid, Observatorio Astronómico Ramón María Aller de la Universidade de Santiago de Compostela, Observatori Fabra, Instituto y Observatorio de Marina, Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos de la Universidad de Zaragoza, Departamento de Matemáticas I (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales) de la Universidad de Zaragoza, Departamento de Astronomía de la Universidad de Zaragoza, Departamento de Agricultura y Economía de la Universidad de Zaragoza, Departamento de Física Fundamental (Facultad de Ciencias) de la Universidad de Cádiz.
En esta IV ANAA se comenzaron a hacer las primeras gestiones para tratar de constituir una sociedad profesional de astrónomos españoles.

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

COMISION NACIONAL DE ASTRONOMIA

IV ASAMBLEA NACIONAL DE ASTRONOMIA Y ASTROFISICA

COMUNICACIONES

I

Santiago de Compostela, del 6 al 11 de Junio de 1983

Portada de las actas de la IV Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica.

La V Asamblea (y última) tuvo lugar 7 años después en 1990. Tuvo lugar en Madrid del 26 al 29 de noviembre en las instalaciones que el Ministerio de Obras Públicas tenía junto al OAN en el Parque del Retiro. Los 58 trabajos que se presentaron se recogieron en el *Boletín Astronómico del Observatorio de Madrid*, concretamente en el volumen XII, números 3 y 4.

Se presentaron contribuciones de los siguientes centros: Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universitat de Barcelona, Departamento de Matemática Aplicada II (Facultad de Informática) de la Universitat Politécnica de Cataluña, Observatoire Midi-Pyrenees, Grupo de Astrofísica del Institut d´Estudis Catalans, Instituto de Astrofísica de Canarias, Departamento de Matemática Aplicada y Telemática de la Universitat Politécnica de Cataluña, Instituto de Astrofísica de Andalucía, Departamento de Matemática Aplicada y Astronomía de la Universitat de Valencia, LAEFF, Departamento de Física Aplicada (Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial) de la Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Física Aplicada de la Universitat Politécnica de Catalunya, Departamento de Física e Ingeniería Nuclear de la Universitat Politécnica de Catalunya, Instituto de Astrofísica de París, Observatorio Astronómico Nacional, Observatoire de Paris-Meudon (Departement d´Astrophysique Stellaire et Galactique), Dipertimento di Astronomia (Universita di Padova), SISSA (Trieste, Italia), Instituto de Astronomia de la UNAM, Centro Astronómico de Yebes del IGN, Space Science Department of ESA, Departamento de Física Aplicada I (Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y de Telecomunicaciones) de la Universidad del País Vasco, Grupo de Mecánica Espacial de la Universidad de Zaragoza, Departamento de Matemática Aplicada (EPS La Rioja), Departamento de Matemática Aplicada a la Ingeniería (ETS de Ingenieros Industriales) de la Universidad de Valladolid, Departamento de Matemática Aplicada Fundamental (Facultad de Ciencias) de la Universidad de Valladolid, Instituto de Astronomía y Geodesia (UCM-CSIC), Real Instituto y Observatorio de la Armada, Observatorio Astronómico Ramón María Aller de la Universidade de Santiago de Compostela, IFIC (CSIC-Universidad de Valencia), Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia.

BIBLIOGRAFÍA

ACTAS DE LAS ASAMBLEAS NACIONALES DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA.

Resumen de los trabajos presentados en la I Reunión Nacional del Grupo de Astrofísica. Recogido en Urania. Números 281-282. Julio-Diciembre de 1974.

CONSOLIDACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ESPACIAL EN ESPAÑA

Este apartado es continuación de "Comienzos del desarrollo de la investigación espacial". En aquel epígrafe vimos el establecimiento de estaciones de seguimiento de satélites y las colaboraciones con la NASA y con ESRO. En los años finales de la década de los sesenta se mantuvo esta colaboración y a la vez, España comenzó sus propios programas espaciales.

Veamos primero qué fue de las estaciones de seguimiento que se habían creado por iniciativa de la NASA.
-Estación de Maspalomas: En 1975, la NASA decidió no utilizar más la estación y transfirió las instalaciones y parte de su equipamiento al INTA. Estuvo cerrada hasta 1979, año en el que la CONIE la reactivó. Desde entonces trabaja para la ESA, NASDA y para programas espaciales españoles como Minisat, Hispasat, Helios y Cospas/SARsat. Esta instalación recibe hoy el nombre oficial de Centro Espacial de Canarias.

-Estación de Robledo de Chavela: Inicialmente contó con una antena de 26 metros de diámetro y en la actualidad, tras sucesivas ampliaciones, cuenta con cinco, siendo la mayor de ellas de 70 metros. Esta estación ha participado en todas las misiones de la NASA de exploración del Sistema Solar y ha colaborado en otras misiones de la ESA como Ulysses, SOHO y Cassini-Huygens, entre otras. La participación de España en esta estación (a diferencia de lo ocurrido en Gran Canaria) ha sido importante desde el principio. El 3 de marzo de 1970 la NASA transfirió la responsabilidad para su mantenimiento y operación al INTA y en 1972 personal español sustituyó a los últimos técnicos norteamericanos. En la actualidad esta instalación recibe la denominación de Madrid Deep Space Comunication Complex (MDSCC).

-Estación de Cebreros: El 14 de junio de 1969 la NASA transfirió al INTA la responsabilidad operacional de la estación y contaría desde entonces con una plantilla de 60 personas. Funcionó hasta 1982 y el 19 de abril de 1983 la estación es transferida totalmente al INTA, pero dejó de ser operativa en mayo de 1986. Recientemente este lugar ha cobrado un nuevo protagonismo al instalar la ESA una estación de espacio profundo. Es una estación que ha sido inaugurada el 28 de septiembre de 2005 y consta de una antena de 35 metros de diámetro (es la segunda de este tipo y es gemela a la primera estación de espacio profundo que se instaló en Nueva Norcia –Australia- en 2002). Está operada de forma remota desde el Centro Europeo de Operaciones Espaciales (ESOC) de Darmstadt (Alemania) y su primera misión ha sido el seguimiento de la nave Venus Express.

-Estación de Fresnedillas: El 18 de diciembre de 1972 la NASA transfirió la responsabilidad de su operación y mantenimiento al INTA, contando con una plantilla de 145 personas. En la primera mitad de los años ochenta, la NASA decidió concentrar sus esfuerzos solamente con la estación de Robledo. Como consecuencia la estación de Fresnedillas dejó de ser operativa trasladándose la antena de 26 metros y su equipamiento asociado a Robledo. La estación de Fresnedillas fue transferida al gobierno español el 12 de junio de 1987. Inicialmente estuvo en las manos del INTA y posteriormente pasó al Ministerio de Defensa.

Una última colaboración entre España y la NASA es la utilización desde 1983 de la base de las Fuerzas Aéreas de Zaragoza como pista de aterrizaje de emergencia para los transbordadores espaciales de la NASA. Un año más tarde, en 1984, se designó también para la misma misión a la base de Morón de la Frontera.

PRIMER PASO DE UN PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN ESPACIAL: CREACIÓN DE LA CONIE

Oficialmente el gobierno español se interesó por la investigación y el desarrollo de actividades espaciales con la creación de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE) por Ley 47/1963 que se aprobó el 8 de julio.

Hubo un programa preparatorio entre 1964 y 1967. El presupuesto era de unos 150 millones de pesetas anuales y se consideraban dos tipos de actividades, tecnológicas y científicas.

En cuanto a las actividades tecnológicas, la CONIE adoptó cuatro líneas principales: construir y operar una zona de lanzamientos de cohetes de sondeo; diseñar y desarrollar cohetes; diseñar y desarrollar plataformas espaciales y mejorar las instalaciones terrestres existentes.

En cuanto a las actividades científicas hubo tres programas con cohetes de sondeo, un programa con globos y también la mejora de algunos observatorios científicos.

PRIMER PLAN NACIONAL (1968-1974)

En un momento económico complicado con la participación española en ESRO, la CONIE consiguió con mucho esfuerzo renegociar la contribución española en esta organización y convenció al gobierno para sacar adelante el primer plan nacional del espacio. Con un presupuesto de 600 millones en 6 años se destinó este esfuerzo sobre todo en actividades tecnológicas (sobre el 95% del presupuesto) dentro de las cuatro principales líneas citadas anteriormente. Dentro de estas líneas es de destacar el lanzamiento del primer satélite español: el INTASAT.

En cuanto a las actividades científicas, se llevaron a cabo principalmente cuatro programas en los que se usaron cohetes. El primero fue un estudio de la atmósfera a una altitud de 60 kilómetros conducida conjuntamente por el INTA, la NASA y el Instituto Nacional de Meteorología (INM). El segundo fue un estudio del viento a una altura de 100 kilómetros conducido por el INTA y el INM. El tercer programa fue diseñado para medir la evolución del oxígeno atómico en la noche entre 80 y 100 kilómetros de altura, el cual fue una colaboración entre el INTA y el Space Aeronomy Institute of Belgium (IASBG). El cuarto programa conducido principalmente por la CONIE, NASA y CNES (Centre Nacional d´Etudes Spatiales) trató de estudiar la capa E de la ionosfera (E-layer).

Dentro de los experimentos en los que se han utilizado globos hay que destacar dos programas. El primero fue un programa conjunto entre el INTA y la Universitat Autònoma de Barcelona que se diseñó para estudiar la radiación cósmica con globos volando a una altura de 36 km. El segundo fue un desarrollo conjunto entre el Observatorio Astronómico de Madrid, el Instituto Astrofísico de la Universidad de Lieja, el NOAA (Nacional Oceanic & Atmospheric Administration) y la CONIE para estudios solares.

Hubo también otros experimentos desde tierra como un estudio de meteoritos y muestras lunares por espectroscopía de masas llevado a cabo por la CONIE, la Junta de

Energía Nuclear (JEN) y el California Institute of Technology (Caltech). Además la CONIE y la JEN colaboraron en un proyecto en el que analizaron polvo lunar proporcionado por la NASA a través de las misiones Apolo XI y XII.

ACTIVIDADES 1975-1986

La transición política en España impidió la aprobación de un nuevo plan del espacio. En 1977 las responsabilidades del Ministerio del Aire (incluidas las del INTA y la CONIE) se traspasaron al Ministerio de Defensa. Con esta nueva situación los presupuestos de la CONIE se fueron reduciendo paulatinamente. Se abandonó el desarrollo de nuevos satélites INTASAT y el desarrollo de actividades con cohetes de sondeo y los experimentos científicos se redujeron. La plantilla de CONIE que era de 98 personas en 1975 (35 de ellas en la estación de El Arenosillo) se redujo a 12 en 1986. Este personal se incorporó al INTA ese mismo año y posteriormente se transfirieron al Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental.

Dentro de los programas científicos se completaron los iniciados bajo el primer plan como la recepción de señales ionosféricas desde el INTASAT y el estudio de los experimentos realizados en las campañas de lanzamientos de cohetes de sondeo. Hay que añadir también cinco nuevos programas científicos: dos programas de la CONIE para el estudio de la dinámica de la atmósfera y de la capa D de la ionosfera (D-layer) Los otros tres eran programas cooperativos para estudios astronómicos, para investigar fenómenos electromagnéticos en la ionosfera y para estudios de la estratosfera y mesosfera. Además se iniciaron dos programas con uso de globos.

ACTIVIDADES 1986-

A partir de 1986 tras la aprobación de la Ley de la Ciencia, desapareció la CONIE. Se creó el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) con la responsabilidad de la representación española en la ESA y el control del retorno científico e industrial. La tarea de definir y financiar el plan nacional de investigación espacial (PNIE) se asignó al órgano responsables del plan nacional de I+D (el primero fue para el período 1988-1991). Desde el año 2000 (con el inicio del Plan Nacional de I+D+i 2000-2003) el PNIE cambió de denominación pasándose a llamar Plan Nacional del Espacio (PNE).

Algunos de los logros que se han obtenido en estos últimos años han sido el programa Hispasat, la primera selección de un astronauta español o la primera vez que un español es investigador principal en un programa espacial.

BIBLIOGRAFÍA

DORADO, J. M., BAUTISTA, M., SANZ-ARANGUEZ, P. *Spain in Space. A short history of Spanish activity in the space sector*. Publicado por la ESA en agosto de 2002.

ESPAÑA EN LA ESA

DATOS GENERALES
Antes de comenzar con las principales actividades que España ha realizado y/o realiza en la European Space Agency (ESA) vamos a exponer unos datos generales sobre este organismo europeo.

La ESA fue fundada en 1975 como unión de dos organizaciones europeas independientes: ESRO (satélites) y ELDO (lanzadores). Estas organizaciones fueron creadas en 1962. En ELDO participaban Alemania, Bélgica, Francia, Italia, Holanda y Reino Unido. En ESRO, además de los seis países mencionados, se añadieron Dinamarca, España, Suecia y Suiza. Estos diez paises fueron los fundadores de la ESA. A los pocos meses se añadiría Irlanda convirtiéndose en el undécimo miembro.

En la actualidad la ESA está formada por 17 Estados Miembros. A los 11 miembros existentes a 31 de diciembre de 1975 se han ido añadiendo (entre paréntesis aparece su año de adhesión):
12º miembro: Austria (1987)
13er miembro: Noruega (1987)
14º miembro: Finlandia (1995)
15º miembro: Portugal (2000)
16º miembro: Grecia (2005)
17º miembro: Luxemburgo (2005)

Además la ESA colabora con otras agencias espaciales de Estados Unidos, Canadá, Rusia, Japón y China.
Hay países que forman parte de la ESA y que no forman parte de la Unión Europea (UE) y viceversa. Por ello, a finales de 2003 se firmó un Acuerdo Marco de colaboración conjunta (que entró en vigor en 2004). La ESA y la UE trabajan conjuntamente en políticas enfocadas a: obtener beneficios prácticos en la vida cotidiana, mejorar la seguridad, lograr pronósticos del clima más fiables, mejora de las telecomunicaciones, mejorar la navegación, y proteger mejor los recursos generales.

Los objetivos generales de la ESA son la búsqueda del conocimiento científico, la mejora de la calidad de vida en la Tierra, promover una cooperación exitosa en Europa, y promocionar la industria europea.

La Delegación de la ESA en España (y por lo tanto la representación española) recae desde 1986 en el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), órgano que también se encarga de la gestión del Programa Nacional del Espacio, de los programas bilaterales con otras agencias espaciales distintas de la ESA y de los programas de los retornos insdustriales derivados de las compras civiles o militares de satélites que realiza España. Antes de 1986, la Delegación había recaído en la CONIE.

INSTALACIONES
La ESA cuenta con varias instalaciones repartidas por todo el mundo. Su sede central se encuentra en París, cuenta con centros especializados en Holanda, Alemania, Italia y

España, oficinas en Washington, Moscú y Bruselas, además del Centro de Lanzamientos en la Guyana Francesa.

Veamos una pequeña descripción de los centros especializados:
ESTEC: Centro Europeo de Investigación y Tecnología Espacial. Está situado en Noordwijk (Holanda). Es la mayor instalación de la ESA. Sus funciones son realizar el desarrollo técnico y la gestión de los programas espaciales de la ESA y dar soporte técnico a misiones ya en órbita. Además es sede del Directorado de Vuelos Tripulados y del grupo de Ciencia Espacial.

EAC: Centro Europeo de Astronautas. Situado en Colonia (Alemania). Es la instalación de base y formación de los astronautas europeos.

ESOC: Centro Europeo de Operaciones Espaciales (Darmstadt-Alemania). En esta instalación se garantiza que todos los satélites en órbita funcionen correctamente. Los centros de control de ESOC (los cuales están conectados a estaciones de tierra de todo el planeta) se ocupan de controlar y seguir a los satélites, enviando las instrucciones oportunas (tanto para maniobras del satélite como para operaciones de la carga útil).

ESRIN (Frascati-Italia): Gestiona el segmento terrestre de los satélites de observación de la Tierra de la ESA y de otros organismos. Alberga además, el mayor archivo de datos medioambientales de Europa.

ESAC (Villafranca-España): Entre otras funciones pone a disposición de la comunidad científica internacional completos archivos de datos.

MISIONES
Veamos a continuación un listado de las misiones de la ESA referentes al estudio del Sol, de la Tierra y del Sistema Solar, y de estudio del Universo. En negrita se resaltan las misiones en las que España ha participado en algún instrumento de la misión.

Estudio del Sol

SATÉLITE	AÑO LANZAMIENTO	MISIÓN
ESRO-2	1968	Rayos cósmicos y rayos X procedentes del Sol
ISEE-B	1977	Satélite internacional de exploración Sol-Tierra
Ulises	1990	El primer satélite en sobrevolar los polos del Sol
SOHO	1995	Estudiar el núcleo del Sol, la corona exterior y el viento solar
Cluster	2000	Interacción entre el viento solar y la magnetosfera terrestre
Solar Orbiter	2011 (previsto)	Estudio del Sol desde “muy cerca”

En la misión SOHO, España ha participado en los instrumentos CEPAC y GOLF.

La Tierra y el Sistema Solar

SATÉLITE	AÑO LANZAMIENTO	MISIÓN
AURORAE	1968	Bordes polares del cinturón de radiación de Van Allen

HEOS-1	1968	Campos magnéticos interplanetarios
BOREAS	1969	Bordes polares del cinturón de radiación de Van Allen
HEOS-2	1972	Campos magnéticos interplanetarios
ESRO-4	1972	Variaciones de temperatura en las capas altas de la atmósfera
GEOS-1	1977	Plasma, partículas y ondas en el campo magnético terrestre
GEOS-2	1978	Movimiento en las capas altas de la atmósfera
Giotto	1985	Estudio de los cometas Halley y Grigg-Skjellerup
Cassini-Huygens	1997	Explorar Saturno y sus lunas
Mars Express	2003	Exploración de Marte
SMART-1	2003	Exploración de La Luna
Huygens	2004	Sondear la atmósfera y la superficie de Titán
Rosetta	2004	Orbitar el cometa Churyumov-Gerasimenko y lanzar módulo Píale
Venus Express	2005	Exploración de Venus y su atmósfera
Bepi Colombo	2012 (previsto)	Exploración de Mercurio

Para la Mars Express, España participó en el instrumento PFS. En Huygens con HASI. En Rosetta con OSIRIS y GIADA. En Venus Express con PFS y VIRTIS. Finalmente, en Bepi Colombo se está trabajando en BELA y MIXS.

Exploración del Universo

SATÉLITE	AÑO LANZAMIENTO	MISIÓN
TD-1A	1972	Midió la radiación UV de 15.000 estrellas
COS-B	1975	Observaciones en rayos gamma
IUE	1978	Observaciones en UV de 10.000 objetos
Exosat	1983	Emisiones de rayos X de fenómenos astronómicos
Hipparcos	1989	Medidas astrométricas y fotométricas de 120.000 estrellas
Hubble	1990	Observatorio astronómico orbital
ISO	1995	Emisión IR de objetos próximos y lejanos
XMM-Newton	1999	Telescopio de rayos X
Integral	2002	Observación de rayos gamma de los fenómenos más energéticos
Corot	2006	Detección de planetas rocosos extrasolares
Herschel	2009 (previsto)	Emisión IR de estrellas y galaxias
Planck	2009 (previsto)	Estudio de la Radiación de Fondo de Microondas
SMART-2		Tecnología para la misión LISA
GAIA	2010 (previsto)	Cartografía de precisión de mil millones de estrellas
JWST	2011 (previsto)	Telescopio espacial de segunda generación

LISA	2012 (previsto)	Detección de ondas gravitatorias
Darwin	2014 (previsto)	Detección de planetas tipo Tierra

España participó en Hipparcos con la elaboración de los catálogos de entrada. En la misión ISO se participó en el instrumento ISOPHOT. En XMM-Newton en el Survey Science Centre. En Integral se trabajó en sus cuatro instrumentos, IBIS, JEM-X, SPI, y OMC (de este último su investigador principal es José Miguel Mas). En Herschel con PACS, SPIRE e HIFI. Planck con LFI. Y en el futuro telescopio espacial James Webb Space Telescope (JWST), que sustituirá al Telescopio Espacial Hubble, se trabaja en NIRSPEC y MIRI.

En la página web de la ESA (http://www.esa.int) puede encontrarse la siguiente información sobre la participación española en los proyectos de la ESA:

ROSETTA
Rosetta fue lanzada el 2 de Marzo de 2004 con destino al cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, al que tiene prevista su llegada en el año 2014.
El estudio de los cometas es importante ya que apenas han sufrido transformaciones a lo largo del tiempo y pudieron jugar un papel fundamental en el origen de la vida en la Tierra.
España participa en dos de los once instrumentos de Rosetta: OSIRIS y GIADA.
OSIRIS es un instrumento que estudiará el núcleo del cometa con gran resolución y el gas y polvo de su alrededor. En él ha participado el IAA con ayuda de grupos del INTA y de la Universidad Politécnica de Madrid. GIADA analizará el polvo cometario y en él ha participado el IAA.
En cuanto a la participación industrial, son de destacar las empresas españolas: Deimos Space, GMV, EADS CASA, Alcatel Espacio, Crisa, Sener, y Tecnológica.

MARS EXPRESS
Esta misión fue lanzada el 2 de junio de 2003 y entró en la órbita de Marte en la Navidad de dicho año. Dentro de la parte científica, el IAA ha colaborado en la fabricación del instrumento PFS (que analizará la química de la atmósfera marciana), en concreto, por el grupo de José Juan López Moreno.
También es de destacar en el apartado de explotación científica, la aportación de Ricardo Amils (perteneciente al Centro de Astrobiología y del Centro de Biología Molecular) que ha sido nombrado por la ESA "Interdisciplinary Scientist".
El grupo de Ignasi Casanova de la Universitat Politécnica de Catalunya ha sido seleccionado como "Mars Express Recognised Cooperating Laboratory" para realizar la cartografía marciana.
En cuanto a la participación industrial han contribuido las siguientes empresas: EADS CASA Espacio, Alcatel Espacio, Crisa y GMV.

HUYGENS
Huygens, después de un largo viaje, aterrizó en la superficie de Titán (el mayor satélite de Saturno y el segundo del Sistema Solar), el 14 de enero de 2005.
En la parte científica el IAA ha contribuido en el instrumento HASI (diseñado para estudiar la estructura de la atmósfera de Titán).
En la parte industrial han colaborado: EADS Astrium CRISA, EADS CASA Espacio, Tecnológica Componentes Electrónicos y GMV.

PROGRAMA AURORA
Esta misión tiene prevista su culminación en el año 2030 con el envío de una misión tripulada a Marte. En este momento, la misión está en una fase preparatoria en la que España participa con unos 2,9 millones de euros (suponiendo un 7% de participación). En esta fase, se están estudiando diversos aspectos como la permanencia del ser humano a largo plazo en el espacio, diseño de misiones robóticas para toma de muestras, etc.

HERSCHEL
Herschel es una misión prevista para 2009. Consiste en un telescopio espacial en el infrarrojo de 3,5 metros de diámetro.
En el aspecto científico, varios grupos del CSIC, el OAN y el IAC participan en los consorcios europeos que construyen los tres instrumentos de Herschel: HIFI, PACS y SPIRE. Es de destacar también la designación de José Cernicharo (DAMIR-CSIC) como uno de los cinco Científicos de Misión, con la tarea de coordinar los programas científicos de los tres instrumentos, preparar la ciencia que se podrá realizar con Herschel y comprobar que los instrumentos cumplen con las especificaciones.

INTEGRAL
Ya hemos relatado una breve descripción de este observatorio de rayos gamma en el apartado dedicado a VILSPA.
En la parte científica, España contribuye en el desarrollo del sistema de formación de imágenes en los instrumentos de rayos gamma y rayos X, y también en liderar la construcción de la cámara óptica OMC.
El sistema de formación de imágenes ha sido liderado por el grupo de Víctor Reglero de la Universitat de Valencia, y el desarrollo y construcción de la cámara óptica OMC ha sido liderada por el grupo de José Miguel Mas Hesse del INTA.
Respecto a la industria han participado: Alcatel Espacio, Crisa, CASA, Sener y GMV.

JAMES WEBB SPACE TELESCOPE
El sustituto del Hubble tiene previsto su puesta en órbita en 2011. Este telescopio, especialmente diseñado para el infrarrojo, tendrá un espejo principal de 6,6 metros de diámetro.
Dentro de este proyecto conjunto de la NASA, ESA y la Agencia Espacial Canadiense, España (a través de varios grupos del CSIC y del INTA) participa en un consorcio europeo que construye el espectrógrafo MIRI.
En la participación industrial se prevé que participen las siguientes empresas: Sener, Iberespacio, Alcatel Espacio, NTE, Crisa, GMV y Rymsa.

XMM-NEWTON
Ya hemos visto una breve descripción de este telescopio de rayos X en el apartado dedicado a VILSPA.
Por parte de la industria española han participado: Alcatel Espacio, Crisa, CASA, Sener, Deimos, e INSA.

VENUS EXPRESS
Misión lanzada el 9 de noviembre de 2005. Llegó a la superficie venusiana en abril de 2006. La sonda lleva a bordo siete instrumentos.
El Instituto de Astrofísica de Andalucía ha participado en el instrumento PFS (Planetary Fourier Spectometer), un espectrómetro que permite determinar con precisión como es la atmósfera de Venus

El IAA ha elaborado modelos teóricos con el fin de analizar datos relativos a temperatura, emisiones atmosféricas y compuestos minoritarios de la atmósfera venusiana.
Los investigadores que han llevado el peso de esta participación han sido José Juan López Moreno, Rafael Rodrigo y Julio Rodríguez.
España también participa en el instrumento VIRTIS. Ha colaborado el investigador del IAA (Miguel Ángel López Valverde) con la ayuda del grupo de Agustín Sánchez Lavega de la Universidad del País Vasco. Este espectrógrafo estudia la meteorología de Venus.

PLANCK
Planck es una misión de la ESA destinada al estudio de la Radiación de Fondo de Microondas y está previsto su lanzamiento, junto con Herschel, en 2009.
Llevará a bordo dos instrumentos en los que participan grupos científicos y empresas españolas.
En el Low Frecuency Instrument (LFI) participa el IAC con el sistema de control digital del instrumento y del procesado de la señal que registra, así como el software de control del instrumento. También participa el IFCA con el módulo trasero de los radiómetros en colaboración con la Universidad Politécnica de Catalunya. En el aspecto industrial, en este instrumento trabajan CRISA y MYER.
En el High Frecuency Instrument (HFI), la Universidad de Granada realiza los controladores electrónicos para los mecanismos de enfriado por "sistemas de absorción". En la parte industrial trabaja CRISA.
Además, las mismas empresas que trabajan en la misión Herschel, también trabajan en Planck (aparte de los instrumentos): Alcatel Espacio, CRISA, CASA, Sener, GMV, Rymsa, y Tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

BARCONS, X, RODRIGO, R. *El espectacular auge de la Astronomía en España*. Recogido en ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura. CLXXXIII 727, septiembre-octubre 2007, 705-719. ISSN 0210-1963.

http://www.esa.int (Página web oficial de la ESA).

PRIMERAS CÁTEDRAS DE ASTROFÍSICA EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA

A principios de la década de los setenta se crea en España la primera cátedra específica de Astrofísica. Se creó en la Universidad de la Laguna y fue ocupada por Francisco Sánchez Martínez, el cual venía trabajando con grandes dificultades y penurias en el Observatorio del Teide, realizando medidas de prospección astronómica y dando a conocer a la comunidad astronómica internacional la "bondad" de los cielos canarios para los estudios astrofísicos. Su tenacidad y su idea de que en Canarias se instalase un Observatorio Internacional, ha permitido el nacimiento del Instituto de Astrofísica de Canarias y de los Observatorios internacionales del Teide y del Roque de los Muchachos.
Unos pocos años más tarde, se creó también en la Universidad de la Laguna, una plaza de agregado en Astrofísica, que fue ganada por Miguel Ángel Hidalgo.

Las siguientes cátedras de Astrofísica no aparecerían hasta unos años más tarde. Se establecerían en Madrid y Barcelona.
Recuerda Ramón Canal que en 1975 se había creado una plaza de agregado en Astrofísica en la Universitat de Barcelona, puesto que ocupó interinamente. La oposición correspondiente a dicha plaza (que se juntó con la similar de Madrid que también estaba vacante), se celebró en 1979. En dicha oposición, Ramón Canal sacó el número uno y Manuel Rego el dos.

Canal terminó la licenciatura en Físicas en la Universitat de Barcelona en 1965 y se trasladó al Instituto de Astrofísica de París para realizar la tesis doctoral con una beca del gobierno francés. Comenta Canal que *en principio iba para hacer física nuclear y teórica pero al año siguiente comencé a hacer astrofísica*. En Francia trabajó en la nucleosíntesis de elementos ligeros, tema de su tesis doctoral con el que consiguió fama internacional. La tesis doctoral se publicó en *The Astrophysical Journal* y todavía mucha gente cree que fue el primer artículo de un español en ser publicado en dicha revista. Sin embargo, como bien recuerda el propio Ramón Canal, Luis Bel que hizo toda su carrera en Francia, había publicado varios años antes un artículo sobre cuasars.

Por su parte, Manuel Rego, tras terminar la licenciatura en Físicas en la Universidad de Madrid, se fue con una beca a la Universidad de Lieja donde estuvo cuatro años especializándose en Espectroscopía Estelar, uno de sus temas favoritos con el que se había iniciado en el Instituto de Óptica del CSIC. Después de formarse en Bélgica, José María Torroja le ofreció un puesto en el Observatorio del Teide pero Rego prefirió quedarse en la Facultad de Ciencias de la Complutense, donde comenzó a impartir las materias de Astrofísica junto con María José Fernández Figueroa, los cuales han formado un buen número de astrónomos de alto nivel.

Posteriormente, en 1981, las universidades de Granada y Zaragoza crearon cada una de ellas una cátedra de Astrofísica. Estas dos plazas salieron a concurso de acceso entre agregados. Para estas plazas se presentaron tres personas, Ramón Canal que sacó el número uno, Manuel Rego el número dos, y el zaragozano Miguel Ángel Hidalgo el tres. Canal escogió Granada, Rego, que también ansiaba la de Granada, se conformó con la de Zaragoza. Hidalgo, que deseaba la plaza de Zaragoza, había ganado una plaza

en Canarias y no estaba muy a gusto en ella, ya que dicha plaza, creada por indicaciones de Francisco Sánchez, al parecer estaba pensada para su más directo colaborador Carlos Sánchez Magro. Al poco tiempo, Hidalgo dejaría la Astrofísica para dedicarse a la empresa privada en Aragón.

Canal estuvo en la cátedra de Granada cinco años, aunque en realidad fueron dos, ya que durante los dos primeros estuvo trabajando en Chicago, y el último se fue a Barcelona en comisión de servicios. Desde 1987, Canal está trabajando en la Universitat de Barcelona. Desde entonces, ha dirigido diez tesis doctorales, las de Jordi Isern, Blai Sanahuja, Eduardo Labai, José María Ibáñez (ésta como codirector), Carlos Abia, Pilar Ruiz Lapuente, Josefa López Suárez, Jordi Gutiérrez, Andreu Belastegui y Andreu Olivés.
Por su parte, Rego tampoco estuvo mucho tiempo en Zaragoza, ya que con la entrada de la Ley de Reforma Universitaria (LRU) de 1983, la agregaduría de la Universidad Complutense de Madrid se convirtió en cátedra, puesto que pudo ocupar y que desempeña en la actualidad.

En la Universidad de Granada, la plaza de catedrático de Astrofísica sería ocupada por Eduardo Battaner, mientras que la plaza de Zaragoza se amortizó.

El número en ascenso de los docentes en Astrofísica contrasta con la disminución de los catedráticos de Astronomía que podemos denominar "clásica". De las tres cátedras (Madrid, Barcelona y Zaragoza) solamente se ha continuado con la de Madrid en la figura de Miguel Sevilla de Lerma.
Sevilla defendió su tesis doctoral en 1973 y se quedó en Madrid a las órdenes de José María Torroja, cultivando la Astronomía de posición y la Geodesia.
En diciembre de 1978 obtiene una plaza de profesor adjunto en Madrid, y en noviembre del año siguiente gana la plaza de agregado en Valencia. Finalmente en 1984 obtiene la cátedra de Astronomía en la Complutense, puesto que desempeña en la actualidad.

Tras la entrada en vigor de la LRU las cátedras dejan de tener una denominación de una materia específica, para convertirse en cátedras asociadas a un área de conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

CANAL, R. *Comunicación privada*. 2006.

DOCOBO, J. A. *Comunicación privada*. 2006.

REGO, M. *Comunicación privada.* 2006.

SÁNCHEZ, F. *Comunicación privada*. 2006.

SEVILLA, M. *Comunicación privada*. 2006.

ASOCIACIONES Y OBSERVATORIOS NO PROFESIONALES MÁS RELEVANTES EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Desde los años setenta proliferaron por todo el país numerosas agrupaciones de astrónomos aficionados. Según comenta Josep María Oliver, algunas de estas asociaciones perviven y otras han desaparecido.

Así de las seis asociaciones activas en diciembre de 1960, se pasaron a nueve en octubre de 1977 según el censo recogido en las II Jornadas de Astronomía celebradas en Sabadell del 10 al 16 de octubre (con respecto al censo de 1960 aparecen como altas la Agrupación Astronómica de Madrid, la Asociación Guipuzcoana de Astronomía, la Asociación Valenciana de Astronomía, la Sección de Meteorología y Astronomía del Museo Municipal de Badalona, la Sociedad Astronómica de Canarias y la Sociedad Malagueña de Astronomía. Como bajas se encuentran la Agrupación Astronómica de Ibiza –inactiva-, la Agrupación Astronómica de Roda de Ter –desaparecida- y Pro Divulgación Astronómica –inactiva-).

De las nueve agrupaciones de 1977 se pasó a 142 las existentes en 1996 (de las cuales 108 estaban activas según el censo presentado en las XII Jornadas Estatales de Astronomía celebradas en Gijón en octubre de 1996).
En aquel censo de 1996, había 11 agrupaciones que contaban con más de 100 socios, a saber:

- Agrupación Astronómica de Sabadell (600)
- Agrupación Astronómica de Madrid (457)
- Sociedad Astronómica Granadina (380)
- Agrupación Astronómica de España para la enseñanza de la Astronomía – Sevilla- (350)
- Asociación Valenciana de Astronomía (300)
- Agrupación Astronómica de Barcelona “Aster” (200)
- Sociedad Astronómica Asturiana “Omega” (200)
- Sociedad Malagueña de Astronomía (200)
- Agrupación Astronómica Aragonesa (150)
- Agrupación Astronómica Complutense (114)
- Agrupación Astronómica de Huesca (105)

Hoy en día existen asociaciones de astrónomos aficionados en todas las provincias españolas y resulta muy complicado obtener un censo de las que funcionan como tales en la actualidad. Como recuerda Oliver, al principio cuando comienzan sus actividades pronto se dan a conocer pero nadie informa de su disolución.
También en varias facultades de Física el alumnado ha constituido agrupaciones, algunas de ellas especialmente activas.
Hay que destacar también que el conjunto de agrupaciones celebran aproximadamente cada dos años un congreso. Inicialmente a estos encuentros se les denominó Jornadas Nacionales de Astronomía y hasta 2004 Jornadas Estatales de Astronomía. En 2006 se celebró la XVII edición, actualmente con la denominación de Congreso Estatal de Astronomía.

A continuación describiremos algunas de las asociaciones, astrónomos y observatorios amateurs (actualmente en activo) que consideramos más interesantes, sin desmerecer por ello la labor de otras iniciativas. Comencemos por las 11 agrupaciones que en 1996 contaban con más de 100 socios.

AGRUPACIÓN ASTRONÓMICA DE SABADELL

En la actualidad, sin duda, la agrupación de astrónomos aficionados más conocida en España es la Agrupación Astronómica de Sabadell.

Esta asociación fue fundada el 14 de abril de 1960 siendo sus fundadores Carlos Palau, Feliu Comella, Joaquim Anglada y Josep María Oliver. Según los Estatutos, los fines de la asociación son la formación, investigación, promoción y divulgación de la Astronomía.

Como recuerda Ricard Casas (director de la Agrupación cuando se escriben estas líneas –septiembre de 2007-) los comienzos fueron muy modestos, sin prácticamente medios, salió adelante gracias a la voluntad de sus fundadores.

El número de socios a 31 de diciembre de 2006 supera el millar (1.013) superando el ámbito estatal.

Los medios con los que cuenta esta agrupación son bastante importantes. Así por ejemplo, dispone de un edificio dentro del parque Catalunya de Sabadell. Dicho edificio dispone de un auditorio (con todo tipo de medios técnicos y capacidad para 60 personas), sala de exposiciones (con una exposición permanente sobre el Universo así como de instrumentos antiguos), biblioteca (con más de 1.800 libros, 7.000 ejemplares de revistas correspondientes a unas 200 publicaciones, vídeos y DVDs) y un observatorio equipado con un telescopio de 50 centímetros (dotado con cámara CCD y webcams) que es operado desde una sala anexa. Además, la Agrupación Astronómica de Sabadell dispone de un recinto de 5.000 metros cuadrados en el Montsec, donde se situan 38 albergues para telescopios pertenecientes a socios y otro de la propia asociación en la que se prevé la instalación de un telescopio de 50 centímetros que será operado remotamente desde Sabadell.

Las actividades de la Agrupación son amplias y variadas:

- Organización de Jornadas: Jornadas Estatales de Astronomía (1976), XX European Symposium on Occultation Projects (2000), I Encuentro de Astrofotógrafos (2007).
- Conferencias de temas astronómicos.
- Sesiones de observación para el público en general.
- Cursos de formación.
- Web divulgativa (http://www.astrosabadell.org)
- Edición bimensual de la revista ASTRUM y de libros.

Las colaboraciones de esta Agrupación con profesionales y otros grupos también son amplias. A nivel profesional destacan la colaboración con Raoul Behrend (Universidad de Ginebra), Máximo Villata (INAF, Observatorio Astronómico de Turín), Jean-Eudes Arlot (Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémerides), Manuel Vázquez Abeledo (Instituto de Astrofísica de Canarias), Josep Mª Trigo (Institut d´Estudis Espacials de Catalunya). También es de reseñar la remisión de astrometría de cometas y asteroides al Minor Planet Center, fotometría visual al International Comet Quaterly, y medidas fotométricas (visuales y CCD) de novas, supernovas y variables para su publicación en los telegramas electrónicos de la IAU. A nivel amateur destaca la colaboración con la American Association of Variable Stars Observers, la Association

Francaise d´Observateurs d´Etoiles Variables, la European Asteroidal Occultation Network y la International Occultation Timing Association.
La Agrupación Astronómica de Sabadell es sociedad colaboradora asociada de la SEA.

Instalaciones en el parque Catalunya de Sabadel (Cortesía de la Agrupación Astronómica de Sabadell) y fotografía de Josep María Oliver, uno de los fundadores de la Agrupación (Cortesía de Josep María Oliver).

La intensa labor de la Agrupación le ha permitido la distinción por parte de la Generalitat de Catalunya de la placa "Narcís Monturiol" al mérito científico y tecnológico. Y en 2006 la Agrupación Astronómica de Sabadell ha sido declarada de Utilidad Pública por el Ministerio del Interior.

AGRUPACIÓN ASTRONÓMICA DE MADRID
Según se indica en su web (http://www.aam.org.es/), esta agrupación fue fundada en 1974 por un grupo de amigos. Hoy en día cuenta con más de 500 socios.
Desde su fundación, sus miembros se han involucrado en distintas tareas de divulgación, jornadas de observación, etc. pero también han aportado contribuciones a la Astronomía profesional, con envío de sus observaciones a distintos centros internacionales de investigación. La agrupación cuenta también con una importante biblioteca, videoteca y software. Dispone además de un pequeño laboratorio fotográfico, un taller de construcción de telescopios, un conjunto de equipos y material de observación para uso de sus socios, así como varios lugares de observación (entre ellos el Observatorio de Bonilla).

SOCIEDAD ASTRONÓMICA GRANADINA
Esta asociación nació en 1981 y cuatro años después se consolidó al aumentar considerablemente el número de socios debido al paso del cometa Halley (cometa al que dio nombre el boletín informativo que editan desde entonces). A finales de los ochenta comienza una colaboración con el Parque de las Ciencias de Granada (por entonces un proyecto). En los noventa, la Sociedad muda su sede a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada y comienza un Curso de Iniciación a la Astronomía de carácter anual (en principio para socios y luego para el público en general). En 1994 se comenzó una colaboración con varios astrónomos del IAA para el seguimiento del impacto del cometa Shoemaker-Levy sobre Júpiter (para ello se utilizaró la antigua dependencia del Observatorio de Mohón del Trigo en Sierra Nevada). Desde mediados de los noventa se han ido aumentando las actividades de la Sociedad como organización de campamentos

astronómicos, organización de charlas y conferencias, y organización de excursiones (como la realizada a Hungría con motivo del eclipse total de Sol de 1999).

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE ALMADÉN DE LA PLATA (SEVILLA)
La iniciativa para la creación de este Observatorio partió en 1990 de Miguel Gilarte Fernández (presidente por aquel entonces de la Asociación Astronómica de España con sede en Sevilla). Se trata de un observatorio con una doble finalidad investigadora y divulgativa. La construcción de este Observatorio (cuyo telescopio principal tiene 61 centímetros de apertura) ha sido posible gracias a fondos del plan LIDER de la Unión Europea. El promotor y propietario del Observatorio es el Ayuntamiento de Almadén de la Plata (en la sierra norte de Sevilla) y es gestionado por la Asociación Astronómica de España. Cuenta además con una sala de usos múltiples, sala de informática, biblioteca. Es posible la realización de visitas y de la utilización de los distintos telescopios para cualquier observador que lo solicite.

ASOCIACION VALENCIANA DE ASTRONOMIA (AVA)
Se trata de una entidad científico-cultural sin ánimo de lucro que se dedica a la investigación, formación y divulgación de la Astronomía creada en 1972.
En la actualidad cuenta con unos 200 socios, existiendo dentro de la Agrupación, varios grupos especializados, como los de seguimiento de asteroides y cometas, ocultaciones de estrellas por la Luna o por asteroides, observación de estrellas dobles, búsqueda de supernovas, o divulgación.
Desde el año 2006, se llevan realizando actividades en estos campos bajo el programa denominado INDI-CAAT (Investigación, Desarrollo e Innovación en el Centro Astronómico de Alto Turia) con el fin de dar a conocer la investigación astronómica a un público no especializado.
Entre las actividades del grupo de divulgación se encuentra la organización de cursos y conferencias, observaciones públicas, y talleres.

AGRUPACIÓN ASTRONÓMICA ASTER
Ya hemos comentado algunas de las primeras actividades de esta asociación barcelonesa en el capítulo anterior. Pasemos ahora a describir algunos de los principales logros durante las últimas décadas. En los años setenta, se inició el "Curso de Iniciación a la Astronomía" organizado con carácter anual. En 1976, esta agrupación organizó las primeras Jornadas de Astronomía.
En la actualidad, con sus más de 200 socios, continúan con su labor divulgadora de la Astronomía, Meteorología y Astronáutica, así como una labor investigadora en estos campos. Así, esta asociación colabora con la AAVSO (American Association of Variable Stars Observers), la red SONNE de observadores solares, la ALPO (Association of Lunar and Planetary Observers) y la IOTA (International Occultation Timing Association).

SOCIEDAD ASTRONÓMICA OMEGA (Gijón. Asturias)
Aunque las primeras reuniones tuvieron lugar en 1981, el grupo no se constituyó en Asociación hasta 1983. La edición de un boletín y la organización de actividades públicas dieron lugar que la prensa local se hiciera eco de su labor y consecuentemente el número de socios fue aumentando. Tras pasar por varios locales, se estabilizaron en la calle Langreo en 1989. A comienzo de los años noventa, los directivos de la Sociedad propusieron la construcción de un planetario (inaugurado el 2 de febrero de 1991 en la Escuela de Marina Civil) y de un observatorio en el Monte Deva (terminado en 1995 e

inaugurado en marzo de 1996 con una observación pública multitudinaria del cometa Hyakutake). En 1998 se renovó el equipamiento del observatorio (de carácter municipal) gracias a una subvención de la Obra Social y Cultural de la Caja de Asturias. En la actualidad cuenta con unos 150 socios.

SOCIEDAD MALAGUEÑA DE ASTRONOMÍA

Esta asociación nació el 31 de mayo de 1975. Sus orígenes se remontan a la existencia de un grupo de amigos que formaban parte de la Agrupación Astronómica de Sabadell. Desde julio del mismo año se comenzó a editar un boletín informativo de carácter mensual. Las actividades principales (en 1976) de la Sociedad fueron la organización de sesiones de observación y de charlas-coloquio, así como otras actividades (exposición de fotografías o excursión al Observatorio de San Fernando). Entre 1977 y 1978, la Sociedad construyó el Observatorio de Miraflores de El Palo. Desde esa instalación se han realizado observaciones planetarias, de estrellas dobles y variables, y cronometrajes de ocultaciones. En ese mismo año de 1978 se realizó una visita a Calar Alto y se organizaron unas Jornadas de Puertas Abiertas para el público en general. En 1984 la Sociedad estrena local social y un año más tarde organiza las VI Jornadas Nacionales de Astronomía con la participación de 33 agrupaciones astronómicas amateurs. En 1986 la Sociedad estrena nueva sede.

Tras varias vicisitudes se decide desmantelar en 1988 el Observatorio de Miraflores y buscar un nuevo emplazamiento para las observaciones. Los lugares más habituales para la observación han sido: La Era (Arroyo Coche), Cerro del Águila, y el actual Montes de Málaga.

AGRUPACION ASTRONOMICA ARAGONESA

Fundada en 1989. Cuenta con algo más de 200 socios, de los cuales 84 están participando activamente en la actualidad. Todos los viernes se reúnen en el Centro Cultural del Barrio de las Delicias (perteneciente al Ayuntamiento de Zaragoza), en donde se realizan cursillos de iniciación, conferencias, proyección de videos y mesas redondas de debate. Una vez al mes se realiza una salida de observación nocturna en el Observatorio de Monegrillo (propiedad de uno de los fundadores de la asociación). Este Observatorio cuenta con tres telescopios: un Celestron tipo Schmidt-Matsukov de 356 milímetros, un telescopio Newton tipo Dobson de 300 milímetros y un telescopio Polaris solar de 103 milímetros.

AGRUPACION ASTRONOMICA COMPLUTENSE

Los inicios de esta Agrupación hay que buscarlos en 1985 cuando dos amigos pusieron un anuncio en un bar para “reclutar” a aficionados a la Astronomía en Alcalá de Henares. La fundación “oficial” tuvo lugar el 14 de mayo de 1986 siendo sus socios fundadores Manuel Talero Carmona, Pedro Rivera Segovia, César Serrano García y Fernando Termis Soto. Cuenta con más de 200 socios, aunque de forma activa son unos 30 los que participan habitualmente de sus actividades consistentes salidas de observación nocturna a las afueras, o charlas y proyección de videos (los miércoles en la Casa de la Juventud del Ayuntamiento de Alcalá). Ocasionalmente, esta Agrupación organiza sesiones públicas de observación para el Ayuntamiento de Alcalá. Dispone además de una biblioteca y de varios instrumentos, destacando un telescopio Meade tipo Dobson de 25 centímetros.

AGRUPACION ASTRONOMICA DE HUESCA
Cuenta con más de 200 socios en la actualidad. Se fundó el 13 de mayo de 1994 en una asamblea general que tuvo lugar en la Biblioteca Pública de Huesca y a la que asistieron 34 personas. Esta Agrupación se organiza en cinco secciones: Cosmología, Astrofotografía, Instrumentación y Observación, Astronomía para niños e Historia de la Astronomía. Las principales actividades que se realizan son: realización de cursos de Astronomía para niños, organización de viajes, sesiones de observación, conferencias y proyección de documentales.

Además de estas asociaciones y observatorios que hemos citado en base al criterio de tener más de 100 socios en el censo presentado en las XII Jornadas Estatales de Astronomía, a día de hoy, creemos que también deberían ser citadas otras como las que siguen:

GRUP D´ESTUDIS ASTRONOMICS (GEA)
Este grupo tuvo sus orígenes a principios de los años ochenta, cuando un grupo de observadores liderados por Josep María Gómez se unieron al relegarse las actividades observacionales en las asociaciones en las que estaban involucrados. Se legalizó en asociación el 30 de enero de 1984.

En los años ochenta, este grupo adquirió un fotómetro fotoeléctrico y se embarcaron en la construcción de telescopios, con objetivo de realizar observaciones sobre estrellas variables. Entre los primeros logros del GEA está la participación en la campaña internacional PHEMU85, el descubrimiento de la primera variable del grupo (HY Virginia) y el seguimiento fotométrico de variables tipo RS CVn.

En los años noventa (concretamente en 1992) el GEA obtiene una cámara CCD de tipo ST4, por lo que pasaron de tener unas 20 noches fotométricas a unas 140. Comenzaron además observaciones de planetas. Cabe destacar en este aspecto la participación del GEA en el World Astronomy Day 2 del International Jupiter Watch (misión que preparaba la llegada de la sonda Galileo a Júpiter) y el descubrimiento de una erupción de la SEB (Banda Ecuatorial Sur) de Júpiter, llegando a colaborar desde entonces con el Grupo de Atmósferas Planetarias de la Universidad del País Vasco.

Aunque parece ser que la actividad científica ha decrecido en los últimos años, hemos de destacar que varios miembros del GEA han publicado en revistas internacionales de prestigio como *Science*. Hay que señalar también sus labores de elaboración de software astronómico propio, automatización de telescopios y actividades de divulgación astronómica. El grupo ha mantenido colaboraciones con varias instituciones nacionales e internacionales. En España, además de la ya referida a la Universidad del País Vasco, el GEA ha mantenido colaboración con el IAA, la Universitat de Valencia y con LAEFF.

Según se indica en su página web, el GEA dispone en la actualidad de una red de 17 observatorios con telescopios que van de los 20 a los 60 centímetros de apertura. Los dos observatorios más importantes asociados al GEA son el Observatori Astronòmic de Mallorca y el de la Fundación Observatori Esteve Durán.
Del primero se hablará en un apartado posterior, veamos a continuación una pequeña semblanza del segundo.

OBSERVATORI ESTEVE DURAN
A principios de los años ochenta, un grupo de astrófilos liderados por Esteve Duran impulsaron la construcción de un telescopio de 60 centímetros, que por aquel entonces sería el más grande y avanzado de Catalunya. Tras varios problemas se tomó la decisión de construirlo y no de comprarlo. Los trabajos de construcción finalizaron en 1993 y el Observatorio fue inauguró en diciembre de 1994 por el Presidente de la Generalitat de Catalunya. Esteve Duran, el principal valedor del proyecto no pudo disfrutar del Observatorio que lleva su nombre al encontrarse muy enfermo al terminar las obras (falleció el 11 de septiembre de 1995). La investigación en el Observatorio fue dirigida desde principios de 1996 por el GEA, y en 1998 se constituyó la Fundació Observatori Esteve Duran (que rige los destinos del Observatorio) y también la Asociación Observatorio Esteve Duran (con la finalidad de promover actos culturales, ayudas, becas, donaciones, seminarios, investigación y publicaciones, relacionado todo ello con la Astronomía y ciencias afines).

Según se informa en su página web, en la actualidad, este Observatorio promueve la instalación del Centro Astronómico de Catalunya. Dispondrá de los dos telescopios actuales de la Fundación (el de 60 centímetros y otro de 41), uno de 75 centímetros que se está construyendo y cuatro más que serán cedidos por el GEA. El Ayuntamiento de Seva ha puesto los terrenos para este Centro en el paraje de Montanyá y actualmente está en obras.
En el aspecto investigador se trabaja en la detección de nuevas variables y en estudios sobre atmósferas planetarias.

GRUPO DE OBSERVADORES M1
Este grupo dedicado a la búsqueda de supernovas fue fundado en 1998 por Diego Rodríguez, José Ripero y Francisco Pujol (este último es actualmente presidente del Grupo de Protección del Cielo).

Una de las finalidades de este grupo es la colaboración con profesionales. Como ejemplo está la colaboración con Pablo Rodríguez-Gil (IAC) en la monitorización de estrellas tipo SW sextantes.

Uno de los mayores logros del grupo ha sido el descubrimiento por parte de Francisco García Díaz de la supernova SN 1993J en M 81. Este descubrimiento tuvo lugar el 28 de marzo de 1993 desde su observatorio en la ciudad de Lugo el cual está equipado con un telescopio de 25 centímetros.

Este grupo de astrónomos aficionados tiene también relación con el Centro Astronómico de Ávila, asociación sin ánimo de lucro fundada en otoño de 1999 cuyos fines son realizar trabajos de estudio y desarrollo en Astronomía, divulgar y difundir la Astronomía en Ávila y en Castilla-León y preservar el cielo oscuro en la zona de la Sierra de Gredos y de Valle Amblés. Este Centro está situado en la zona de Hija de Dios a una altitud de 1.300 metros. Está presidido desde su fundación por José Ripero, autor del libro de divulgación *El vigía del Cosmos* y colaborador de la revista *Astronomía*.

OBSERVATORIO DE LA CAÑADA (ÁVILA)
Este Observatorio es una iniciativa del astrónomo aficionado Juan Lacruz (miembro de M1). En esta instalación se trabaja principalmente, desde que empezaron sus operaciones en el verano de 2002, en la detección y seguimiento de asteroides y

cometas. Uno de los numerosos asteroides descubiertos por Lacruz, el 2005 QH, ha sido denominado oficialmente como “Emuno” en reconocimiento al grupo de observadores M1.

OBSERVATORIO DE PLA DE ARGUINES (SEGORBE, CASTELLÓ)
Este Observatorio fue creado en 1996 a iniciativa de Rafael Ferrando. Recientemente, desde este Centro se ha descubierto la segunda supernova en España (concretamente en la galaxia PGC 1575852) que ha sido catalogada como SN 2008 HR. Este descubrimiento tuvo lugar el 23 de noviembre de 2008.
Además, desde este Observatorio se han descubierto 2 NEOs en 2002 y 2007 (catalogados como 2002 EA y 2007 TK8) y más de 450 asteroides.

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO LA HITA (TOLEDO)
Este Observatorio fue creado por el amateur Faustino Organero en terrenos de su familia. Comenzó con la construcción de un telescopio de 30 centímetros de forma autodidáctica entre los años 1997 y 1999. En este último año, conoce a un mecenas (un cofundador de la Asociación Astronómica de Madrid del que Organero no ha querido facilitar su nombre), que hace posible la construcción de otros dos telescopios, uno de 40 centímetros de apertura y otro de 77 centímetros. El telescopio de 77 centímetros resultó defectuoso y aprovechando la montura, preparó un nuevo espejo. El “nuevo” telescopio de 77 centímetros, tras un tiempo de prueba, comenzó a estar operativo en 2007. Muchos aficionados (sobre todo de la Comunidad de Madrid) han colaborado en esta instalación. En principio, se trataba de una instalación privada, pero desde 2006 su propietario, pensó en que estas instalaciones deberían estar abiertas para uso divulgativo y también de investigación. Esta instalación no ha recibido para su construcción dinero público, pero en abril de 2007, se ha creado una Fundación para obtener ayudas económicas. Entre los proyectos de futuro, Faustino Organero, destaca el proyecto de la construcción de un Centro de Interpretación.

SOMYCE
Los orígenes de la Sociedad de Observadores de Meteoros y Cometas de España (SOMYCE) hay que buscarlos a finales de los años setenta cuando varios grupos amateurs de observadores de meteoros comenzaron la observación de estos objetos siguiendo la metodología de la FEMA (Federation of European Meteor Astronomers). A principios de los ochenta se empiezan a publicar los primeros resultados sobre enjambres meteoríticos por Guillermo Castilla Alcalá y Eduardo Martínez Moya. En 1985, Josep María Trigo, por entonces socio de la Asociación Valenciana de Astronomía (AVA), comenzó a observar estos objetos junto con unos compañeros de agrupación. En 1986 y 1987 esta actividad se incrementó en la AVA y en este último año empezó a gestarse una sociedad para aglutinar a los observadores de meteoros de España. Los promotores de la idea fueron Josep María Trigo, Oscar Cervera, Raúl Fernández, Antonio Francisco y Vicente Soldevila. Durante la celebración de las VII Jornadas Nacionales de Astronomía se decidió crear la SOMYCE que fue posible gracias a varios contactos de grupos de observadores representados por Juan A. Alduncín, Xavier Bayona, David Martínez, Carles Royo y Sebastià Torrell. La legalización de la SOMYCE tuvo lugar en 1988.
Entre las actividades más importantes de SOMYCE, además de la de coordinar y prestar apoyo a grupos amateurs de observación de cometas y meteoros, se encuentra la edición de la revista *Meteors* y la recopilación de abundantes archivos y material fotográfico de interés en el tema meteorítico.

SOCIEDAD DE CIENCIAS ARANZADI
Es una asociación científica sin ánimo de lucro. Consta de varios departamentos, entre ellos el de Astronomía, el cual fue constituido en 1977 a partir de la Sociedad Guipuzcoana de Astronomía. Cuenta este departamento con unos 20 miembros activos. Entre sus principales actividades están: realización de una campaña sobre el problema de la contaminación lumínica, cursos de iniciación a la Astronomía, exposiciones y concursos fotográficos, ciclo de conferencias de Astronomía y Astronáutica, salidas para realizar observaciones, comentarios en medios de comunicación, y proyectos de observación y divulgación en colaboración con el complejo Miramón KutxaEspacio de la Ciencia.
Todos los jueves se realizan sesiones abiertas al público y el último viernes de cada mes se realiza una charla con los acontecimientos astronómicos más significativos del mes entrante. Por último, destacamos la elaboración del documental "Cerca del cielo", un trabajo audiovisual sobre Astronomía con fines divulgativos.

AGRUPACIONES DE ASTRONOMOS AFICIONADOS EN GALICIA
Hemos visto una pequeña descripción de las agrupaciones de astrónomos aficionados más numerosos. Sin embargo, existen en toda España grupos menores que también realizan actividades de interés. Como paradigma de estas asociaciones describiremos distintas agrupaciones existentes en Galicia.
En la provincia de A Coruña: Agrupación Astronómica IO (A Coruña), Ceo Barbanza (Riveira), Agrupación Astronómica de Bergantiños (Betanzos), Clube de Astronomía Vega y Astronomía na beirarrúa (Santiago de Compostela).
En la provincia de Lugo: Agrupación Astronómica Cova da Serpe (Lugo).
En la provincia de Ourense: Asociación Astronómica de Ourense (Ourense)
En la provincia de Pontevedra: Agrupación Astronómica Sirio (Pontevedra), Agrupación Astronómica Rías Baixas (Vigo), Asociación Astronómica de Vigo (Vigo), Fundación Astronómica Aller (Vila de Cruces) y Sociedade Astronómica da Estrada (A Estrada).

En cuanto a observatorios, destacamos el Observatorio Astronómico Coto de Zarragrande en Vila de Cruces y el Observatorio de Ribadeo. El primero entró en funcionamiento en 1993 siendo su impulsor José María López Pérez (que se inspiró en el Observatorio Ramón María Aller de la Universidade de Santiago) y cuenta con un telescopio Meade de 16". El segundo fue inaugurado en 2001, forma parte del Aula de la Naturaleza Casa da Ría en un enclave con hermosas vistas a la ría de Ribadeo y cuenta con un telescopio Newton del Instituto Porta da Auga de Ribadeo.

Actualmente, está en marcha un observatorio en la localidad de Forcarei (provincia de Pontevedra) por iniciativa de la Fundación Ceo, Ciencia e Cultura que cuenta con un telescopio de 50 centímetros de apertura. Esta Fundación, presidida por la profesora Ana Ulla, está participada por la Agrupación Astronómica de Vigo, Concello de Forcarei, Deputación de Pontevedra, Universidade de Vigo e a entidade Caixanova.

Otra iniciativa interesante que se ha producido en Galicia recientemente ha sido la recuperación del Observatorio de Lalín. Anexo al Museo Aller Ulloa (de carácter municipal) en pleno casco urbano de la villa de Lalín se encuentra la emblemática cúpula desde la que Ramón María Aller, hace ahora casi un siglo, comenzó su extraordinaria labor en el campo astronómico. Desde que en 1945 su refractor Steinheil

fuera trasladado a la nueva instalación del Observatorio Universitario de Santiago de Compostela, la cúpula quedó vacía de contenido. Con motivo del Año Internacional de la Astronomía a celebrar en 2009, el profesor José Ángel Docobo sugirió al Ayuntamiento de Lalín su recuperación con fines divulgativos y mediante un convenio de colaboración con la Universidade de Santiago de Compostela, se va a dotar de un telescopio de 52 centímetros con cúpula automatizada.

ASOCIACIONES A NIVEL INTERNACIONAL

*AAVSO (American Association of Variable Stars Observers)

Se fundó en 1911 en el Harvard College Observatory para coordinar las observaciones de estrellas variables realizadas por los aficionados. En 1954 la AAVSO se convirtió en una asociación independiente privada sin ánimo de lucro con sede en Cambridge (Massachussets). Aficionados, docentes y profesionales han contribuido conjuntamente al éxito de esta asociación. Tiene miembros de 45 países diferentes. Su base de datos cuenta con 14,5 millones de observaciones.

*LIADA (Liga Iberoamericana de Astronomía)

Se trata de una organización que intenta aunar esfuerzos entre astrónomos tanto aficionados como profesionales de Iberoamérica.

La LIADA es una refundación de la antigua Liga Latino Americana de Astronomía que fue fundada por Víctor Estremadoiro Robles en octubre de 1958. La nueva organización se constituyó en diciembre de 1982.

Actualmente, su sede social está en el Observatorio del CODE (Centro de Observadores del Espacio) en la localidad de Santa Fe (Argentina). El CODE se fundó en agosto de 1962 y su Observatorio en mayo de 1993.

La LIADA se divide en las siguientes secciones científicas y de enseñanza: Asteroides, Astrofotografía, Astronáutica, Cielo del Mes, Cohetería civil, Cometas, Cosmología, Derecho aeroespacial, Enseñanza y divulgación de la Astronomía, Estrellas dobles, Estrellas variables, Fenómenos lunares transitorios, Historia de la Astronomía, Meteorítica, Materia interplanetaria, Ocultaciones, Planeta Azul, Planetario, Planetas, Radioastronomía y Solar. Cada una de estas secciones tiene un coordinador específico.

Las secciones con astrónomos españoles en puestos relevantes son las siguientes:

-Asteroides: El coordinador es Angel López Jimenez y cuenta como colaborador a Rafael Pacheco Hernández.

-Enseñanza y divulgación de la Astronomía: Esta sección tiene como coordinador general al brasileño Paulo S. Bretones y varios coordinadores locales por países. En España este último es Francisco A. Rodríguez Ramírez.

-Estrellas dobles. Actúa como responsable Francisco M. Rica Romero y cuenta como colaboradores a Rafael Benavides y a Edgardo Masa.

-Estrellas variables: Actúa de coordinador Francisco A. Violat Bordonau.

-Materia interplanetaria: meteoros y bólidos: El coordinador general es el boliviano Pável Balderas Espinoza. Entre los españoles está como co-coordinador Josep María Trigo y como colaboradores Francisco Ocaña y Albert Sánchez Caso.

PRIMERAS PÁGINAS DE ASTRONOMÍA EN INTERNET

En la década de los noventa se produjo la revolución en las formas de comunicación de todo el planeta llamada Internet.

Como bien es conocido, Internet es un lugar con ingentes cantidades de información accesible desde cualquier ordenador con conexión y para cualquier persona a lo largo de todo el planeta.

Multitud de páginas web sobre cualquier tema empezaron a estar disponibles para cualquier persona. La Astronomía, desde luego, no fue ajena a este fenómeno y a mitad de la década de los noventa comenzaron a proliferar numerosos sitios web tanto de centros de investigación, asociaciones de astrónomos aficionados, páginas personales, etc.

Al margen de estas últimas, comentaremos brevemente dos páginas creadas en España y que a nuestro juicio han tenido gran impacto en la sociedad durante los comienzos de la era Internet. Una es el portal de astronomía AstroRed y la otra InfoAstro.

*AstroRed

AstroRed fue una iniciativa de Álex Dantart. La idea de, por aquel entonces, este estudiante de Física y miembro de la Agrupación Astronómica Aragonesa (AAA), surgió en 1995 para unir en un foro a los estudiantes de la Universidad de Zaragoza para conversar y debatir de temas relacionados con la Astronomía.

En concreto, el 1 de diciembre de 1995, Dantart creó una lista de distribución en RedIRIS (denominada ASTRO-ES). A dicha lista fueron suscribiéndose poco a poco distintas personas (incluso de fuera de Zaragoza) llegando en poco tiempo a 70 personas. Entonces este joven autodidacta deja de participar activamente en el foro y comenzó a diseñar la web de la Agrupación Astronómica Aragonesa. Comenta Dantart que para ello recibió la ayuda de Víctor R. Ruiz de la Agrupación Astronómica de Gran Canaria. Sin embargo, las ideas que Álex Dantart tenía para la web de la AAA sobrepasaban el ámbito de la Agrupación ya que quería incluir contenidos con noticias, efemérides, etc. Decidió entonces separar los contenidos de la agrupación con otro tipo de contenidos que uniera a todos los aficionados de la Astronomía no sólo de España, sino también de los países de habla hispana ya que en los comienzos de la era Internet las páginas en castellano eran escasas. Así es como empezó AstroRed (http://www.astrored.org), un portal de Internet con multitud de enlaces a recursos de Astronomía en español. Poco a poco, el número de páginas indexadas ha ido aumentando y también el número de visitas, convirtiendo a este portal en una referencia para cualquier aficionado a la Astronomía. Para dar una idea de su importancia, este portal ha llegado a tener más de 15.000 visitas diarias y 24.000 gigas de tansferencia/mes.

Otras actividades a destacar de AstroRed son las traducciones de contenidos astronómicos de otras webs de Astronomía y la organización de Partys astronómicas en 2001 (en Alcalá de la Selva, Teruel) y 2002 (Borobia, Soria), con la participación de 120 y 370 personas respectivamente.

Lamentablemente en 2003 este portal sufrió un abandono al verse desbordado de tareas su creador. A finales de 2007 se ha vuelto a reactivar de nuevo la página y es de esperar que recupere el esplendor perdido.

*Info.Astro
Info.Astro fue una iniciativa de un grupo de personas lideradas por Víctor R. Ruiz con el fin de dar a conocer noticias de Astronomía en castellano. Víctor R. Ruiz (conocido por sus actividades de divulgación de la Astronomía) comenzó en 1995 a elaborar las páginas de la Agrupación Astronómica de Gran Canaria (AAGC) y de la Sociedad de Observadores de Meteoros y Cometas (SOMYCE). Recuerda Víctor R. Ruiz que las primeras páginas web sobre Astronomía en castellano que aparecieron por la misma época fueron las del Grup D´estudis Astronmics (GEA) y del Observatorio ARVAL (Caracas, Colombia).

En las páginas de la AAGC se incluían noticias astronómicas e información de eventos y alertas. Con el paso del tiempo el número de noticias y de temas se fue incrementando por lo que se hizo necesario disponer de un espacio propio. Así en verano de 1997, se puso en marcha info.astro como una colaboración entre la AACG y AstroRed. Las noticias astronómicas se iban publicando a diario y a final de semana se juntaban en un boletín y a final de año se hacía un resumen de las más importantes. En el año 1998, se empezaron a incluir textos de Javier Armentia (director del Planetario de Pamplona), los cuales empleaba para divulgar noticias astronómicas en Radio 5 de Radio Nacional de España. Es así como se inició una colaboración entre Javier Armentia e info.astro. En ese mismo año de 1998 se comenzó a publicar en la red *Astronomía Digital*, primera revista digital de Astronomía en España. Desgraciadamente en la actualidad no se publica esa revista, ya que en 2003 apareció el último número.

Otras novedades que han ido apareciendo en info.astro ha sido la creación de un foro en el año 2000. Cualquier persona podía formular sus dudas y preguntas, las cuales eran contestadas por Inés Rodríguez y Basilio Ruiz, ambos del IAC.

A fnales de 2001, info.astro y Astronomía Digital se independizó de AstroRed. Desde 2002, info.astro está alojado en la web del Planetario de Pamplona. A partir de entonces, se han publicado menos artículos pero se ha mejorado la calidad de los mismos.

A modo de resumen, en 10 años de historia de info.astro, más de 100 colaboradores han publicado más de 700 artículos. Actualmente, la lista de distribución cuenta con más de 1.000 suscriptores.

BIBLIOGRAFIA

CASAS, R. *Comunicación privada*. 2007.

DANTART, A. *La historia de AstroRed*. En: Astronomía Digital. Nº 1. Septiembre de 1998.

Grup D´estudis Astronomics. *Historia del GEA*. En: Astronomía Digital. Nº 4. Marzo de 1999.

http://personales.jet.es/drodrig (Página web del grupo de observadores M1)

http://www.aavso.org (Página web oficial de la AAVSO)

http://www.agrupacionastronomicaaragonesa.es (Página web oficial de la Agrupación Astronómica Aragonesa)

http://www.agrupacionastronomicadehuesca.com (Página web oficial de la Agrupación Astronómica de Huesca)

http://www.aranzadi-zientiak.org (Página web oficial de la Sociedad de Ciencias Aranzadi)

http://www.aster.org (Página web oficial de la Agrupación Astronómica Aster)

http://www.astroava.org (Página web oficial de la Agrupación Valenciana de Astronomía)

http://www.astrogea.org (Página web oficial del Grup D´Estudis Astronomics)

http://www.astrogranada.org (Página web oficial de la Agrupación Astronómica Granadina)

http://www.astromalaga.es (Página web de la Sociedad Malagueña de Astronomía)

http://www.astrored.org (Página web oficial de Astrored)

http://www.astrosabadell.org (Página web oficial de la Agrupación Astronómica de Sabadell)

http://www.astrosagra.org (Página web oficial del Observatorio de la Sagra)

http://www.infoastro.com (Página web oficial de Infoastro)

http://www.lacanada.es (Página web del Observatorio de la Cañada)

http://www.liada.net (Página web oficial de la LIADA)

http://www.observatorioastronomicoalmadendelaplata.com (Página web oficial del Observatorio Astronómico de Almadén de la Plata)

http://www.observatoriodelahita.org (Página web oficial del Observatorio de la Hita)

http://www.pla-de-arguines.com (Página web del Observatorio de Pla de Arguines)

http://www.saaomega.org (Página web oficial de la Sociedad Astronómica Omega)

http://www.vigiacosmos.com (Página web personal de José Ripero)

MORENO, F. *Comunicación privada*. 2008.

OLIVER, J. M. *Historia de la Astronomía Amateur en España*. Editado en 1997 por el Equipo Sirius (Madrid). ISBN: 84-86639-84-0.

ORGANERO, F. *Comunicación privada*. 2007.

TRIGO, J. M. y COLL, E. *La historia de SOMYCE*. En: Astronomía digital. Nº 2. Noviembre de 1998.

EL PAPEL DEL CSIC EN EL DESPEGUE DE LA ASTRONOMIA ESPAÑOLA

Hemos visto en un apartado anterior el papel que jugó el CSIC en los años posteriores a la guerra civil. Comenzamos ahora este nuevo epígrafe en 1975, ya que la última etapa de Memorias vista finaliza en 1972 y además, no se han publicado las Memorias del CSIC de 1973 y 1974.

ETAPA 1975-1986
En la Memoria del CSIC 1975-1976 aparecen citados por vez primera (dentro del Instituto Nacional de Física) los Institutos de Astrofísica de Andalucía y de Canarias. No se incluyen sus actividades en esta Memoria.
En las de 1977 y de 1978 aparecen como Centros Propios el IAA y el IAC, y como Centros Coordinados el Observatori de l´Ebre, el Departamento de Mecánica y Astronomía, y el Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos de la Universitat de Barcelona. En la Memoria de 1978 aparece una relación de artículos, libros, tesis y tesinas publicados por miembros de estos centros.
En la de 1979 se separan las actividades que se realizan en los distintos centros. Así, se destaca la investigación del IAA en dos líneas fundamentales: fotometría estelar y atmósferas planetarias. En el IAC las líneas de trabajo que se seguían eran fotometría estelar, física solar, medio interplanetario e interestelar y atmósferas planetarias y también tareas de desarrollo tecnológico. En el Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos de la Universitat de Barcelona: dinámica galáctica, evolución estelar, astronomía de posición, radioastronomía, radiación solar y turbiedad atmosférica. En el Observatorio de Física Cósmica del Ebro se continuaba con los estudios en heliofísica. Es de destacar que a finales de la década de los setenta, el número de publicaciones de españoles en revistas extranjeras de Astronomía comenzó a aumentar de forma considerable.

En las memorias de 1981 a 1986 aparecen detalladamente las principales actividades de cada centro de investigación. Antes de enumerar esas actividades, es importante señalar que a principios de los años ochenta, con la presidencia en el CSIC de Alejandro Nieto García, se produjo una gran transformación en el CSIC (que se consolidó con la presidencia de José Elguero). Durante esos años dejaron de financiarse algunos centros quedándose con aquellos en los que preveía un futuro mejor y con los que previamente había invertido mucho dinero. Entre los centros que dejaron de percibir subvención estaba el Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos de la Universitat de Barcelona. También la actividad astronómica se vio mermada en el Observatorio de la Universidade de Santiago de Compostela y en el Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos de la Universidad de Zaragoza (que recibían subvención de los Seminarios Matemáticos de las respectivas universidades).
Por lo tanto, los centros dedicados al estudio de la Astronomía a mitad de los años ochenta queda como: IAA (centro propio), IAC (consorcio público participado por el CSIC), Instituto de Astronomía y Geodesia (en adelante IAG, centro mixto CSIC-UCM, heredero del Seminario de Astronomía y Geodesia) y Observatori de l´Ebre.

Así, por ejemplo en 1981 se menciona que en el IAC se trabajó en:
*Física estelar: emisión infrarroja de la corona solar (reducción de datos de años anteriores), regiones H II (obtención de imágenes infrarrojas y reducción de datos),

desarrollo de un espectrómetro de red en el infrarrojo cercano, estadística estelar (tratamiento de datos obtenidos de barridos discretos del centro galáctico en 1.65 y 2.2 micras, identificando con ellos fuentes de excitación de regiones H II y determinando nubes de extinción cerca del centro), resolución espacial (se han obtenido notables resultados en la determinación de diámetros estelares mediante datos obtenidos en ocultaciones lunares en el infrarrojo cercano), interferometría speckle (desarrollo de un nuevo método para permitir la lectura continua de frecuencias espaciales discretas a través de filtros eléctricos sintonizados), observaciones de la emisión infrarroja de los conos zodiacales (los resultados no han sido buenos por las grandes variaciones de la emisión del OH atmosférico), y diseño y construcción de criostatos para fotometría infrarroja y desarrollo de laboratorios de radiometría, espectroscopía e interferometría básicos para la calibración de equipos de aplicación astronómica.

*Física solar: adaptación de programas de cálculo para la determinación de la rotación solar, conclusión del análisis de las posiciones de las manchas solares en el período 1874-1902 e iniciado el paso a cinta magnética de los datos correspondientes a 1903-1939 (con el fin de un estudio conjunto del período 1874-1980 con investigadores del Kiepenheuer Institut y la Universidad de Gottingen), estructura y evolución de regiones activas (participación en dos reuniones para el análisis conjunto de datos obtenidos en el programa internacional de observaciones "Solar Maximum Year"), observaciones de nacimiento de regiones activas (realizadas en la línea H-α desde el Observatorio de Izaña), obtención de información sobre la variación centro-borde de la penumbra, asimetrías de líneas espectrales (realización de nuevas asimetrías en Locarno de la línea KI 7699), movimientos globales del Sol (observaciones conjuntas en Izaña y Hawaii y conclusión de un trabajo sobre la determinación de la rotación del interior solar en base del desdoblamiento de los picos observados de la oscilación de cinco minutos), y observaciones para la búsqueda de movimientos meridionales desde la estación solar del Kiepenheuer Institut de Capri.

*Medio interplanetario e interestelar: origen y evolución del medio interplanetario (instalación y pruebas del telescopio fotopolarimétrico de seis canales), estudios en dinámica del medio interplanetario, separación del continuo luminoso astronómico.

*Servicios técnicos: prototipo de intercambiador de calor, unidad de desplazamiento, reacondicionamiento y montaje de un telescopio estelar sueco en La Palma, unidad de vuelo para el proyecto de luminiscencia nocturna, revisión y calibración de un telescopio solar en Izaña, lanzamiento de la primera unidad de vuelo del proyecto de luminiscencia nocturna, etc.

En cuanto al IAA se deja constancia de sus trabajos en:
*Estrellas variables: estudio y análisis de estrellas variables a corto período de tipo δ Scuti y relacionadas, observaciones de estrellas β CMa, conclusión del estudio de la fase de transferencia en un sistema binario, y trabajos de fotometría de estrellas binarias.

*Estructura Galáctica: conclusión del estudio del campo estelar situado en la dirección del centro galáctico (zona próxima al cúmulo abierto IC 2581 en la región de Carina), confección de un catálogo de estrellas en áreas seleccionadas en el sistema RGU (en colaboración con el Instituto de Astronomía de Basilea).

*Atmósferas planetarias: conclusión de un modelo para la termosfera polar en condiciones de no estratificación, continuación del estudio de las atmósferas de Marte y Venus así como el transporte radiactivo en la atmósfera terrestre, lanzamiento de la carga útil FOCCA-V.

*Instrumentación astrofísica: diseño de un microprocesador orientado al control de instrumentos, construcción del sistema horario (para el telescopio de 75 centímetros) y en fase muy avanzada el controlador del fotómetro de dos canales, participación (junto con personal del INTA) en el lanzamiento del fotómetro de cinco canales desarrollado en el IAA (la parte mecánica se realizó en el IAC), desarrollo de un microprocesador para incluir en el FOCCA-S.

En el Observatorio de Física Cósmica del Ebro (sección de Heliofísica) las líneas de trabajo fueron: revisión del radiotelescopio (en colaboración con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones –ETSIT- de Barcelona) y puesta en marcha (con el oscilador local construido por la ETSIT) iniciando el registro analógico en el canal A y la tabulación de los "bursts" solares observados, obtención de 323 fotografías de la fotosfera solar, medición y catalogación de 879 grupos nuevos de manchas, envío a distintos centros (OAN y Comisión de Fenómenos Fotosféricos de la IAU) de los números de Wolf diarios, envío de un parte cifrado sobre la actividad solar (al servicio europeo URSIGRAMAS).

Departamento de Mecánica y Astronomía de la Universidad de Madrid (desde 1983 IAG): La actividad en Astronomía ha sido mínima, concentrándose los estudios en este campo en estudios de la rotación terrestre y en Astronomía fundamental (precesión y la nutación).

Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos (hasta 1984): En la Memoria de 1982 se citan estudios en dinámica galáctica (elaboración de modelos de superposición de poblaciones estelares y de catálogos de datos de observación cinemáticos para las estrellas próximas), evolución estelar (neutralización de enanas blancas de oxígeno, acreción de materia en las enanas blancas, nucleosíntesis en las supernovas y producción de rayos cósmicos en las mismas), astrometría (comparación de los catálogos SAO y AGK3, análisis de datos de ocultaciones lunares observadas por fotometría (por el Royal Greenwich Observatory) y confección del catálogo de entrada para la misión Hipparcos), radioastronomía (campaña de observación radiométrica de radioestrellas), cosmología (simulación de cúmulos de galaxias y estudio de los campos de velocidades macroscópicas en los mismos) y Sol y medio interplanetario (estudios sobre dinámica de protuberancias solares y transporte de materia en las capas más exteriores, también se han analizado datos de la sonda ISEE-3).

Seminario Matemático de la Universidade de Santiago de Compostela (hasta 1984): A través de este Seminario, el Observatorio universitario compostelano recibía una pequeña subvención para realizar trabajos de medida y cálculo de estrellas dobles visuales principalmente.

Seminario Matemático de la Universidad de Zaragoza (hasta 1984): El Departamento de Física de la Tierra y el Cosmos recibía una parte de la subvención del Seminario para sufragar principalmente trabajos de Mecánica Celeste.

ETAPA 1987-

A partir de 1987 las Memorias del CSIC dejan de resumir las actividades de los distintos Centros y pasa a tratar aspectos estadísticos de la red de los mismos. Además de continuar su labor en los Centros mencionados (IAC, IAA e IAG), en los años noventa, el CSIC creará varios centros importantes para la investigación en Astronomía como el Instituto de Física de Cantabria (IFCA) –en coordinación con la Universidad de Cantabria-, y el Instituto de Ciencias del Espacio (ICE) –creado para gestionar las actividades de los científicos del CSIC dentro del Institut d´Estudis Espacials de Catalunya-.

También se ha desarrollado un importante grupo de Astrofísica en el Instituto de Estructura de la Materia.

Además está presente en LAEFF y el Centro de Astrobiología, junto con el INTA, participando con fuerte presencia de astrónomos.

Veremos las actividades de cada uno de estos centros en su apartado correspondiente.

BIBLIOGRAFÍA

MEMORIAS DEL CSIC. Disponible su consulta online en http://www.csic.es

PRUEBAS DE IDONEIDAD EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA (1984)

En la Ley orgánica 11/1983 de 25 de agosto, de Reforma Universitaria (LRU) se contemplaba la posibilidad de regularización de numeroso personal docente e investigador contratado que estaba prestando servicios en las universidades españolas. Este personal era conocido con el acrónimo de PNN (profesorado no numerario).

Así, en la Disposición adicional novena de la citada Ley se puede leer que:

El Ministerio de Educación y Ciencia convocará en el plazo de seis meses desde la publicación de esta Ley, pruebas de idoneidad para acceder a la categoría de Profesor Titular de Universidad, en las que podrán participar los profesores que el 30 de septiembre de 1983 llevasen cumplidos cinco cursos académicos de docencia universitaria o investigación, y que el 10 de julio de 1983 estuvieran en posesión del título de Doctor y se hallasen desempeñando las funciones de interinos o contratados en los niveles de Profesor colaborador regulado por Orden ministerial de 21 de octubre de 1982, Profesor Adjunto, Agregado o Catedrático de Universidad, estableciéndose en dicha convocatoria las condiciones de su realización. Quienes superen esta prueba, en la que se evaluará la capacidad docente e investigadora, así como el historial académico de los candidatos, serán nombrados Profesores Titulares de Universidad con destino en la Universidad en la que prestaban sus servicios como contratados o interinos.

Igualmente pueden presentarse a las pruebas de idoneidad quienes, cumpliendo las condiciones de antigüedad y titulación a que se refiere el apartado anterior, estén en algunas de las situaciones siguientes:

a. *Hubieran desempeñado la función de interino o contratado en los niveles de Profesores Adjuntos, Agregados o Catedráticos de Universidad y se encontraran en el momento actual realizando tareas docentes o investigadoras en alguna Universidad o Centro de Investigación extranjero.*
b. *Los que el 30 de septiembre de 1883 estén disfrutando de una beca de reincorporación del Plan de Formación del Personal Investigador.*
c. *Quienes al 30 de septiembre de 1983 se hallaran contratados en alguna Universidad, o lo hubieran estado anteriormente o hubieran disfrutado de una beca del Plan de Formación del Personal Investigador y justifiquen una estancia de, al menos dos años en alguna Universidad o Centro de Investigación extranjero.*

Así, las pruebas se convocaron por Orden de 7 de febrero de 1984, la cual se publicó en el BOE de 16 de febrero del mismo año.
Posteriormente, por Resolución de 30 de abril de 1984 de la Dirección General de Enseñanza Universitaria, se publicó la primera relación de aspirantes admitidos y excluidos.
Dicha Resolución fue publicada en distintos boletines. Concretamente, para el área de conocimiento de Astronomía y Astrofísica (código 1010), se publicó un listado con 18 personas admitidas en el BOE de 4 de mayo.

Dichas personas eran: Emilio Javier Alfaro Navarro, Carmen Baixeras Divar, Elisa de Castro Rubio, Antonio Jesús Delgado Sánchez, Carlos Eiroa de San Francisco, Robert Estalella Boadella, Pedro Gómez Garrido, Jesús González de Buitrago Díaz, Jordi Isern Vilaboy, José Javier Labay Aguirre, Juan María Marcaide Osoro, José Andrés Martínez Alfaro, Antonio Rius Jordán, Gaspar Roselló Nicolau, Eduard Salvador Solé, Blai Sanahuja Parera, María Luisa Sánchez Saavedra y Manuel Sanroma Lucía.

Por Resolución de 11 de mayo de 1984 se nombra a los miembros de las comisiones. En Astronomía y Astrofísica (BOE de 22 de mayo) los miembros fueron: Juan Jesús Orús Navarro (Presidente), Manuel Eduardo Rego Fernández, Francisco Sánchez Martínez, Miguel Jesús Sevilla de Lerma, José Ángel Docobo Durántez, Álvaro Ángel Rodes Durán y Teodoro Roca Cortés (Vocales).
Por Resolución de 25 de mayo (BOE de 31 de mayo) se nombra a los miembros de las comisiones suplentes. En el caso de Astronomía y Astrofísica estaba formado por: Ramón Canal (Presidente), Rafael Cid Palacios, Emilio Santos Corchero, Carlos Sánchez Magro, y María José Fernández Figueroa (vocales).

Por Orden de 26 de mayo de 1984 (BOE de 2 de junio) se permite un nuevo plazo para presentar la documentación requerida a todos aquellos que habían recurrido en alzada por su exclusión en las pruebas de idoneidad. En la citada Orden, no se citan los nombres de estas personas.

La comisión de las pruebas para el área de Astronomía y Astrofísica se reunió en Barcelona en el mes de julio de 1984. Estaba compuesto por todos los miembros titulares a excepción de Álvaro Ángel Rodes Durán, que fue sustituido por Carlos Sánchez Magro.
Por Resolución de 28 de agosto de 1984 de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación (BOE de 3 de septiembre), se acepta la propuesta de la comisión de proponer para el nombramiento de profesores titulares de Universidad a los siguientes aspirantes:

- Elisa de Castro Rubio
- Antonio Carmelo Elipe Sánchez
- Robert Estalella Boadella
- Álvaro Giménez Cañete
- Jordi Isern Vilaboy
- José Javier Labay Aguirre
- Gaspar Roselló Nicolau
- Eduard Salvador Solé
- Blai Sanahuja Parera

También se indicaba que el aspirante Antonio Rius Jordán había obtenido 3 o más calificaciones de 6 o superior a 6 puntos.

Estas personas propuestas por la comisión fueron nombradas profesores titulares de Universidad por Resolución de 3 de diciembre de 1984 (BOE de 20 de diciembre de 1984), a excepción del nombramiento de Antonio Rius que tuvo lugar por Resolución de 19 de febrero de 1985 de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación (BOE de 15 de marzo).

Posteriormente, varios aspirantes recurrieron en alzada contra las actuaciones de la Comisión evaluadora. Así, la Dirección General de Enseñanza Universitaria dispuso que la citada Comisión se reuniera por segunda vez.

Efectivamente, los miembros evaluadores para el área de Astronomía y Astrofísica se reunieron en Madrid el 4 de febrero de 1986 elevando una nueva propuesta de aspirantes aptos.
Así, por Resolución de 28 de febrero de 1986 (BOE de 13 de marzo) de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación, se acepta la propuesta de la Comisión de pruebas de idoneidad para el acceso al cuerpo de profesores titulares de Universidad en el área de Astronomía y Astrofísica.
Los aspirantes declarados aptos fueron:

- Emilio Javier Alfaro Navarro
- Carmen Baixeras Divar
- Antonio Jesús Delgado Sánchez
- Carlos Eiroa de San Francisco
- Jesús González de Buitrago
- Juan María Marcaide Osoro
- José Andrés Martínez Alfaro
- Manuel Saez Cano
- Manuel Sanroma Lucía

Como comentario final queremos destacar que estas pruebas, que en su momento fueron objeto de mucha polémica, supusieron, al menos para el área de conocimiento de Astronomía y Astrofísica, una estabilización en la universidad para personas que en estos últimos años han demostrado su valía docente e investigadora. Por tanto, consideramos que las pruebas de idoneidad para esta área de conocimiento han sido satisfactorias y han contribuido a un enriquecimiento de la calidad en el terreno de la enseñanza e investigación de la Astronomía en la universidad española.
También hay que destacar que la implantación de la LRU contemplaba el paso directo de profesores agregados a catedráticos.

BIBLIOGRAFÍA

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. Febrero de 1984. Marzo de 1984. Junio de 1984. Septiembre de 1984. Diciembre de 1984. Marzo de 1985. Marzo de 1986.

FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL GRUPO DE MECÁNICA ESPACIAL

INICIOS Y ACTIVIDADES

Hemos visto las principales contribuciones de la cátedra de Astronomía de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, la cual estuvo regentada por Rafael Cid Palacios. Pero, ¿qué ocurrió después?

Recordemos que en 1966 se crearon en las Facultades de Ciencias de las universidades españolas los departamentos (Orden de 28 de mayo de 1966 publicada en el BOE de 4 de julio del mismo año). En la de la Universidad de Zaragoza se creó, entre otros, el Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos. Sin embargo, este Departamento no se expandió con el paso del tiempo. En palabras de Manuel Calvo, *creo que a don Rafael el aspecto de buscar plazas y aumentar el tamaño del Departamento no le gustaba y no lo trabajó*. Con la entrada de la Ley de Reforma Universitaria de 1983, se crean las áreas de conocimiento. Los profesores que pertenecían al Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos se adscribieron a dos áreas de conocimiento: área de Astronomía y área de Matemática Aplicada. Comenta Antonio Elipe que *fue imposible mantener el Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos porque en los Estatutos de la Universidad de Zaragoza se puso que todos los miembros de un área tenían que estar en el mismo departamento y que el número mínimo de personas para formar departamento era de 20.*

Posteriormente se crearon los nuevos departamentos, entre ellos el de Matemática Aplicada. Comenta Antonio Elipe que *los que nos adscribimos al área de Astronomía solicitamos entrar en el Departamento de Matemática Aplicada, pero por decisión del Consejo de Gobierno de la Universidad, nos enviaron a Física Teórica*.
Esta división produjo que profesores que estaban trabajando en los mismos temas formasen parte de estructuras departamentales distintas. Comenta Alberto Abad que *daba la sensación de que éramos dos grupos distintos trabajando en un mismo tema cuando en realidad no era así.*

Para evitar esta situación se creó en el año 1985 el Grupo de Mecánica Espacial (GME) el cual viene trabajando desde entonces fundamentalmente en Mecánica Celeste y en Astrodinámica.
La iniciativa de su creación (en principio como una simple denominación) partió conjuntamente de Antonio Elipe, Alberto Abad, Sebastián Ferrer y Manuel Palacios.

Este Grupo ha alcanzado en la actualidad un gran nivel científico. Uno de los hechos más significativos que ha hecho engrandecer científicamente al Grupo han sido las excelentes relaciones que se han mantenido con André Deprit. Recuerda Antonio Elipe que *el primer encuentro que tuvimos con él fue en 1986 en un congreso previo a la Asamblea General de la IAU que se celebró en Nueva Delhi.* Desde ese momento Deprit comenzó a realizar estancias de tres meses cada año en Zaragoza y miembros del GME realizaron diversas estancias en los Estados Unidos a su amparo. Comenta Antonio Elipe que *su presencia ha sido clave para el grupo* y Alberto Abad que *gracias a él adquirimos una dimensión internacional y nos dio cohesión en el sentido de centrarnos en un problema en concreto*. Dicho problema se refiere a las teorías analíticas para el satélite artificial.

Nos dice también Elipe, coordinador del GME, que *gracias a Deprit conseguimos un importante contrato con el centro espacial francés.*

Acto de condecoración del doctorado "honoris causa" a André Deprit en la Universidad de Zaragoza (noviembre de 1989). En primera fila, con toga azul Cid Palacios y a su izquierda el homenajeado. Cortesía de Antonio Elipe.

Antonio Elipe Sánchez, continuador de las tareas de Cid en Zaragoza, obtuvo el grado de doctor en 1983. Realizó estudios postdoctorales en el US Nacional Institute of Standards and Technology. En la Universidad de Zaragoza empezó como profesor ayudante, luego como titular y desde 2006 como catedrático. Ha sido decano de la Facultad entre 2003 y 2006. Ha publicado numerosos artículos sobre astrodinámica así como varios libros y actualmente es miembro del equipo editorial de *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*.

Otros centros con los que el GME ha mantenido (o mantiene) contactos han sido con la Universidad de Pisa, con el Naval Research Laboratory, el Observatorio de Pozsdam, la Universidad de Utah, la Universidad de Turku y la Universidad de Sao Paulo. A nivel nacional con las universidades de Santiago de Compostela, Navarra, La Rioja, Murcia, Politécnica de Cartagena, Politécnica de Madrid y Autónoma de Madrid (estas dos últimas por temas afines en Química Computacional y Química Teórica), y también con el Real Instituto y Observatorio de la Armada.

Siguiendo con las actividades del Grupo de Mecánica Espacial es de destacar también un convenio de colaboración de tercer ciclo que se firmó a principios de los años

noventa con el ROA. Mediante ese convenio seis personas de dicho Centro fueron a Zaragoza a realizar su tesis doctoral (cuatro de ellos la terminaron) y alumnos de la Universidad de Zaragoza se desplazaron a San Fernando a realizar prácticas con el GPS. Comenta Antonio Elipe que *el convenio aunque está vigor ya no es efectivo por cambios legales que se han producido* (en la normativa de tercer ciclo).

Otra iniciativa del GME ha sido la organización de las Jornadas de Trabajo en Mecánica Celeste. Comenta Alberto Abad que *de Zaragoza salió mucha gente que trabajaba en estos temas y nos pareció una buena idea juntarnos una vez al año.*
Hasta ahora se han organizado 11 ediciones en los lugares que se indican:

EDICION	LUGAR
I	SAN FERNANDO (10-12 JUNIO 1998)
II	LOGROÑO (17-18 JUNIO 1999)
III	VALLADOLID (8-9 JUNIO 2000)
IV	LA MANGA (20-22 SEPTIEMBRE 2001)
V	STA MARIA DE ALBARRACIN (20-21 JUNIO 2002)
VI	SEÑORÍO DE BERTIZ (2-4 JULIO 2003)
VII	SAN FERNANDO (28-30 JUNIO 2004)
VIII	RIANXO (27-29 JUNIO 2005)
IX	JACA (26-28 JUNIO 2006)
X	BARCELONA (5-7 SEPTIEMBRE 2007)
XI	EZCARAY (25-27 JUNIO 2008)

En cuanto al número de tesis dirigidas por miembros del Grupo se acercan a la veintena. Los destinos más habituales de estos últimos doctores han sido la enseñanza universitaria y secundaria, y también la empresa privada. Además algunos estudiantes de licenciatura han ido encontrando acomodo en empresas como Deimos o GMV.

EL GME EN LA ACTUALIDAD
En la web del Grupo (http://gme.unizar.es/) se indica que: *el Grupo de Mecánica Espacial está formado por profesores del Área de Astronomía y del departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Zaragoza. Fué declarado "Grupo Consolidado de Investigación" por la Diputación General de Aragón (BOA n.147 pag. 11035 de 18 de Diciembre de 2002).*

Se indica también que su labor investigadora se centra en en el campo de la Astrodinámica: teorías analíticas de perturbaciones, movimiento del satélite artificial, movimiento de sólidos, problema de n-cuerpos, etc.

Los miembros actuales del GME son: Antonio Elipe Sánchez, Alberto Abad Medina, Mercedes Arribas Jiménez, Roberto Barrio Gil, Luís Floría Jimeno, Manuel Palacios Latasa, Andrés Riaguas Guedán, Juan Félix San Juan Díaz, Fernando Blesa Moreno, Sergio Serrano Pastor, Eva Tresaco Villader y Marcos Rodríguez Rodríguez.

Fotografía con varios miembros del GME. Cortesía de Antonio Elipe.

BIBLIOGRAFÍA

ABAD, A. *Comunicación privada*. 2007.

CALVO, M. *Comunicación privada*. 2007.

ELIPE, A. *Comunicación privada*. 2007.

http://gme.unizar.es/ Página web oficial del Grupo de Mecánica Espacial.

EL INSTITUTO DE RADIOASTRONOMÍA MILIMÉTRICA (IRAM)

INICIOS

Para los primeros pasos de este Centro de investigación tenemos que remontarnos a 1974. En ese año se constituyó el Joint Investigation in Millimeter Astronomy (JIMA), en el que tres instituciones europeas se unieron para aunar fuerzas para desarrollar conjuntamente la investigación en Astronomía de ondas milimétricas. Estas eran: Observatoire de Meudon (Francia), Max Planck Institute für Radioastronomy (Alemania) y Appleton Laboratories (Reino Unido). Pronto los británicos decidieron retirarse, por lo que JIMA quedaría formado por las instituciones francesa y alemana.

Una de las primeras actuaciones de JIMA fue la búsqueda de un lugar adecuado para efectuar las observaciones. La instrumentación que se pensó en instalar desde el principio consistía en un conjunto de pequeñas radioantenas que trabajarían conjuntamente (mediante interferometría) y una radioantena de mayor diámetro.
Para la elección del lugar (siempre dentro de Europa) había que tener en cuenta que el sitio debería estar a gran altitud sobre el nivel del mar (ya que se requiere un bajo contenido de vapor de agua), debería permitir "baselines" por encima de los 1.000 metros de longitud, y debería estar en el sur de Europa para obtener una "buena visión" del Centro Galáctico. Además se consideraba ventajoso que ya existiese alguna infraestructura (carretera, luz o agua).

Entre 1975 y 1977 se realizaron varias campañas conjuntas para determinar el mejor emplazamiento. Se investigaron los siguientes lugares:

- Montbel: En el Macizo Central francés a unos 1.500 metros de altitud.
- Padrille: En los Pirineos orientales (Francia) a unos 2.000 metros de altitud.
- Plateau de Bure: En los Alpes franceses a unos 2.500 metros de altitud.
- Calar Alto: En la Sierra de los Filabres (Almería-España) a unos 2.000 metros de altitud.
- Pico Veleta: En Sierra Nevada (Granada-España) a unos 3.000 metros de altitud.

Finalizadas las campañas de prospección, tras la visita de un comité de selección a estos lugares en 1977, se tomó la decisión de instalar la gran radioantena (finalmente de 30 metros de diámetro) en Pico Veleta, y el interferómetro en Plateau de Bure.
También en 1977 se constituyó un consejo ejecutivo provisional para discutir el aspecto organizativo, legal y operacional del Instituto a crear. Este consejo ejecutivo, tras la elección de Pico Veleta para la radioantena de 30 metros, comenzó conversaciones con el gobierno de España para establecer dicho instrumento en suelo español. En 1978 se tomó la decisión de situar la antena en la zona de Loma de Dílar a 2.870 metros de altitud (y no en la cima de Pico Veleta) por motivos ecológicos y climatológicos.
En 1979 (concretamente el 4 de abril) se constituye oficialmente el Instituto de RadioAstronomía Milimétrica (IRAM) mediante un acuerdo firmado por el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS-Francia) y la Max Planck Gesellschaft (MPG-Alemania). En octubre de ese año, IRAM comenzó a trabajar con regularidad.
También en 1979, se terminó la carretera de acceso a Loma de Dílar y el lugar contaba con una instalación provisional de agua y electricidad. En ese mismo año, la construcción de la antena fue contratada a empresas alemanas.

ENTRADA DE ESPAÑA EN IRAM
Para la instalación de la antena en suelo español, fueron necesarias conversaciones bilaterales entre los gobiernos español y francés por un lado, y por los gobiernos español y alemán por el otro, las cuales trajeron como consecuencia la firma de los acuerdos gubernamentales entre los países implicados y también un acuerdo de colaboración científica entre el IGN e IRAM. La firma de estos acuerdos tuvo lugar el 16 de mayo de 1980. Como fruto, los astrónomos españoles tendrían garantizado un 10% de tiempo útil en la antena para realizar investigaciones.
La construcción de la antena se llevó a cabo entre 1980 y 1984. En 1984 se realizó la primera observación con este instrumento y estuvo en fase de "comissioning" hasta agosto de 1985.

En septiembre de 1985 se realizaron las primeras observaciones de astrónomos visitantes, llevando a cabo programas recomendados en la primera reunión del Comité de Programas que tuvo lugar en marzo de 1985.

Antena de 30 metros de Loma de Dílar. Cortesía de IRAM.

La antena de 30 metros fue inaugurada oficialmente por el ministro español de Obras Públicas, Javier Sanz de Cosculluela, el 12 de septiembre de 1987. Durante la inauguración, el ministro anunció el deseo de que España fuese un socio de pleno derecho de IRAM, una demanda del grupo de Radioastronomía del OAN, liderado por Jesús Gómez González, que vio las ventajas que suponía que el IGN entrara a formar parte del consorcio IRAM.
Las conversaciones para tal fin tuvieron lugar entre 1988 y 1989. Finalmente, España (a través del IGN) se convertiría en el tercer socio de IRAM en septiembre de 1990. Según este acuerdo, España aporta el 6% de los gastos de inversiones y mantenimiento y a cambio recibe el 16% de tiempo de observación, tanto en la antena de Sierra Nevada como en el interferómetro de Plateau de Bure, además de la participación en la toma de decisiones tanto en el consejo administrativo como en el consejo técnico.

CARACTERÍSTICAS DE LA ANTENA DE 30 METROS
Tipo de telescopio: Paraboloide totalmente orientable, con montura altacimutal, con un diámetro de 30 m. y un área colectora de 707 m^2. La montura es de acero y está montada en un pedestal de hormigón.
Frecuencias de funcionamiento: Desde 80 a 350 GHz (longitudes de onda de 3 a 0,8 mm.)
Tipo de observaciones posibles: Mediciones de radiocontinuo y bolométricas, de espectroscopía de microondas y de interferometría de muy larga base (VLBI).

CARACTERISTICAS DEL INTERFERÓMETRO DE PLATEAU DE BURE
Tipo de telescopio: Cinco antenas funcionando simultáneamente. Cada una de ellas es un paraboloide totalmente orientable, con montura altacimutal, con un diámetro de 15 m. y un área colectora de 177 m^2. La montura es de acero y está montada sobre un transportador con motores.
Frecuencias de funcionamiento: Desde 80 a 250 GHz (longitudes de onda de 3 a 1,2 mm.)
Tipo de observaciones posibles: Mediciones de radiocontinuo, de espectroscopía de microondas y de interferometría de muy larga base (VLBI).

BIBLIOGRAFIA

http://www.iram.es/ Página web oficial de IRAM.

http://www.oan.es/ Página web oficial del OAN

IRAM. Annual Report 1989. Disponible su consulta online en http://www.iram.es/

Manual de manejo de la antena de 30 metros. Disponible su consulta online en http://www.iram.es/

REFORMA DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ASTRONOMÍA

Por Real Decreto 587/1989 de 12 de mayo se aprueba el nuevo Reglamento de la Comisión Nacional de Astronomía (CNA).
En su artículo 1º (párrafo 1) se dice que *La Comisión Nacional de Astronomía es un órgano colegiado de la Administración del Estado dependiente de los Ministerios de Obras Públicas y Urbanismo y de Educación y Ciencia, con el fin de impulsar y coordinar los programas astronómicos nacionales y de representar a España en la Unión Astronómica Internacional desarrollando su misión de acuerdo con las directrices que determine la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.*
Posteriormente, el Real Decreto 663/2001 de 22 de junio modificó el Reglamento de la CNA. En dicha modificación (aparte de cambiar las denominaciones de los dos ministerios implicados), se añade como fin el *asesoramiento a la Administración General del Estado en materia de Astronomía y Astrofísica*.

En el párrafo 2º del mismo artículo se citan las funciones de la CNA:

- Proponer a la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología las medidas necesarias para la adecuada coordinación entre las diversas ramas de la Astronomía realizando el seguimiento de los programas y estudios que se planifiquen.
- Asesorar a la CICYT en relación con los acuerdos internacionales en materias astronómicas, proponiendo las medidas precisas para su cumplimiento.
- Aportar la colaboración española a las tareas de la Unión Astronómica Internacional, proponiendo a la CICYT, el nombramiento de las delegaciones que han de representar a España en las Asambleas de la Unión y las contribuciones que correspondan a la misma.
- En general, ejercer cuantas actividades se relacionen con el fomento, orientación y divulgación científica de la Astronomía en España.

En la modificación de 2001 se añade en los dos primeros puntos que además de la CICYT hay que proponer y asesorar a los *órganos directivos de la Administración General del Estado y a los organismos públicos dependientes de la misma que tengan responsabilidades en materia de Astronomía*.

En el artículo 2º aparece la composición de la CNA. Así, en el RD de 1989, la Comisión Nacional de Astronomía estará presidida por el director del Instituto Geográfico Nacional y tendrá la siguiente composición:

1. Vicepresidente, el subdirector general de Promoción de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia.
2. Vocales:
    a) El director del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas"
    b) El director del Real Instituto y Observatorio de la Armada
    c) El director del Instituto de Astrofísica de Canarias
    d) El director del Instituto de Astrofísica de Andalucía
    e) El delegado español en la Agencia Espacial Europea
    f) El subdirector general de Astronomía del Instituto Geográfico Nacional

g) Un científico de reconocido prestigio internacional por cada una de las áreas que a continuación se indican: Galaxias, Física Estelar, Medio Interestelar, Sol y Sistema Solar, Astronomía de posición, Instrumentos y Espacio.

3. Actuará como secretario de la Comisión un astrónomo propuesto por el director general del Instituto Geográfico Nacional.
4. El presidente de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología designará a los miembros natos de la Comisión y nombrará al secretario y a los vocales del apartado g), previa valoración por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva de las propuestas que se formulen al respecto las seis instituciones que están representadas en la Comisión Nacional de Astronomía, y la Subdirección General de Promoción de la Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia, debiendo ser al menos dos de estos vocales profesores universitarios.
5. Los vocales que no lo sean por su cargo tendrán un mandato de cuatro años.

En el RD de 2001 la composición de la CNA queda de la siguiente forma:

1. Un presidente y un vicepresidente.

Corresponderá la Presidencia y Vicepresidencia de la Comisión, de forma alternativa y por períodos de dos años, al director general del Instituto Geográfico Nacional y al presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

2. Serán vocales de la Comisión:

a) El director general del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas".
b) El delegado español en la Agencia Espacial Europea.
c) El director del Instituto de Astrofísica de Canarias.
d) El director del Observatorio Astronómico Nacional.
e) El director del Real Instituto y Observatorio de la Armada.
f) El director del Instituto de Astrofísica de Andalucía.
g) El presidente de la Sociedad Española de Astronomía.
h) Un científico de reconocido prestigio internacional por cada una de las áreas que a continuación se indican. Cosmología, Galaxias, Física Estelar y Medio Interestelar, Sol y Sistema Solar, Astronomía de posición, Instrumentación y Espacio.

3. Actuará como secretario de la Comisión Nacional de Astronomía un funcionario del grupo A, designado por el presidente de dicha Comisión, con voz y sin voto.

4. El presidente de la Comisión Nacional de Astronomía designará a los vocales a que se refiere el apartado 2.h) de este artículo, previo acuerdo de los restantes miembros de dicha Comisión, debiendo ser al menos dos de estos vocales profesores universitarios.

5. Los vocales que no lo sean por razón de su cargo tendrán un mandato de cuatro años.

Como se puede comprobar, las novedades más importantes es que la Presidencia pasa a ser rotatoria, entrando en escena el presidente del CSIC. En cuanto a los vocales entra a

formar parte también el presidente de la SEA, se reestructuran los miembros científicos, ya que hay un nuevo vocal del área de Cosmología y las áreas de Física Estelar y Medio Interestelar se fusionan. Además se sustituye al subdirector general de Astronomía del IGN por el director del OAN.

Actualmente (a finales de 2008) las personas que componen la CNA son:
-Rafael Rodrigo Montero (presidente)
-Alberto Sereno Álvarez (vicepresidente)
-Guillem Josep Anglada i Pons (secretario)
-Rafael Bachiller García (vicesecretario)
-Vocales natos: Fernando González García (director INTA), Maurici Lucena Betriu (delegado ESA), Francisco Sánchez Martínez (director IAC), Rafael Bachiller García (director OAN), Fernando Belizón Rodríguez (director ROA), Francisco Prada (director IAA) y José Miguel Rodríguez Espinosa (presidente SEA).
-Vocales por áreas científicas: Ángeles Díaz Beltrán (Galaxias), Antonio Elipe Sánchez (Astronomía de posición), Artemio Herrero Davó (Estrellas y medio interestelar), José Juan López Moreno (Espacio), Pere Planesas Bigas (Instrumentación), Valentín Martínez Pillet (Sol y Sistema Solar) y Xavier Barcons Jáuregui (Cosmología).

Los restantes capítulos del Reglamento tratan sobre los Grupos de Trabajo, la Comisión Permanente, funciones del presidente, vicepresidente, vocales y secretario, las sesiones, y la Oficina de la Secretaría.
Con respecto a este último punto, según el RD de 1989 decía que la Oficina administrativa se ubicaba en locales del IGN. Con la modificación de 2001 desaparece la oficina indicándose que *El Instituto Geográfico Nacional o el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, según el turno de la Presidencia de la Comisión Nacional de Astronomía, proporcionarán a la Comisión permanente el apoyo administrativo y técnico que resulten necesarios*.

En la actualidad cuando se busca información sobre la CNA en internet los resultados que se obtienen son bastante desesperantes. Así por ejemplo, en la web del Ministerio de Fomento cuando se accede al apartado de la CNA lo único que se obtiene son dos enlaces al Reglamento que se promulgó en 1989 (Real Decreto 587/1989 de 12 de mayo) y a su posterior modificación del año 2001 (Real Decreto 663/2001 de 22 de junio).
En la web del Instituto de Astrofísica de Andalucía existe un enlace a la Secretaría de la CNA. En ella se da información sobre:

- Dirección y contacto de la Secretaría de la CNA
- Composición actual de la CNA
- Reglamento de la CNA (los dos decretos anteriormente citados)

Existen además varios informes realizados, los cuales se encuentran disponibles en formato pdf para su descarga, a saber: Nota informativa sobre la reunión de la Comisión Nacional de Astronomía celebrada el día 11 de Diciembre de 2002, Nota informativa sobre la reunión de la Comisión Nacional de Astronomía celebrada el día 10 de Marzo de 2003, y Recomendaciones de la CNA a CICYT sobre el tratamiento de la Astronomía y Astrofísica en el nuevo Plan Nacional de I+D+i (18 Marzo 2003))

Es de destacar, que la CNA es la encargada de solicitar la entrada en la IAU de los jóvenes astrónomos españoles.

El aspirante para ser miembro individual de la IAU debe cumplir tres requisitos: ser doctor, contar con un currículo con actividad en el campo de la Astronomía (debe contar con al menos tres publicaciones) y tener perspectivas de continuidad en la Astronomía profesional. Para formalizar la entrada, el aspirante debe rellenar un formulario de la IAU, el cual debe venir avalado por un vocal de la CNA.

LISTADO DE PRESIDENTES DE LA CNA A LO LARGO DE LA HISTORIA

- Severo Gómez Núñez (desde el 8-4-1922 hasta el 12-12-1922)
- Antonio Izquierdo Vélez (desde el 12-12-1922 hasta el 9-10-1923)
- Luis Cubillo Muro (desde el 19-1-1924 hasta el 10-7-1925)
- José de Elola y Gutiérrez (desde el 10-3-1926 hasta el 6-3-1930)
- José Álvarez Guerra (desde el 6-3-1930 hasta el 23-4-1931)
- Honorato Castro Bonel (desde el 23-4-1931 hasta el 28-4-1933)
- Luis Doporto Marchori (desde el 21-7-1933 hasta el 25-12-1933)
- Enrique Gastardi Peón (desde el 25-12-1933 hasta el 28-9-1935)
- Enrique Meseguer Marín (desde el 1-10-1935 hasta el 4-8-1936)
- Alberto Vela del Palacio (desde el 4-8-1936 hasta el 15-10-1937)
- Rafael Soriano Gómez (desde el 15-10-1937 hasta el 19-2-1938. Nombrado por el Gobierno de la República)
- Félix Campos-Guereta (del 8-2-1938 hasta el 27-2-1953. Nombrado por la Vicepresidencia del Gobierno de la Nación –Burgos-)
- Lino Vaamonde Valencia (del 19-2-1938 hasta el 29-4-1938. Nombrado por el Gobierno de la República).
- Desiderio Ortega León (desde el 29-4-1938 hasta el 28-3-1939. Nombrado por el Gobierno de la República)
- Vicente Puyal Gil (del 27-2-1953 hasta el 14-9-1968)
- Juan García-Frías García (del 14-9-1968 hasta el 1-3-1974)
- Rodolfo Núñez de las Cuevas (del 1-3-1974 hasta el 4-7-1980)
- Julio Morencos Tevar (del 4-7-1980 hasta el 1-6-1983)
- Emilio Murcia Navarro (del 1-6-1983 hasta el 18-7-1985)
- Ángel Arévalo Barroso (del 18-7-1985 hasta el 3-5-1994)
- Teófilo Serrano Beltrán (del 4-5-1994 hasta el 30-9-1995)
- Ricardo Díaz Zoilo (del 30-9-1995 hasta el 25-5-1996)
- José Antonio Canas Torres (del 25-5-1996 hasta el 27-9-2002)
- Alberto Sereno Álvarez (del 27-9-2002 hasta el 31-12-2002)
- Rolf Tarrach Siegel (del 1-1-2003 hasta marzo)
- Emilio Lora Tamato D´Ocon (de marzo de 2003 hasta el 31-12-2004)
- Alberto Sereno Álvarez (del 1-1-2005 hasta el 31-12-2006)
- Carlos Martínez Alonso (desde el 1-1-2007 hasta el 14-4-2008)
- Rafael Rodrigo Montero (desde el 25-4-2008)

Llama la atención que hasta 2008 sólo dos astrónomos (Honorato Castro y Enrique Gastardi) hayan ocupado la Presidencia de la CNA. Esto es así debido a que hasta 2001, la presidencia la ocupaba el director del IGN y desde 2001, la presidencia es bienal y rotatoria entre el director del IGN y el presidente del CSIC.
En abril de 2008, el astrofísico Rafael Rodrigo fue nombrado como presidente del CSIC (y por tanto también la Presidencia de la CNA) en sustitución de Carlos Martínez Alonso (nombrado el 14 de abril de 2008 como Secretario de Estado de Investigación).

BIBLIOGRAFÍA

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. Consulta disponible online en http://www.boe.es/

http://www.fomento.es/ Página web oficial del Ministerio de Fomento

http://www.iaa.es/ Página web oficial del IAA

EL LABORATORIO DE ASTROFÍSICA ESPACIAL Y FÍSICA FUNDAMENTAL (LAEFF)

ANTECEDENTES

Los antecedentes de LAEFF hay que buscarlos en los grupos científicos de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE).
La CONIE fue creada dentro del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) por Luis Azcárraga. Los grupos científicos, que funcionaron entre 1976 y 1988, tenían la misión de desarrollar cargas útiles para vuelos en globo, cohetes de sondeo y satélites. Hay que recordar que un año antes, en 1975, fue lanzado con éxito el INTASAT.

Una persona que formó parte de estos grupos desde el principio es Carmen Morales, que para realizar su tesis doctoral sobre la estructura de la Galaxia realizó una estancia predoctoral en la Universidad de Basilea (Suiza) bajo la dirección del profesor Becker (también realizaron estancias predoctorales en esta universidad García Pelayo y Gerardo del Río). Después de defender su tesis en la Universidad Complutense (en la que José María Torroja actuó de ponente) fue profesora ayudante en la UCM (entre 1971 y 1976) hasta que entró en los grupos científicos de CONIE.

Varios de los astrónomos consultados (como Francisco Sánchez o José María Quintana) destacan el gran papel que jugó la CONIE en el desarrollo de esta ciencia, ya que, además de la labor realizada por los grupos científicos (liderados por Luis Pueyo Panduro), financiaba importantes proyectos de investigación externos.

Luis Pueyo (fallecido en 1991) fue doctor ingeniero aeronáutico, catedrático de Misiles y Vehículos Espaciales en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos de la Universidad Politécnica de Madrid. Antes de su tarea como director científico y secretario del Comité Científico-Técnico de la CONIE estuvo tres años en Francia y Holanda participando en el programa de cohetes de sondeo y dinámica orbital de los primeros satélites de ESRO.
Señala Carmen Morales que *en los grupos científicos de la CONIE se nos contrató para desarrollar la carga científica para un satélite, pero como no se lanzó nos dedicamos en trabajar en programas de la ESA*.

También hemos encontrado información sobre estos grupos científicos en el Informe de la Astronomía en España en 1980 recopilado por Alberto Orte. Concretamente se citan dos grupos, el de Astrofísica y el de Radiación Cósmica.
El grupo de Astrofísica estaba compuesto en 1980 por un doctor, tres licenciados y por un doctor colaborador. Sus líneas de investigación (encuadradas en el campo de la Estructura y Evolución Estelar) eran: estudio de la extinción estelar en el ultravioleta, análisis de las fuentes de rayos X, estudio de la pérdida de masa y evolución en estrellas de tipo O, y estudio de la variabilidad de estrellas supergigantes.
En cuanto al grupo de Radiación Cósmica estaba compuesto en 1980 por dos doctores en Ciencias Físicas (a tiempo completo) y por tres ingenieros técnicos (a tiempo compartido con otros grupos científicos). Los objetivos de este grupo en 1980 eran el estudio de la composición elemental e isotópica y espectro de energía de la radiación cósmica solar y galáctica, así como el estudio de los problemas de propagación y origen.

Tras la desaparición de CONIE, sus miembros continuaron en el INTA y entre los años 1988 y 1990 trabajaron con datos obtenidos desde satélites (especialmente el IUE).
El cese de las actividades de los grupos científicos de la CONIE provocó un gran vacío, surgiendo distintas voces para la creación de una estructura similar. Según alguna de las fuentes consultadas la iniciativa para la creación de la nueva estructura partió desde el CSIC (Enrique Trillas y José María Quintana), aunque no se puede descartar que la iniciativa surgiera dentro del propio INTA.
Así, según se puede leer en el libro *INTA: 50 años de Ciencia y Técnica Aeroespacial* de José Manuel Sánchez Ron, en la reunión del Consejo Rector del INTA de 16 de mayo de 1990 se presentó un documento titulado "Propuesta de creación de un Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental". En la Introducción del citado documento se puede leer que el director general del INTA había creado a finales de 1989 un grupo de trabajo para estudiar posibles acciones por parte del INTA para aprovechar científicamente las estaciones espaciales, para una mayor participación en el programa científico de la Agencia Europea del Espacio (ESA) y en general, para fomentar la contribución de los departamentos técnicos del INTA en la investigación científica.

En dicho documento se cita que el grupo de trabajo estaba formado por: (Manuel) Angulo, (Valeriano) Claros, (Luis Ruiz de) Gopegui, (Juan) Pérez-Mercader, (José María) Quintana y (José Manuel) Urech. Entre los motivos que se incidían para la creación del Laboratorio están el pobre retorno científico de las actividades españolas en la ESA y el poco uso de las facilidades existentes en las estaciones de Robledo y Villafranca (idóneas para Radioastronomía y VLBI en la primera y para estudios en el ultravioleta e infrarrojo en la segunda). También se mencionaban proyectos concretos con el que podrían empezar a trabajar los miembros del Laboratorio como "Objetivos científicos del Proyecto Santa María y alternativas, incluyendo el Spectrum UV. Análisis de fuentes de rayos X y objetivos científicos para la participación española en el SODART a bordo del Spectrum X. Análisis de imágenes de la base de datos IUE existente en Villafranca, fundamentalmente de estrellas binarias interactivas, cataclísmicas y con líneas de emisión, así como supernovas y otros objetos de interés en el ultravioleta".

Llama la atención del programa científico una misión poco conocida por la comunidad astronómica que finalmente no se pudo llevar a cabo: la misión Santa María. Dicha misión consistía en una colaboración de distintos grupos científicos de Italia, España y Estados Unidos para el diseño, desarrollo, lanzamiento, proceso de datos y explotación científica del satélite Santa María, el cual tenía previsto realizar observaciones simultáneas en distintas zonas del espectro (que iban de los 200 a los 7.000 angstroms) con su carga útil.
En cuanto al SODART (SOviet DAnish Röntgem Telescope) se trataba de un instrumento diseñado para espectroscopía de rayos X (fruto de una colaboración ruso-danesa) que estaba previsto que fuese alojado en el satélite Spectrum Röntgen Gamma (SRG). Para este proyecto en el que trabajaba fundamentalmente Eva Díaz Catalá se construyó un disco duro con calificación de vuelo, pero finalmente el proyecto SODART se suspendió y ese disco duro fue utilizado en el lanzamiento de un globo transoceánico.

Pero sigamos con la historia sobre la creación de LAEFF. En el mismo Consejo Rector del INTA antes mencionado se aprueba la creación del citado Laboratorio. Es así como

nace el Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental, sin embargo, el centro perteneciente al INTA no pudo comenzar sus actividades "de verdad" sin la colaboración del CSIC y de la ESA a través de los correspondientes convenios de colaboración.
El convenio de colaboración entre el INTA y la ESA se firmó en octubre de 1990, mientras que el INTA y el CSIC firmaron dos convenios de colaboración, el primero en febrero de 1992 y el segundo en mayo de 1995.
Según estos acuerdos, el INTA se encargaría de la infraestructura básica, de la dotación de investigadores (bien procedentes de los grupos científicos de CONIE o a través de nuevos contratos) y de la gestión administrativa. El CSIC proporcionó investigadores especializados en el campo de la Astronomía Espacial, Radioastronomía, Física Fundamental y Cosmología. ESA proporcionaría suelo la Estación de Seguimiento de Satélites de Villafranca del Castillo (entonces VILSPA) para albergar la sede de LAEFF (se inauguró dicha sede en mayo de 1991), así como el acceso a sus ordenadores y redes de comunicaciones.

En el primer número de *LAEFF Reporter*, editado por vez primera en 1995, el entonces director de LAEFF, Benjamín Montesinos ofrece una breve semblanza sobre la creación de este Centro. Además de los convenios con la ESA y con el CSIC (por el que personal científico del Consejo puede realizar sus actividades en LAEFF, lo que propició que en el verano de 1993 su plantilla se doblara), se firmó un convenio entre el INTA y la NASA (en diciembre de 1991) para que personal de LAEFF coordinara las actividades radioastronómicas (en el Deep Space Network) de la Estación de Robledo de Chavela.

LOGROS CIENTÍFICOS
A continuación se describen los principales logros científicos de LAEFF tomando como referencia varios artículos publicados en la revista *Laeff Reporter* de junio de 2001, donde se conmemora el décimo aniversario de la institución.

* Participación en INTEGRAL:
El INTA es responsable del desarrollo de la OMC (Optical Monitoring Camera), uno de los cuatro instrumentos de a bordo, encargándose el LAEFF de la coordinación general y de la planificación de su actividad científica. Además, en el LAEFF está el Centro de Operaciones Científicas de la OMC.
La OMC permite realizar el seguimiento óptico (simultáneamente al seguimiento en las bandas espectrales de los rayos gamma y rayos X) de los fenómenos más violentos y energéticos del Universo. Asimismo, estudia también la variabilidad óptica de decenas de miles de objetos que se encuentren en las inmediaciones de las fuentes de altas energías.
En INTEGRAL han participado: Albert Domingo, Álvaro Giménez y J. Miguel Mas Hesse.

* Astrofísica extragaláctica:
En este campo, los científicos de LAEFF se han centrado en estudio de las regiones donde se forman grandes cantidades de estrellas masivas (starbursts), tanto desde un punto de vista teórico (mediante el desarrollo de modelos de síntesis evolutiva), como observacional (habiendo analizado datos obtenidos de diversas bandas del espectro). En cuanto a los modelos, éstos parten del conocimiento que tenemos acerca de cómo evolucionan las estrellas masivas desde su formación. La aplicación de los modelos ha permitido estudiar en detalle las propiedades de los procesos de formación estelar en

galaxias compactas azules, así como en regiones HII gigantes. Además, desde LAEFF se han extendido el estudio de los "starbursts" a los episodios de formación estelar que tienen lugar en el núcleo, o alrededor de él, de galaxias activas tipo Seyfert.
Por otra parte, la formación y evolución de gran cantidad de estrellas masivas produce un importante impacto sobre las propiedades del medio interestelar, dando lugar a la formación de chorros de material, burbujas, cascarones. Estos fenómenos que han sido estudiados con detalle (por ejemplo en la galaxia NGC 4214), a través de datos bidimensionales obtenidos desde tierra y desde el Hubble Space Telescope (HST), han permitido descubrir chorros de material neutro escapando de las regiones de formación estelar. La alta velocidad de dichos chorros permitía que la línea de emisión de hidrógeno Lyman α pudiera atravesar el material neutro sin ser absorbida, como sucede en la mayoría de los casos.
En Astrofísica extragaláctica han trabajado: Miguel Cerviño, María de Santos, Elena Jiménez, Jesús Maiz y J. Miguel Mas Hesse.

* Archivos astronómicos en el LAEFF:
Los más de 100.000 espectros obtenidos en el rango del ultravioleta (UV) del satélite IUE (para más información sobre esta misión consultar el apartado dedicado a VILSPA) y el sistema de acceso a los mismos (INES) constituyen el resultado final de esta misión. En 1998 la ESA decidió poner punto final a su participación en el proyecto y transferir su archivo a la comunidad científica internacional (esto último ocurrió el 21 de marzo de 2000). Desde junio de 2000, el LAEFF es el único responsable del Archivo IUE.
En este apartado han trabajado: Rosario González, Fernando Rodríguez, Lourdes Sanz F. de Córdoba, Enrique Solano y Antonio Talavera.

* Sol y estrellas aisladas, estrellas binarias, supernovas y nebulosas planetarias:
En cuanto al Sol, desde LAEFF se ha realizado un estudio de las capas más exteriores de la atmósfera solar. Uno de los resultados más interesantes es la medida directa de la anchura de la región de transición (entre 20.000 y 200.000 K) a partir de espectros en el rango ultravioleta. También se ha estudiado el "efecto Evershed" en la penumbra de las manchas solares.

En estrellas aisladas se han realizado dos estudios de clasificación espectral. La primera fue una clasificación mediante redes neuronales de estrellas observadas en el UV. La segunda fue una clasificación de una muestra de 80 estrellas pre-secuencia principal y tipo Vega, junto con un estudio exhaustivo de sus velocidades de rotación.

En estrellas binarias, se ha propuesto un nuevo esquema de clasificación de las binarias eclipsantes en función de sus curvas de luz. Se ha contribuido también a la obtención de una base de datos de parámetros estelares (masas, radios y temperaturas). También se ha realizado un estudio de interacción entre las componentes de sistemas binarios mediante las fuerzas de marea.

Dentro de las estrellas dobles, están las binarias de rayos X, que se dividen en dos grandes grupos según la masa de la estrella compañera. Dentro de las binarias de rayos X de baja masa está el subgrupo de las novas de rayos X, que son sistemas que experimentan fases de alta actividad durante las cuales la luminosidad en todos los rangos espectrales aumenta espectacularmente en pocos días para decrecer poco a poco

en los meses siguientes. Desde LAEFF se han estudiado estos objetos basándose en observaciones multirrango.

En supernovas se destaca las observaciones de la supernova 1993J, demostrándose que el material expulsado se encuentra expandiendo en el medio circunestelar con un movimiento propio que decrece progresivamente.

En nebulosas planetarias se han identificado fuentes IRAS que presentaban los colores infrarrojos adecuados para ser consideradas como posibles objetos en la fase de transición previa a la formación de una nebulosa planetaria. Se han descubierto así un buen número de nebulosas planetarias muy jóvenes fuertemente enrojecidas por el material circunestelar y estrellas variables Mira de muy largo periodo que se encuentran en los últimos momentos de su vida en la rama asintótica de gigantes (fase AGB). También se han descubierto estrellas que se han identificado como estrellas post-AGB, incrementando el escaso número de representantes conocidos. Pero en este campo el descubrimiento más importante ha sido el de Hen 3-1357, que en dos décadas ha evolucionado de la fase post-AGB a la de nebulosa planetaria.

Los investigadores de LAEFF que han trabajado en estos campos han sido: Antxon Alberdi, Alberto Castro-Tirado, Nuno Cunha, Myriam Dorado, Eduardo Fernandes, Pedro García Lario, Álvaro Giménez, Rosario González, Bruno Merín, Benjamín Montesinos, Celia Sánchez, Luis Manuel Sarro, Enrique Solano y Ana Ulla.

* Radioastronomía:
El LAEFF gestiona el tiempo español de Radioastronomía en la estación de Robledo de Chavela (también el programa Partner de educación y divulgación). Las antenas de esta instalación se han usado fundamentalmente en observaciones de interferometría de muy larga base, además el grupo de radio de LAEFF ha trabajado en investigaciones sobre formación estelar en nuestra galaxia y de núcleos activos de otras galaxias. En el campo de formación estelar y nubes moleculares se han realizado estudios de las estructuras y fenómenos físicos que se dan en el entorno de estrellas jóvenes, de forma especial en los fenómenos de pérdida de materia que sufren las estrellas durante su formación y en las estructuras en forma de disco que podrían ser precursoras de nuevos sistemas planetarios. El grupo de LAEFF ha detectado chorros colimados en varias estrellas jóvenes, así como posibles discos protoplanetarios, además de la realización de modelos teóricos de la emisión de líneas moleculares en discos protoplanetarios. En Radioastronomía Extragaláctica se han realizado estudios de las regiones más internas de los núcleos activos de galaxias (AGN) usando la técnica de VLBI.
En el grupo de radio de LAEFF han trabajado: Antxon Alberdi, Itziar de Gregorio, Cristina García Miró, José Francisco Gómez, Elena Jiménez y Antonio Rius.

* Explosiones cósmicas de rayos gamma.
Desde LAEFF se ha tratado de identificar contrapartidas en otras longitudes de onda de las explosiones de rayos gamma (GRBs), en particular en las bandas X con el satélite BeppoSAX, óptico con diversos telescopios terrestres y con el HST, infrarrojo con diversos telescopios en tierra y con ISO, y radio (Veleta, Bure y Robledo de Chavela). Se ha conseguido descubrir tres contrapartidas ópticas (de GRB 980703, GRB 991208 y GRB 000926) y se ha determinado el corrimiento al rojo de GRB 990123 y de GRB 991208. Por otra parte, el INTA ha desarrollado un conjunto de instrumentos que con el nombre de BOOTES (Burst Observer and Optical Transient Exploring System) que se

han instalado en el Centro de Experimentación de El Arenosillo (Huelva) para el estudio de estos fenómenos.
En este campo han trabajado Alberto José Castro-Tirado y Javier Gorosábel Urkía.

* Centro de Operaciones Científicas de MINISAT I.
El 21 de abril de abril de 1997 se puso en órbita el satélite MINISAT I. El satélite lleva tres instrumentos científicos a bordo: el Espectrógrafo Ultravioleta extremo de Radiación Difusa (EURD), un detector de rayos gamma de baja energía (Low Energy Gamma Ray Imagen, LEGRI) y un experimento para el estudio del Comportamiento de Puentes Líquidos en condiciones de Microgravedad (CPLM). Desde enero de 1996 se instaló en LAEFF un grupo para encargarse de las operaciones científicas. El Centro de Operaciones Científicas (COC) del satélite tiene la misión de ser un nexo entre el Centro de Control de la Misión (MCC) y los equipos científicos que explotan los datos producidos por los instrumentos. Semanalmente, con los requisitos de los equipos científicos y las predicciones orbitales proporcionadas por el equipo de dinámica de vuelo, el COC prepara un plan de operaciones y todas las instrucciones que los instrumentos necesitan para realizar sus observaciones. Estos datos se transfieren al MCC que tras comprobarlos los enviará al Centro de Operaciones en Tiempo Real (ROT), situado en Maspalomas (Gran Canaria), que los transmite al ordenador de a bordo. Tras ejecutar los comandos y una vez realizados los experimentos, el ordenador de a bordo envía los datos al ROT y luego al COC. Los datos recibidos en el COC se procesarán para distribuirlos posteriormente a los equipos científicos para su explotación.
En el COC han participado: Eduardo Fernandes, Jesús García, Celia Sánchez y Antonio Talavera.

* EURD a bordo del MINISAT I.
En LAEFF se ha trabajado desde sus inicios en el proyecto MINISAT, especialmente en las operaciones, análisis y reducción de datos de uno de sus instrumentos, el EURD. Entre otros logros se ha establecido un nuevo límite superior a la emisión del medio interestelar local, por lo que deberán revisarse los modelos existentes.
Se ha conseguido el atlas más detallado de la emisión nocturna de la alta atmósfera, al tiempo que se desmintió una propuesta de Sciama para la emisión procedente de la desintegración de los neutrinos.
En relación con la Luna, se ha obtenido un espectro suyo en fase llena cada mes lo que permite un estudio sobre las variaciones de intensidad de la Luna con relación al ciclo de actividad solar, así como la determinación del albedo de la Luna en el lejano UV.
También se han conseguido espectros estelares gracias al desarrollo de programas especiales de reducción de datos. La comparación de dichos espectros con modelos teóricos de atmósferas estelares ha permitido comprobar la validez de calibración en flujo realizada con la Luna, al mismo tiempo que la validez de los modelos teóricos para reproducir la distribución espectral de energía de las estrellas calientes de tipo espectral B.
En EURD han participado José Francisco Gómez, Carmen Morales, Verónica Orozco y Joaquín Trapero.

* Grupo de Física Fundamental:
En 1996, Juan Pérez Mercader y David Hochberg demostraron que las galaxias se comportan como un sistema físico que experimenta una transición de fase.

También en 1996, David Hochberg (junto a A. Popov y S. Sushkov) obtuvieron la primera solución auto-consistente de las ecuaciones semiclásicas de Einstein representando un agujero de gusano del tamaño de la escala de Planck.

También se ha investigado la generalización de la formulación hidrodinámica que permite ir más allá del popular modelo de polvo (modelo de formación de estructuras cosmológicas basado en el crecimiento de inhomogeneidades inicialmente ínfimas por inestabilidad gravitatoria) y así tener en cuenta la irregularidad notable en la distribución de materia debida a la formación de estructuras compactas virializadas (cúmulos de partículas).

Francisco Alonso y David Hochberg han extendido un modelo de Chow y Collins sobre las pequeñas fluctuaciones del cuerpo humano que permite la verticalidad. En este modelo se ha podido identificar una especie de "espacio de fases" en el cual se diferencian gráficamente el comportamiento normal y el comportamiento que conduce a una caída.

Se ha estudiado la conjetura de Choptuik (en simetría esférica y bajo ciertas condiciones es posible formar singularidades que no están aisladas en el interior de un agujero negro), llegándose a la conclusión de que es posible obtener la singularidad no sólo en el colapso esférico, sino también en el colapso más general, es decir, aquél en el que es posible producir agujeros negros con masa, carga eléctrica y momento angular.

En 1998, Juan Pérez Mercader y Eduardo Fernandes Viera, comprobaron experimentalmente con datos de las órbitas de los satélites LAGEOS I y II, la existencia del efecto de Lense-Thirring (gravitomagnetismo), tal como había sugerido I. Ciuffolini.

Pérez Mercader y Hochberg usaron ideas y técnicas de la teoría de fenómenos críticos en problemas astrofísicos, en concreto, en el problema de la estructura de la distribución de galaxias. Posteriormente, José Gaite, Álvaro Domínguez, y Juan Pérez Mercader emprendieron un detallado estudio conceptual de las bases del estudio de la distribución de galaxias mediante los métodos de la física estadística.

En el grupo de Física Fundamental han trabajado: Francisco Alonso, Fernando Barbero, Mar Bastero, Álvaro Domínguez, Eduardo Fernandes, José Gaite, Carsten Gundlach, David Hochberg, José M. Martín, Juan Pérez Mercader y Carlos Rodrigo.

Fotografía de grupo (Junio 2006). Cortesía de Carmen Morales.

OBSERVATORIO VIRTUAL

Regresando a la actualidad, cabe destacar una de las misiones más novedosas y de gran importancia que se están desarrollando en el LAEFF que es la del Observatorio Virtual Español (SVO).

De todos es bien sabido que lo que se espera de una misión científica es obtener datos de gran calidad. Sin embargo, es necesario también que esos datos sean de fácil acceso y que sean perdurables en el tiempo. Actualmente, no basta con tener los datos, es necesario catalogarlos correctamente y desarrollar herramientas que permitan una búsqueda y obtención sencilla de los mismos. Como bien indica Enrique Solano, si hubiese una coordinación eficiente entre los distintos centros de datos se impulsaría la producción científica y se rentabilizaría al máximo el coste asociado a las distintas misiones. Comenta además que los sistemas de acceso a los datos se han venido diseñando para satisfacer los objetivos de la misión dando lugar a una gran heterogeneidad tanto en los formatos de los datos como en los métodos de intercambio y transferencia de los mismos.

El Observatorio Virtual nace para intentar resolver la falta de inoperatividad entre los centros de datos astronómicos y de proporcionar las herramientas para poder realizar una explotación eficiente de la ingente cantidad de datos existente en los distintos archivos.

En 2004 se solicitó un proyecto dentro del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica para la creación del Observatorio Virtual Español. Dicho proyecto liderado por Enrique Solano de LAEFF fue aprobado por lo que el SVO se incorporó al International Virtual Observatory Alliance (IVOA). El IVOA es un organismo creado en junio de 2002 con el fin de aglutinar los distintos proyectos referentes al Observatorio Virtual tanto a niveles nacionales como internacionales.

PERSONAL

Como punto final a todo lo comentado sobre el LAEFF cabe mencionar que la plantilla actual en LAEFF está formada por 36 personas, 13 de las cuales forman el personal científico de plantilla, a saber: David Barrado Navascués, Miguel García Torres, Nuria Huélamo Bautista, Francisco Jiménez-Esteban, Belén López Martí, José Miguel Mas-Hesse, Benjamín Montesinos Comino, Carmén Morales Durán, Aina Palau Puigvert, Ricardo Rizzo Caminos, Lourdes Sanz Fernández de Córdoba, Jorge Sanz Forcada y Enrique Solano Martínez.

FUTURO DE LAEFF

Hasta diciembre de 2008, el LAEFF dependía del Departamento de Programas Espaciales del INTA. A partir de enero de 2009, el LAEFF pasará a depender del Centro de Astrobiología y cambiará su denominación por el de Laboratorio de Astrofísica Estelar y Exoplanetas (LAEX). Está previsto que este nuevo Centro tenga como primer director a David Barrado Navascués.

BIBLIOGRAFIA

http://www.laeff.esa.es (Página web oficial de LAEFF)

Informe sobre la Astronomía española 1980. Recopilado por A. Orte. CAICYT. 1981.

Laeff Reporter. Junio de 2001

Laeff Reporter. Marzo de 1995

MORALES, C. *Comunicación privada*. 2006.

MORALES, C. et al. *Santa Maria: An Orbiting Multispectral Observatory*. In: Observatorios in Herat Orbit and Beyond, 493-496.

SANCHEZ RON, J. M. *INTA: 50 años de ciencia y técnica aeroespacial*. Editado en Aranjuez (Madrid). Ministerio de Defensa. 1997. ISBN: 84-920798-3-5.

SOLANO, E. *El Observatorio Virtual Español*. Recogido en: Boletín de la SEA, nº 14. Verano de 2005, pp. 11-15.

CREACIÓN Y ACTIVIDADES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ASTRONOMÍA (SEA)

INICIOS
Es una Asociación profesional de astrónomos que está regida por el Artículo 20 del Código Civil español y por sus Estatutos.
Su finalidad, según el Artículo 4 de sus Estatutos consiste en *promocionar el desarrollo en España de la Astronomía, en su sentido más amplio, por todos los medios adecuados y, en particular.*

a) *proporcionar un forum independiente para la discusión de asuntos de interés común*
b) *proporcionar medios para aquellos asuntos en los que parezca adecuada una acción conjunta*
c) *mantener relaciones institucionales con otras sociedades cuya causa y objetivos sean similares; en particular, la SEA puede, y a ser posible debe, estar afiliada a la European Astronomical Society.*

Aunque la SEA se constituye el 20 de noviembre de 1992 la idea sobre su creación se remonta a 1983, en concreto se discutió la creación de una asociación profesional de astrónomos durante la IV Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica celebrada en Santiago de Compostela. Finalmente la idea en aquella Asamblea no salió adelante, ni tampoco, como recuerda Eduard Salvador, en otro intento promovido por José Luis Sanz y Ramón Canal en 1986.

Pero en 1992 con la constitución de la European Astronomical Society (EAS), entre los astrónomos Juan María Marcaide, Eduard Salvador y Ramón Canal decidieron que era el momento idóneo y acordaron redactar y presentar unos estatutos al registro de asociaciones del Ministerio del Interior. Una vez que se presentaron los estatutos se invitó a la comunidad astronómica nacional a participar a través de la Asamblea Fundacional.

Según el Acta de la Asamblea Constituyente (presidida por los 3 astrónomos mencionados anteriormente), se invitó a 49 personas representativas de la Astronomía española a formar parte como miembros fundadores de la Sociedad. De esas 49 invitaciones, 39 han respondido positivamente, consiguiendo que en 19 de las 21 instituciones españolas (o situadas en España) contempladas inicialmente hubiera algún miembro fundador.

La primera Junta Directiva que fue propuesta y elegida por unanimidad estaba compuesta por Ramón Canal (presidente), Juan María Marcaide (vicepresidente), Eduard Salvador (secretario), John Beckman (tesorero), Xavier Barcons (primer vocal), Carlos Eiroa (segundo vocal) y Josep María Torrelles (tercer vocal).
A la Asamblea asistieron los doctores: Antxón Alberdi, Josep María Ballester, Xavier Barcons, Eduardo Battaner, John Beckman, Ramón Canal, José Ángel Docobo, Carlos Eiroa, Robert Estalella, Juan Fabregat, Álvaro Giménez, José María Ibáñez, Jordi Isern, Juan María Marcaide, Vicent Martínez, José Manuel Rodríguez Espinosa, Eduard Salvador, Blai Sanahuja y Jordi Torra (estuvieron representados y/o excusaron su

asistencia los doctores E. Martínez, Teodoro Roca, Francisco Sánchez y Josep María Torrelles).
En dicha acta aparecen como miembros fundadores de la SEA los doctores: Antxón Alberdi, Emilio Alfaro, Josep María Ballester, Xavier Barcóns, Eduardo Battaner, John Beckman, Ramón Canal, A. Díaz, José Ángel Docobo, V. Domingo, Rosa Domínguez Tenreiro, Antonio Elipe, Carlos Eiroa, Robert Estalella, Juan Fabregat, María José Fernández Figueroa, A. Fernández Pacheco, Álvaro Giménez, José María Ibáñez, Jordi Isern, Jordi Labay, Juan María Marcaide, Vicent Martínez, E. Martínez, J. M. Massaguer, M. Portilla, José María Quintana, Manuel Rego, Antonio Rius, Teodoro Roca, José Manuel Rodríguez Espinosa, Eduard Salvador, Blai Sanahuja, Francisco Sánchez, Miguel Sevilla, Eduardo Simonneau, Antonio Talavera, Jordi Torra y Josep María Torrelles.

Fotografía de los miembros fundadores de la SEA. Cortesía de la SEA.

ORGANIZACIÓN
Volviendo a los Estatutos, dentro de la SEA existen cuatro clases de miembros: Miembros Honorarios, Miembros Numerarios, Miembros "Junior" y Miembros Asociados. Los astrónomos pertenecientes a las dos primeras categorías de miembros mencionada tendrán, además, la categoría de socios.

Según el Artículo 6º de los Estatutos de la SEA:

a) *Podrán ser Miembros ordinarios de la SEA aquellas personas que, a satisfacción de la Asamblea General, por su contribución a la Astronomía, por su actividad profesional, u otra, puedan contribuir a promover la causa y objetivos de la Sociedad.*
b) *Podrán ser Miembros Honorarios de la SEA aquellas personas que la Asamblea General considere merecedoras de tal privilegio.*

Los órganos de dirección de la SEA son la Asamblea General y la Junta Directiva.
La Asamblea General está regulada en los artículos del 10 al 16 de los Estatutos. Así, por ejemplo, en el artículo 10 de los Estatutos, se especifican sus funciones que son:

a) *elegir y deponer a la Junta Directiva*
b) *modificar los Estatutos y el Reglamento*
c) *establecer las directrices de la labor a realizar por la Sociedad*
d) *decidir la admisión y exclusión de Miembros de la Sociedad*
e) *aprobar la gestión realizada por la Junta Directiva*

La Asamblea General se reune ordinariamente una vez al año y de forma extraordinaria cuando la Junta Directiva lo considera oportuno.

La Junta Directiva viene regulada en los artículos del 17 al 20. Según el artículo 17: *La Junta Directiva de la SEA es el órgano ejecutivo y de representación de la Sociedad. Sus atribuciones son gestionar, dirigir y controlar los asuntos y propiedades de la misma en los límites marcados por el Reglamento. También corresponde a la Junta resolver todas las cuestiones de procedimiento e interpretación de los Estatutos y Reglamento interno, no previstas en los mismos.*
La Junta Directiva está formada por un presidente, un vicepresidente, un secretario, un tesorero y tres vocales, cuyos miembros son elegidos por un período de cuatro años por los socios en Asamblea General.

Los últimos artículos de los Estatutos están dedicados a cuestiones de índole económica. Existe además un Reglamento que complementa a los Estatutos de la SEA. En este Reglamento se especifican cuestiones como: el procedimiento de altas y bajas de miembros, la relación con otras sociedades, relevo de la Junta Directiva, orden del día de una Asamblea General y Presupuesto.

En la página web de la SEA podemos encontrar la siguiente información:
En la página principal de bienvenida aparece escrita la finalidad de la Sociedad, la dirección de su sede, así como una serie de enlaces a distintas sociedades con las que se mantiene una especial vinculación. En la parte izquierda podemos encontrar links a distintas secciones.
Se da información sobre la composición de la Junta directiva actual y de las Comisiones que se forman para el estudio de algún tema concreto. Así por ejemplo, se tienen las siguientes comisiones:

- Comisión científica
- Comisión de información
- Comisión de enseñanza
- Comisión de astronomía amateur
- Comisión de personal
- Comisión de terminología

Existe una Sección de novedades en donde se puede encontrar información de interés para la comunidad astronómica, como ofertas de trabajo, congresos…
Hay también un apartado dedicado a la Prensa y Divulgación. Es de destacar la creación de un grupo de prensa para aclarar dudas científicas sobre sucesos astronómicos. A finales de 2008 formaban parte de este grupo los siguientes astrónomos:

- Benjamín Montesinos (Educación y difusión de la Astronomía)
- Eric Stengler (Astronomía en la prensa)

- Eduardo Martín-Guerrero de Escalante (Planetas extrasolares y enanas marrones)
- Benjamín Montesinos y Mark Kidger (Física Solar, Estrellas, Planetas y Cometas)
- Emilio Alfaro, Casiana Muñoz Muñón, José Manuel Vílchez (La Galaxia, las Galaxias y Cúmulos de Galaxias).
- Montserrat Villar Martín y Rodrigo Gil-Merino (Galaxias activas, Agujeros Negros y Lentes Gravitatorias).
- Amelia Ortiz Gil y Vicent Martínez (Cosmología)
- José Miguel Rodríguez Espinosa (Noticias sobre la SEA y temas afines)

Los coordinadores de este grupo son José Miguel Rodríguez Espinosa y Agustín Sánchez Lavega. Aparte de los correos electrónicos de estos profesionales también está disponible para la prensa la dirección: sea-prensa@sea.am.ub.es

Existe también un blog con el título de Alfa Centauro.

Hay una sección de preguntas frecuentes con información sobre la composición de distintas comisiones tanto nacionales como internacionales. En concreto, se da información sobre la composición actual de la Comisión Nacional de Astronomía, composición actual del CAT del CAHA, composición de la ESA-Astronomy Working Group y composición de la ESA-Science Programme Comitee.

En la Sección "IAU en la SEA" se da información sobre los miembros españoles en comités de la IAU, así como información de cómo ser miembro de la IAU.

En la Sección "ESO en la ESA" aparece información sobre la representación española en los distintos comités de ESO y un enlace a "ESO Press Releases"

En la Sección "ESA en la SEA" se da información sobre la representación española en los distintos comités de la ESA, así como la representación española en diversas misiones de la ESA.

La SEA edita un Boletín desde mayo de 1994 y se edita semestralmente. Desde la Sección "Boletín" pueden consultarse todos sus números (está disponible en formato pdf). Aparecen distintas herramientas para los autores. La Comisión de Información de la SEA es la encargada de la composición y redacción del Boletín. Existe además un Comité Editorial que se encarga de la revisión y selección de los artículos científicos.

Existen tres listas de distribución, sea-info, sea-anuncios y sea-lexico. La primera es la lista oficial de noticias de la SEA (sólo para miembros), la segunda se dedica a anuncios de interés para la comunidad astronómica (para astrónomos profesionales sean o no miembros de la SEA) y la tercera es una lista de discusión en la que se analiza la terminología a utilizar de objetos y técnicas astronómicas.

En la Sección de "Informes y Documentos" podemos encontrar la siguiente información:
- Un listado de miembros de la SEA
- Impresos de adhesión y pago de cuota
- Estatutos de la SEA y Reglamento

- Actas de las Asambleas de la SEA
- Actas de reunión de la Junta Directiva de la SEA
- Informe sobre el estado de la Astronomía en España en 2002

La página se completa con dos secciones de uso interno: "Páginas internas" y "Herramientas de la web".

REUNIONES CIENTÍFICAS

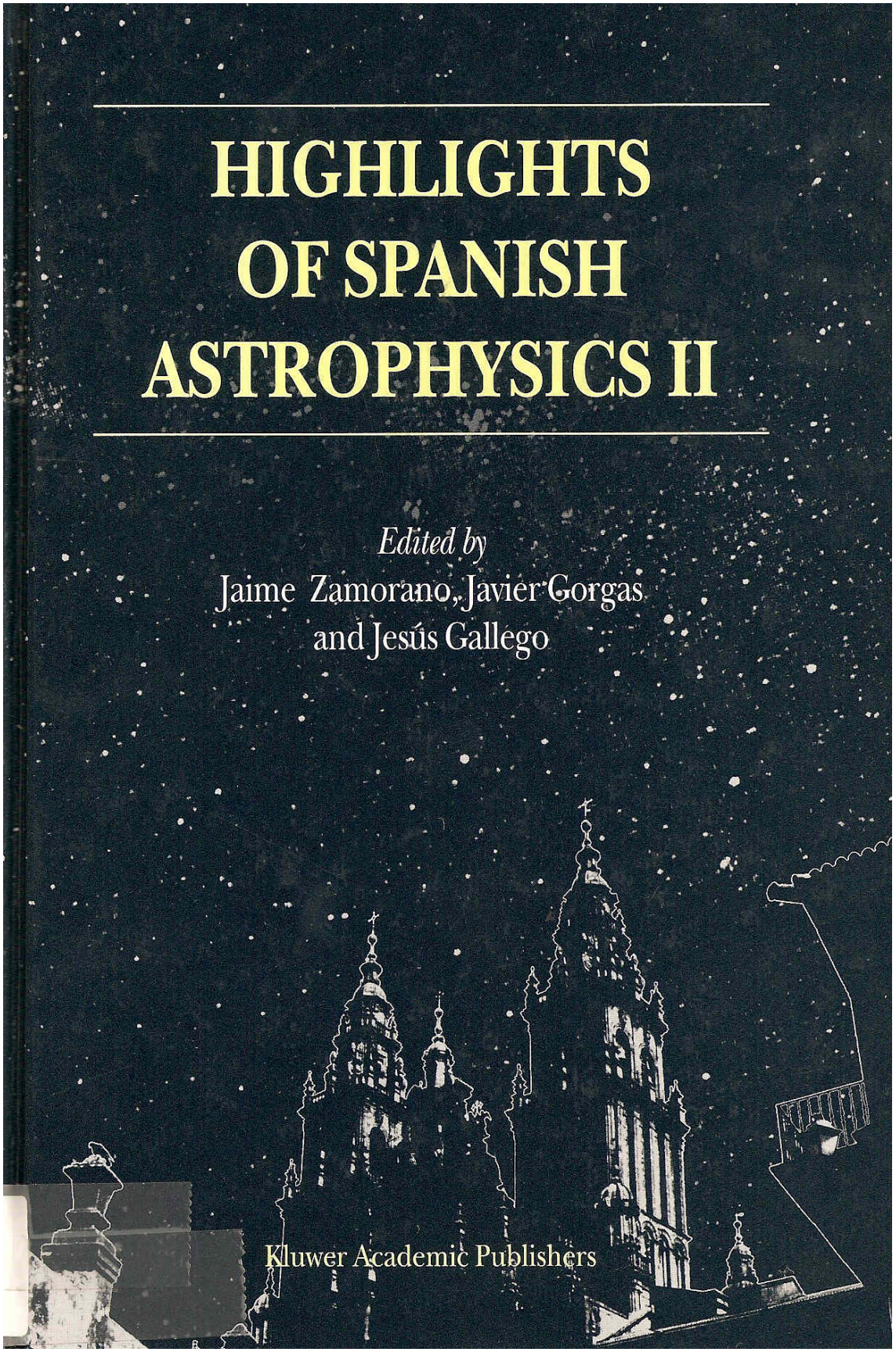
Cada dos años la SEA celebra una Reunión General de carácter científico y técnico (artículo 11 de los Estatutos). En la web de la Sociedad existe un apartado dedicado a los preparativos de la siguiente Reunión Científica, así como otro apartado sobre la última Reunión Científica celebrada.

Veamos a continuación un resumen de las reuniones celebradas así como de la publicación de los trabajos presentados en ellas:

EDICIÓN	LUGAR	PROCEEDINGS
I	Alicante (14-16 Septiembre de 1994)	
II	San Sebastián (1-4 Octubre de 1996)	Boletín nº 6 de la SEA
III	La Laguna (21-24 Septiembre de 1998)	Highlights of Spanish Astrophysics I (ISBN 978-0-7923-5881-7)
IV	Santiago de Compostela (11-14 Septiembre de 2000)	Highlights of Spanish Astrophysics II (ISBN 978-0-7923-6974-5)
V	Toledo (9-13 Septiembre de 2002)	Highlights of Spanish Astrophysics III (ISBN 978-1-4020-1388-1)
VI	Granada (13-17 Septiembre de 2004)	The many scales in the Universe: JENAM 2004 Astrophysical Reviews. (ISBN 978-1402043512)
VII	Barcelona (12-15 Septiembre de 2006)	Highlights of Spanish Astrophysics IV (ISBN 978-1-4020-5999-5)
VIII	Santander (7-11 Julio de 2008)	Highlights of Spanish Astrophysics V (en preparación)

LISTADO HISTÓRICO DE PRESIDENTES DE LA SEA

Presidente	Período
Ramón Canal Masgoret	Fundación-Sept. 1996
Juan María Marcaide Osoro	Sept. 1996-Sept. 2000
Eduard Salvador Solé	Sept. 2000-Sept. 2004
José Miguel Rodríguez Espinosa	Sept. 2004



Portada de las actas de IV Reunión Científica de la SEA

JUNTA DIRECTIVA ACTUAL
Hasta finales de 2008 la Junta Directiva de la SEA está formada por:
-Presidente: José Miguel Rodríguez Espinosa
-Vicepresidente: Emilio Alfaro Navarro
-Tesorera: Carmen Morales Durán
-Secretaria: Ruth Carballo Hidalgo
-Vocales: Francesca Figueras Siñol, Agustín Sánchez Navega y Josep Martí Ribas.

Por agotar el tiempo máximo previsto, a comienzos de 2009 saldrán de la directiva José Miguel Rodríguez Espinosa, Carmen Morales y Francesca Figueras. Se ha acordado que la presidencia sea ocupada por Emilio Alfaro y la vicepresidencia por Javier Gorgas. En sustitución de Carmen Morales entrará Isabel Márquez y Francisco Garzón ocupará la vocalía vacante de Francesca Figueras.

BIBLIOGRAFÍA

http://sea.am.ub.es (Página web oficial de la SEA)

INICIOS DE LOS ESTUDIOS DE ARQUEOASTRONOMÍA EN ESPAÑA

COMIENZOS DE LOS ESTUDIOS DE ARQUOASTRONOMÍA
Para este apartado, nos basaremos en el artículo *Los estudios de Arqueoastronomía en España: Estado de la cuestión* de María Luisa Cerdeño, Gracia Rodríguez-Caderot, Pedro R. Moya, Ana Ibarra y Silvia Herrero. También utilizaremos el artículo *La Arqueoastronomía en España* de César Esteban, publicado en el Anuario del Observatorio Astronómico Nacional para 2003.

Según las definiciones de Arqueoastronomía que dan los astrofísicos Juan Antonio Belmonte y César Esteban, se trata de una rama de la ciencia que trata de averiguar el grado de los conocimientos astronómicos de las sociedades antiguas, es decir, del desarrollo de la Astronomía en las primeras asociaciones de individuos que poblaron el planeta.

Los inicios de esta rama de la ciencia se sitúan, según Cerdeña et al., sobre la década de los treinta cuando A. Thom comienza a realizar análisis empíricos de algunos yacimientos arqueológicos emblemáticos. En cambio, César Esteban considera a sir Norman Lockyer (fundador de la revista *Nature*) como el padre de la Arqueoastronomía, al estudiar astronómicamente la orientación de los templos egipcios en su obra *The Dawn of Astronomy*, aunque considera a Gerald Hawkins como el gran impulsor de estos estudios en la década de 1960, gracias a sus trabajos sobre el yacimiento de Stonehenge.

Lo que está claro, sin duda, es que en el Reino Unido, es donde más importancia se le ha dado a la Arqueoastronomía en Europa, por lo que no es de extrañar que, en este país, se publiquen las revistas del ramo más prestigiosas: *Journal for the History of Astronomy* (1970) y *Archaeoastronomy* (1979).

Es en los ochenta, cuando se empezaron a celebrar los primeros congresos y en los noventa cuando se creó la primera asociación profesional. Esa asociación, fundada por Carlos Jaschek en 1992, lleva por nombre la Société Européene pour l´Astronomie dans la Culture (SEAC).

ARQUEOASTRONOMÍA EN ESPAÑA
En el artículo de Cerdeño et al. se han citado las instituciones españolas que han publicado algún artículo en *Archaeoastronomy* entre 1979 y 2002 a saber: Universitat Autónoma de Barcelona, Universitat de les Illes Balears, UNED, Universidad de la Laguna, Universidad de Sevilla, Universidad de Córdoba, Universidad de Huelva, Universidad de Salamanca, Universidade de Santiago de Compostela, Instituto de Astrofísica de Canarias, Museo de la Ciencia y del Cosmos de Tenerife, Museo de Menorca, Museo Cerdá, Sección de Patrimonio de Urnieta, y Sección de Patrimonio del Gobierno de Illes Balears.

Es en los años ochenta cuando se empieza a hablar de Arqueoastronomía en España. El detonante ha sido los trabajos de Hoskins, en el que buscaba y analizaba ampliar el número de yacimientos de interés fuera de las islas británicas (en concreto, el primero

de sus trabajos versaba sobre la cultura talayótica de Menorca). A día de hoy, este autor ha estudiado cientos de dólmenes y sepulcros, tanto en la Península como en las Islas.

Sin embargo, no será hasta 1991 cuando aparezca por primera vez el nombre de un español en la revista *Archaeoastronomy* (Morales, del Museo de Menorca), y hasta 1993 en el que se constituye el primer equipo formado por astrofísicos españoles (liderado por Juan Antonio Belmonte). En la actualidad, es este grupo el más prolífico en esta rama de la Astronomía (sobre el 80% del total de los trabajos).
A día de hoy, se han realizado estudios arqueoastronómicos en prácticamente todas las comunidades autónomas.

En cuanto a la docencia, en la Universidad de la Laguna se han incluido las enseñanzas de Arqueoastronomía, tanto dentro de la licenciatura en físicas como en los programas de doctorado. En la Universidad Complutense de Madrid también se han incluido estas enseñanzas en cursos de doctorado.

TRABAJOS DE ARQUEOASTRONOMÍA EN GALICIA
Queremos destacar también algunos importantes trabajos de Arqueoastronomía que se han realizado y se están realizando en Galicia, concretamente por el profesor de la Universidade de Santiago de Compostela García Quintela en colaboración con Santos Estévez investigador del Instituto de Estudos Galegos Padre Sarmiento.
Destacamos sus trabajos sobre la alineación arqueoastronómica en A Ferradura (Amoeiro-Ourense) para los que se recabó la colaboración de José Ángel Docobo (Observatorio Astronómico Ramón María Aller) y sobre las implicaciones astronómicas de los petroglifos de Campo Lameiro (Pontevedra), éste último en colaboración con los profesores González García (de la Universidad Autónoma de Madrid) y Juan Antonio Belmonte (del Instituto de Astrofísica de Canarias).

BIBLIOGRAFÍA

CERDEÑO, M. L. ET AL. *Los Estudios de Arqueoastronomía en España: Estado de la cuestión*. Recogido en: Trabajos de Prehistoria. 63. Nº 2. Julio-Diciembre de 2006, pp. 13-34. ISSN: 0082-5638.

ESTEBAN, C. *La Arqueoastronomía en España*. Artículo publicado en el Anuario del Observatorio Astronómico Nacional para 2003.

GARCÍA QUINTELA, M. V., SANTOS ESTÉVEZ, M. *Alineación arqueoastronómica en A Ferradura (Amoeiro-Ourense)*. Complutum 15: 51-74.

GONZÁLEZ GARCÍA, A. C., GARCÍA QUINTELA, M. V., BELMONTE, J. A. y SANTOS ESTÉVEZ, M. *Calendaric Deer, Time Reckoning and Landscape in NW Spain Iron Age*.

EL INSTITUTO DE FISICA DE CANTABRIA (IFCA)

ANTECEDENTES
El Instituto de Física de Cantabria (en adelante IFCA) es un Centro de investigación creado en 1995 por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad de Cantabria (UC).

El primer director del IFCA fue Xavier Barcons Jáuregui. Barcons realizó su tesis doctoral en el Departamento de Física Teórica de la Universitat de Barcelona bajo la dirección de Ramón Lapiedra. Después de una estancia postdoctoral en Cambridge regresó a España como profesor en la Universidad de Cantabria y luego obtendría plaza como investigador del CSIC.

Según nos indica Xavier Barcons, durante la presidencia de Emilio Muñoz en el CSIC (entre 1988 y 1991) se crearon plazas en departamentos universitarios y se fueron creando centros mixtos. En Santander se dotaron inicialmente dos plazas en 1991 (una de Astrofísica y otra de Biología Molecular) por parte del CSIC, creándose el Centro Mixto de Estudios Avanzados en Física Moderna y Biología Molecular. En 1992 se creó otra plaza de Física de Partículas. La plaza de Astrofísica fue ocupada por Enrique Martínez y la de Física de Partículas por Jesús Marco.

En 1993, con el cambio de presidencia, el CSIC decidió cerrar algunos centros con pequeña masa crítica (entre ellos el Centro Mixto de Física Moderna y Física Molecular). Sin embargo, en ese mismo año de 1993, por concurso público, Miguel A. Rodríguez y Xavier Barcons ganaron plaza en el CSIC, por lo que en ese momento había cuatro investigadores del CSIC en Santander en el campo de la Física. Aunque la intención del CSIC era el traslado de estos investigadores, dado el buen entendimiento entre estos investigadores del CSIC y otros cuatro profesores de la Universidad de Cantabria (José Luis Sanz, José Ignacio González, Luis Pesquera y Alberto Ruiz), ambas instituciones acuerdan la creación de un centro de Física con un programa científico concreto y paritario. Recuerda Barcons que entre los ocho elaboramos un plan quinquenal de Astrofísica y Estructura de la Materia y finalmente en 1995 pudo cristalizar el IFCA.

ESTRUCTURA
En el momento de realizar la entrevista con Xavier Barcons (marzo de 2007), el IFCA tras doce años de existencia había pasado de tener 8 a unos 70 trabajadores en plantilla hoy en día. Esto ha sido posible gracias a que desde Santander se ha apostado por la Astrofísica de rayos X (área poco cultivada en España) por lo que se ha podido evolucionar mucho gracias a la financiación obtenida por los proyectos de investigación.

Según la información que figura en la página web del IFCA, la finalidad del IFCA es la de realizar investigaciones en Física, desde lo más pequeño (las partículas elementales) hasta lo más grande (el Universo).

La sede se encuentra en el edificio Juan Jordá (situado junto a la Facultad de Ciencias en el campus de la Universidad de Cantabria). En dicho edificio existen varios

laboratorios y salas, a saber: Laboratorio de Electrónica, Sala de Ensayos, Sala de Mecanizado, Sala de Ensayos Técnicos, Laboratorio de Metrología, Sala Limpia y Salas de Computación.

Consta de dos departamentos, el de Astrofísica y el de Estructura de la Materia. A su vez en este segundo departamento existen dos grupos diferenciados, el grupo de Física de Altas Energías y el grupo de Física Estadística y No Lineal.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las líneas de investigación que se siguen en el departamento de Astrofísica son:

- Astronomía de rayos X
- Macroestructura del Universo y radiación de fondo de microondas.
- Instrumentación para grandes telescopios.

Las líneas de investigación que se siguen en el departamento de Estructura de la Materia son:

- Diodos láser con selección modal
- Física Estadística y no lineal
- Participación en los experimentos DELPHI (LEP, CERN) y CDF (Tevatron, Fermilab)
- Participación en el experimento CMS (LHC, CERN)
- Computación distribuida: Grids y e-Ciencia

Veamos más detalladamente el trabajo que se sigue en el Departamento de Astrofísica. Este Departamento se divide en tres grandes grupos.

*Grupo de Astronomía de rayos X.

Los miembros del grupo de Astronomía de rayos X son: Xavier Barcons (profesor de investigación del CSIC), Francisco J. Carrera (profesor titular de la UC), Mª Teresa Ceballos (contrato dr. CSIC), Silvia Mateos (beca FPI), Amalia Corral (beca FPI) y Jacobo Ebrero (beca FPI).

Este grupo investiga en: identificación de fuentes de rayos X (distribuciones en flujo en distintas bandas, funciones de luminosidad), estudios espectrales de fuentes de rayos X (flujos intermedios, flujos bajos), AGN oscurecidos (relación con formación estelar –submilimétrico-, distintos tipos óptico y en rayos X, galaxias con cambio de tipo), y sobre el medio intergaláctico caliente, con una participación activa en los proyectos: XMM-Newton, XEUS, ROSITA y DUO.

Foto del grupo de rayos X. Cortesía del IFCA.

*Grupo de macroestructura del Universo y radiación de fondo de microondas.
Los miembros de este grupo son: Enrique Martínez-González (investigador CSIC), Antonio Aliaga (contrato Planck UC), Belén Barreiro (contrato R&C UC), Teodoro Bernardino (contrato Planck UC), Marcos Cruz (beca FPU CSIC), Carlos Fernández-Figueroa (contrato titulado superior CSIC), Julio Gallegos (profesor asociado UC), Marcos López-Caniego (beca FPI UC), Carlos Monteserín (beca FPI UC), María Jesús Salmón (contrato Planck UC), Jose Luis Sanz (catedrático UC), Marco Tucci (contrato CMBnet CSIC), y Hernando Vásquez (contrato titulado técnico CSIC)

Este grupo investiga en: Fondo Cósmico de Microondas (No-gausianidad, Separación de Componentes, Polarización), Misión Planck (Fabricación de los BEMs a 30 y 44 GHz, Calibración, Contribución al DPC, Grupos de trabajo), Fabricación de filtros en bandas milimétricas (Diseño y fabricación de filtros, Medida y caracterización de filtros, Construcción de un FTS).

Participa a su vez en los siguientes proyectos: Misión Planck, Cosmic Microwave Background in Europe for Theory and Data Analysis, CMB Polarization Network, Diseño, desarrollo y montaje de un sistema criogénico para radiometría y su sistema de medidas de temperaturas, Análisis de gausianidad de los datos del experimento Archeops de la Radiación Cósmica del Fondo de Microondas, y el Desarrollo de técnicas de separación de componentes y aplicación a observaciones de microondas.

*Grupo de instrumentación para grandes telescopios.
Los miembros de este grupo de instrumentación son: J. Ignacio González Serrano (IFCA), R. Carballo (U. Cantabria), A. Fernández Soto (U. Valencia), C. Benn (ING) y M. Vigotti (IRA).
Trabajan en: Radiofuentes extragalácticas (QSOs), Surveys en IR y radio, y OSIRIS.

BIBLIOGRAFÍA:

BARCONS, X. *Comunicación privada*. 2007.

http://www.ifca.unican.es. Página web oficial del Instituto de Física de Cantabria

EL INSTITUT D´ESTUDIS ESPACIALS DE CATALUNYA (IEEC)

ANTECEDENTES

El Institut d´Estudis Espacials de Catalunya (IEEC) fue creado el 6 de febrero de 1996 por la Fundació Catalana per a la Recerca (FRC), Universitat de Barcelona (UB), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Universitat Autónoma de Barcelona (UAB) y la Universitat Politécnica de Catalunya (UPC).

Según comenta su actual director Jordi Isern los orígenes se remontan al año 1992, año en la que la International Space University (Universidad Internacional del Espacio) hizo una apuesta de crear un gran campus en un lugar del mundo y una serie de campos afiliados. El International Space University (ISU) fue fundado en 1987 y actualmente ofrece dos programas de estudios (además del Summer Session Program): el Master of Space Management y el Master of Space Studies. El campus permanente está en Illkirch-Graffenstaden (cerca de Estrasburgo). El "chancellor" del ISU es el Director General de la ESA.

Jordi Isern sugirió que Barcelona fuese una de las sedes de los campus asociados, y una vez que se consiguió, fue necesario crear una sociedad que gestionase este campus. Así nació el IEEC, como una fundación privada sin ánimo de lucro formada por las instituciones comentadas anteriormente.

Jordi Isern se doctoró en 1978 con un trabajo dirigido por Ramón Canal sobre nucleosíntesis de elementos ligeros y su aplicación en explosiones de supernova. Fue profesor con distintas categorías de la Universitat de Barcelona hasta 1985, año en el que consigue una plaza de profesor de investigación en el CSIC. Antes de la creación del IEEC, Jordi Isern pasó por el IAA (1986-1988) y en el Instituto de Estudios Avanzados de Blanes (1988-1996).

ESTRUCTURA

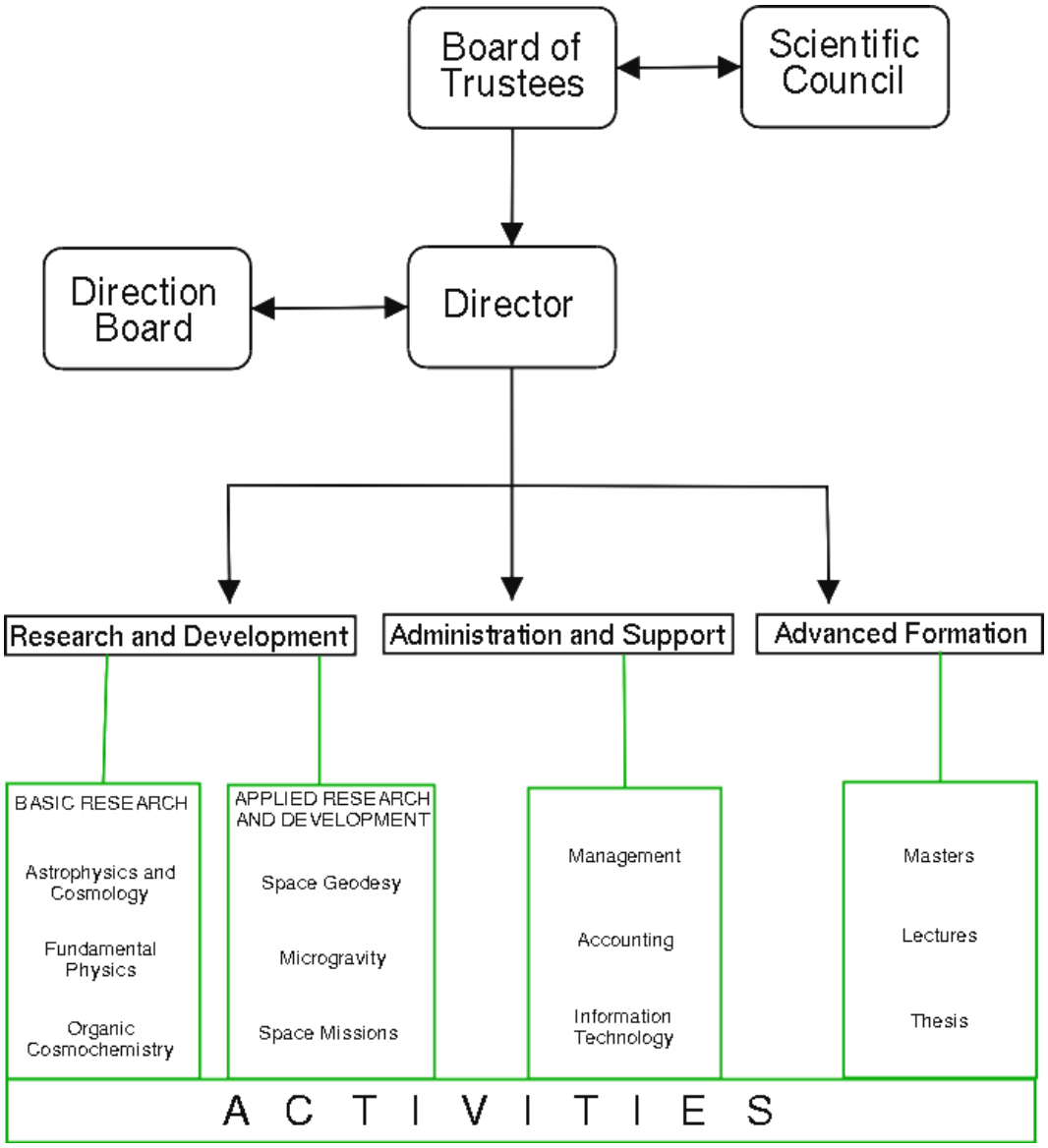
En el año 1999, con el fin de lograr una mejor gestión administrativa, el CSIC creó el Instituto de Ciencias del Espacio (ICE). A partir de entonces, el personal del CSIC que presta sus servicios en el IEEC pertenece a este nuevo instituto.

Según el artículo 6 de los Estatutos del IEEC, el instituto tiene por finalidad colaborar y participar en el desarrollo, promoción y difusión de todo tipo de actividades, estudios y proyectos relacionados con la tecnología espacial y la investigación científica desde el espacio, en beneficio de todas las personas, entidades e instituciones que demuestren su interés por conocerlas.

El órgano de gobierno es un Patronato formado por miembros de las cinco instituciones fundadoras más el Departament d´Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya.

Existe además dentro del IEEC el Consell Cientific i Tecnologic, que es un órgano consultivo que vela por la calidad del trabajo de investigación. Aquí se propone la apertura de nuevos programas de investigación, la continuidad de los existentes y la incorporación de nuevo personal científico, entre otros temas.

ORGANIGRAMA
El organigrama del IEEC tal como consta en su página web es el siguiente:



PERSONAL
En cuanto al personal según se indica en su web a finales de 2008, el IEEC está formado por:

- Personal científico del IEEC: 12 personas.
- Personal científico del ICE (CSIC): 19 personas.
- Personal científico de la Universitat de Barcelona: 11 personas.
- Personal científico de la Universitat Politècnica de Catalunya: 12 personas.
- Personal científico de la Universitat Autònoma de Barcelona: 1 persona.
- Personal científico de la Universitat Rovira i Virgili: 1 persona.
- Personal científico de la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats: 3 personas.
- Personal administrativo: 5 personas.
- Personal de desarrollo tecnológico: 2 personas.
- Personal de administración de sistemas: 2 personas.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Las líneas de investigación del instituto son muy diversas: Ciencias de La Tierra, Ciencias del Espacio, Física Fundamental, Sistemas de Navegación y Observatorios Astronómicos Terrestres, y dentro de ellas:

Ciencias de la Tierra: Aplicaciones de los GNSS, Altimetría Espacial.

Ciencias del Espacio: Astrofísica Nuclear, de Altas Energías y Numérica, Medio Interestelar, Astrofísica Extragaláctica y Cosmología, Astronomía Estelar y Galáctica, Astrobiología y Cosmoquímica.

Física Fundamental: Microgravedad, Ondas Gravitacionales/LISA, Física Teórica y Cosmología.

Sistemas de Navegación: Astrodinámica, Análisis de Misión, Determinación de Órbitas, Transferencia, Control, Mecánica Celeste, Simulación de Sistemas Dinámicos.

Observatorios Astronómicos Terrestres: Observatori Astronòmic del Montsec (OAM), Telescopio Robótico Internacional para la observación en Infrarojo en la Antártida (IRAIT).

Aunque no se cite en la página web, también se debe significar la línea de trabajo sobre Meteoritos que está a llevar a cabo Josep María Trigo.

Comenta Jordi Isern que los principales logros científicos de estos 10 años de vida del IEEC han sido *las aplicaciones avanzadas para satélites de navegación tanto para observaciones geodésicas como de observación de la Tierra. Hemos desarrollado métodos muy potentes que están dando frutos actualmente en el terreno de la observación de La Tierra. En el terreno de la Astronomía, trabajamos en la detección de las ondas gravitacionales y hemos contribuido a crear la primera lente de rayos gamma que funciona en el mundo.*

A continuación vamos a comentar esta última línea de trabajo IEEC, el proyecto del Observatori del Montsec y el proyecto IRAIT.

OBSERVATORI DEL MONTSEC
Comenta Jordi Torra, uno de los fundadores de IEEC y miembro del Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universitat de Barcelona, que el Observatori del Montsec (ideado por Joan Oró) viene impulsado al amparo de un proyecto de la Generalitat de Catalunya para promover la actividad económica en una de las regiones más pobres de Catalunya (proyecto Montsec Sostenible). En dicho proyecto se pretende fomentar entre otras actividades las de tipo turístico y cultural. Comenta Torra que *allí hay un gran cielo pero la zona también es de gran interés geológico*.
Desde la Universitat de Barcelona ya se había identificado a la Sierra del Montsec para la instalación de un telescopio de tipo universitario (en concreto en una cima de 1.570 metros de altitud situado en el término municipal de Sant Esteve de la Sarga) y en el año 1997 empezaron los contactos con las personas que movían el proyecto, pero no es hasta el año 2001 en el que la Generalitat destina una pequeña partida para el Observatorio y para el Centre d´Observació de l´Univers (Centro de Observación del

Universo). El Observatori del Montsec y el COU conforman el Parc Astronòmic del Montsec (PAM).

El Observatorio se inauguró a finales de 2008 y el telescopio de 80 centímetros de apertura está instalado en fase de pruebas, el cual está dotado de una CCD con un formato de 2.048 x 2.048 píxeles. El telescopio estará destinado principalmente a pruebas de instrumentación, prácticas para los estudiantes universitarios, trabajos sistemáticos y preparación de observaciones en grandes telescopios. Comenta Torra que la idea es hacer principalmente fotometría de estrellas variables y la detección de supernovas y de asteroides en el Sistema Solar, aunque el programa no está cerrado, ya que se quiere abrir a la comunidad.

Con respecto al Centre d´Observació de l´Univers dispondrá de un planetario digital de última generación con la característica de que se puede simultanear el cielo digital con el real. Dispone de dos telescopios (de 50 y 15 centímetros de apertura) con la idea de enseñar Astronomía a los estudiantes de todos los niveles educativos y al público en general. Se prevé su inauguración a lolargo de 2009.

La titularidad del Observatori y del Centre es de un Consorcio Público (Consorci del Montsec) participado por la Generalitat, la Diputación de Lleida, los consejos comarcales de La Noguera y El Pallar y los ayuntamientos de la zona.

Imagen del Observatori del Montsec. Cortesía del IEEC-Observatori Astronómic del Montsec.

IRAIT

Por lo que respecta al proyecto IRAIT (International Robotic Antartic Infrared Telescope), éste consiste en la instalación de un telescopio infrarrojo de 80 centímetros de apertura en la Antártida. Este proyecto es una colaboración internacional liderado por un grupo italiano que está llevándose a cabo por un consorcio europeo (formado por varios grupos italianos, franceses y españoles) que tiene como objetivo la realización de diversos trabajos científicos en la base Concordia, un lugar muy cercano al polo geomagnético en el que se registran unas condiciones de humedad muy baja y de estabilidad atmosférica muy elevada. Como es lógico, las principales dificultades de este telescopio radican en unas condiciones climatológicas en las que se alcanzan temperaturas muy bajas (sobre -80º C) y el difícil acceso al lugar de emplazamiento. Sin embargo, estas dificultades se consideran mínimas si lo comparamos con las ventajas que supondrá el disponer de este telescopio infrarrojo en esta zona.

El IEEC (junto con la Universidad de Granada) colabora en este proyecto en el desarrollo tecnológico del sistema óptico y participará en la explotación científica de las observaciones obtenidas con el instrumento.

El programa científico previsto para este telescopio comprenden los siguientes temas: objetos estelares jóvenes, estrellas de baja luminosidad o temperatura y enanas marrones, fases finales de la evolución estelar, novas y supernovas, astrosismología, observaciones de gran campo en el infrarrojo, cuerpos menores del Sistema Solar, y astronomía extragaláctica.
Actualmente el proyecto está en fase “testing”.

BIBLIOGRAFIA

http://www.ieec.fcr.es/ Página web oficial del IEEC.

ISERN, J. *Comunicación privada*. 2006.

TORRA, J. *Comunicación privada*. 2006.

ACTIVIDADES DE ASTRONOMÍA EN EL INSTITUTO DE ESTRUCTURA DE LA MATERIA (CSIC)

ANTECEDENTES

El Instituto de Estructura de la Materia (IEM, http://www.iem.csic.es) perteneciente al CSIC se fundó en 1976, a partir de la unión de algunos investigadores en Física de Partículas, Física Molecular, Química Cuántica y Polímeros Cristalinos del CSIC.
Con la llegada de nuevos científicos y los cambios experimentados por algunas líneas de investigación, las actividades científicas del IEM han ido incluyendo nuevas áreas como Física Nuclear, Espectroscopía Molecular, Astrofísica, etc.
En la actualidad, el IEM está formado por más de 40 investigadores de plantilla, que se dedican a investigación básica, tanto teórica como experimental. El personal investigador, junto con el personal de apoyo, becarios y contratados, suma alrededor de 120 personas, repartidas en seis departamentos:

- Química y Física Teóricas
- Física Nuclear y Estadística
- Física Molecular
- Espectroscopia vibracional y procesos multifotónicos
- Astrofísica Molecular e Infrarroja
- Física Macromolecular

Desde 1994, el IEM pertenece al Centro de Física Miguel Antonio Catalan (CFMAC) junto con el Instituto de Óptica "Daza de Valdés" y el Instituto de Matemáticas y Física Fundamental.
Sus Instalaciones y Laboratorios se sitúan en cuatro edificios del Campus del CSIC de la calle Serrano de Madrid, que también albergan las instalaciones de los otros institutos mencionados.

A continuación, veremos las actividades que se realizan en el Departamento de Astrofísica Molecular e Infrarroja, el cual está dirigido desde su formación por José Cernicharo.

DEPARTAMENTO DE ASTROFÍSICA MOLECULAR E INFRARROJA (DAMIR)

El Departamento de Astrofísica Molecular e Infrarroja del IEM nació en 2003 como fusión de dos antiguos grupos de investigación integrados del CSIC: Astrofísica y Química Teórica. Concretamente, el grupo de Astrofísica había surgido en 1996 dentro del seno del Departamento de Física Molecular de la mano del científico del CSIC José Cernicharo.

Este departamento viene trabajando en tres áreas de investigación independientes:

1- Astrofísica observacional: Espectroscopía Molecular del Medio Interestelar y Astronomía en el infrarrojo (cercano, medio y lejano) de estrellas y galaxias.
2- Astrofísica teórica: Desarrollo de códigos de transferencia de radiación para moléculas en el medio interestelar y en la atmósfera terrestre.
3- Química Teórica: Cálculos ab initio de especies moleculares relevantes en Astrofísica y cálculos de secciones eficaces de colisión ión-átomo, ión-molécula.

Más concretamente, las líneas de investigación que se siguen son: Medio interestelar, medio circumestelar, espectroscopía cuantitativa de estrellas calientes, procesos físico-químicos en Astrofísica Molecular, moléculas en galaxias, galaxias y cosmología observacional, desarrollo de instrumentación internacional, y química teórica.

El personal de DAMIR está implicado en el proyecto ALMA. Este grupo contribuye con el Modelo de Transmisión Atmosférica (ATM) y participa además en el programa científico.
En Astrofísica Espacial, el personal de DAMIR trabaja en la misión HERSCHEL y en el proyecto del telescopio espacial James Webb (JWST).

El personal de DAMIR cuenta con 10 científicos del CSIC: Almudena Alonso, Santiago Arribas, José Cernicharo (director), Luis Colina, Alicia Fernández, Jesús Martín-Pintado, Francisco Najarro, Juan Ramón Pardo, Carmen Sánchez y María Luisa Senent. Además, también hay 5 postdocs, 2 ingenieros, 10 doctorandos y 6 colaboradores.

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA Y FÍSICA TEÓRICA
En este Departamento del IEM, también se realiza investigación en Astronomía.

Las líneas de investigación que se siguen en este departamento son:

- Física Gravitacional: Gravedad cuántica, relatividad general, relatividad numérica, cosmología teórica, y ondas gravitatorias.
- Teoría de la materia condensada: Propiedades electrónicas de materiales de carbono –grafitos, nanotubos-, y sistemas con superconductividad no convencional –fullerenos, cupratos-.
- Teórica cuántica de campos en espacios curvos: Física de agujeros negros, y análogos gravitatorios en materia condensada.

El personal de este departamento está formado por 12 personas.

BIBLIOGRAFÍA

CERNICHARO, J. *Comunicación privada*. 2008.

http://www.iem.csic.es (Página web oficial del Instituto de Estructura de la Materia).

ACTIVIDADES DE ASTRONOMÍA EN EL CIEMAT

El CIEMAT es un Organismo Público de Investigación (OPI) adscrito al Ministerio de Educación y Ciencia.
Sus siglas corresponden a Centro de Investigaciones Energéticas MedioAmbientales y Tecnológicas. Este organismo se creó en 1951 (con la denominación de Junta de Energía Nuclear –JEN-) y desde 1986 tiene la denominación actual. Al principio sus actividades estaban centradas en la Energía Nuclear, sin embargo, en la década de los ochenta se convirtió en un Centro multidisciplinar. Entre las variadas áreas en las que se trabaja actualmente en el CIEMAT está la investigación en Astrofísica de Partículas que comenzó en 1997 cuando un grupo de investigadores (Juan Alcaraz, Javier Berdugo, Jorge Casaus y Carlos Mana) se incorporaron al Experimento AMS (Alpha Magnetic Spectometer), cuyo objetivo es construir e instalar un detector de particulas en la Estacion Espacial Internacional con el fin de realizar un estudio de alta precisión de la radiación cósmica. La gente que promovio esta iniciativa fueron investigadores del grupo de altas energias del CIEMAT que, tanto entonces como en la actualidad, tambien participan en proyectos de Fisica de particulas.

Según se indica en la web del CIEMAT *los objetivos científicos que persigue el experimento AMS son la búsqueda de antimateria en el espacio, la búsqueda de materia oscura y el estudio exhaustivo de la composición de los rayos cósmicos y abundancias relativas de isótopos de núcleos ligeros.*

En la actualidad, la Division de Astrofisica de Partículas del CIEMAT participa tambien en los proyectos DES (Dark Energy Survey) y PAU (Physics of the Accelerating Universe), ambos en el campo del estudio de la Energia oscura. El responsable actual de esta División es Javier Berdugo Pérez y el personal dedicado a esta área está formado por 16 personas.

Según se indica en su web las Actividades de I+D de la División de Astrofísica de Partículas son:

- *Construcción del detector AMS e instalación en la ISS, en particular: - Diseño y construcción del detector de radiación Cerenkov de AMS (RICH, Ring Imaging Cerenkov Detector). - Fabricación de la electrónica del imán superconductor de AMS (CAB, Cryomagnet Avionic Box).*
- *Explotación científica de los resultados del programa AMS en la ISS.*

BIBLIOGRAFÍA

BERDUGO, J. *Comunicación privada*. 2008.

http://www.ciemat.es (Página web oficial del CIEMAT).

INICIOS DE LA ASTROFÍSICA ROBÓTICA EN ESPAÑA

La Astrofísica robótica ha cobrado un espectacular auge en los últimos años por lo que merece una consideración especial. Nos basaremos para este capítulo en el libro *Astrofísica Robótica en España* editado por Alberto Javier Castro Tirado, Benito de la Morena Carretero y José Torres Riera con motivo de la I Reunión Nacional de Astrofísica Robótica celebrada los días 24 y 25 de mayo de 2004 en la Estación de Sondeos Atmosféricos de El Arenosillo.
Describiremos por separado los principales proyectos desarrollados hasta ahora.

BOOTES
El proyecto BOOTES (mencionado ya en el apartado dedicado al LAEFF) es una colaboración hispano-checa dedicada al estudio de las emisiones ópticas de explosiones de rayos gamma (en inglés Gamma Ray Bursat –GRB-) que ocurren en el Universo. Este proyecto fue ideado en 1993 y comenzó su andadura en 1996 al amparo de la División de Ciencias del Espacio del INTA. Esta División se creó en reunión del Consejo Rector del INTA el 3 de octubre de 1991 contando con instalaciones en el campus de Torrejón, en LAEFF y en la Estación de El Arenosillo (posteriormente esta División se incorporó también como unidad asociada al IAA mediante convenio firmado el 16 de mayo de 1995).

BOOTES utiliza dos estaciones, el BOOTES-1 localizado en la Estación de Sondeos Atmosféricos (ESAt) del INTA en Mazagón (Huelva) y el BOOTES-2 situado en la Estación Experimental de la Mayora del CSIC en Algarrobo Costa (Málaga). Estos instrumentos que distan 240 kilómetros entre sí, están operativos desde julio de 1998 y julio de 2001 respectivamente. Desde el año 2000 la estación BOOTES-1 se desdobló (desde entonces se tienen las estaciones BOOTES-1A y BOOTES-1B).

En 2006 se instaló una tercera estación (BOOTES-IR) en el Observatorio de Sierra Nevada. En este instrumento la investigación estará encaminada hacia el infrarrojo cercano.

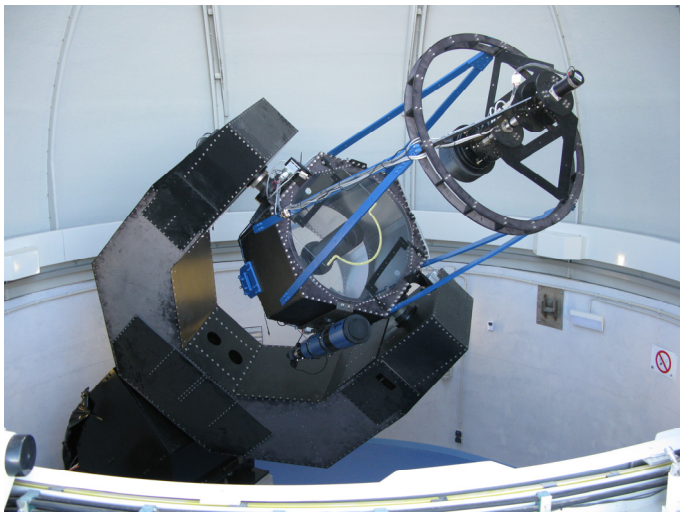
Los objetivos científicos de BOOTES son los siguientes:
- Observación de contrapartidas ópticas simultáneamente al suceso GRB.
- Detección de fuentes esporádicas ópticas (en inglés Optical Transients –OTs-) de origen óptico.
- Observación y monitorización continuado del cielo en Visible e Infrarrojo Cercano del satélite INTEGRAL.
- Monitorización de diversos objetos como binarias de rayos X, núcleos galácticos activos, cuásares, etc.
- Detección de meteoros.

CAMARA BAKER-NUNN DEL ROA
La cámara Baker-Nunn (CBN) del ROA es un telescopio Schmidt modificado de f/1 y 50 centímetros de apertura. Fue diseñado por la Smithsonian Institution en colaboración con la NASA con el fin de fotografiar el paso de satélites artificiales. Se utilizó para tal fin hasta 1977 y en los años ochenta fue cedida al ROA. Desde entonces se usó ocasionalmente y en los noventa quedó como pieza de museo. En el año 2001 el

Observatori Fabra y el ROA comenzaron un poyecto conjunto destinado a la robotización de este instrumento. Uno de los primeros pasos en la robotización ha sido en convertir su montura altacimutal en una ecuatorial (suprimiendo uno de los tres ejes) y dotar de movimiento automático a los dos ejes resultantes. También ha sido necesario hacer modificaciones de su parte óptica y desarrollar software de control. Después de barajar varios lugares para su ubicación, finalmente se instalará en el Observatori del Montsec en el Pirineo. Con el programa científico de esta cámara se pretende descubrir novas y supernovas, descubrir y realizar el seguimiento de objetos próximos a la Tierra (NEOs) y de asteroides potencialmente peligrosos (PHAs), detección y seguimiento de objetos del cinturón principal (MBOs), de asteroides transneptunianos (TNOs), y del cinturón de Kuiper (KBOs). También se pretenderá descubrir fuentes de rayos gamma (GRBs).

TROBAR
Es el telescopio principal del Observatorio de la Universitat de Valencia. Ha sido construido por Teleskoptechnik Halfmann y está situado en el municipio de Aras de los Olmos (Valencia). El programa científico pretende la obtención de series temporales fotométricas de larga duración (para astrosismología de estrellas masivas y detección de planetas extrasolares), identificación de contrapartidas ópticas asociadas a las explosiones cósmicas de rayos gamma (GRBs), estudios de supernovas, estudios de halos galácticos en torno a galaxias aisladas, y astrometría de cuerpos menores del sistema solar incluyendo los objetos cuya órbita pasa muy cercana a la Tierra (NEOs). Para más información, ver el epígrafe dedicado a las últimas décadas del Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia.

OBSERVATORI DEL MONTSEC
El insrumento principal del centro es un telescopio robótico de 80 centímetros de apertura fabricado por Optical Mechanics Inc. (OMI) y dispone de una cámara CCD de 2048 x 2048 píxeles de Finger Lakes Instrumentation. La cúpula es de Baader Planetarium. El conjunto telescopio más cúpula es controlado por el software TALON (desarrollado por E. Downey –Clear Sky Institute- y ampliado por S. Ohmert –OMI- para el control automatizado de sus telescopios.
Fue instalado en marzo de 2004 e inaugurado en octubre de 2008.
Para más información ver el epígrafe dedicado al IEEC.



Telescopio Joan Oró. Cortesía del IEEC-Observatori Astronómic del Montsec.

RED DE TELESCOPIOS ROBOTICOS DEL CAB

La red de telescopios robóticos del Centro de Astrobiología tiene por objetivo la aplicación de las técnicas de observación robotizada y remota para la investigación en áreas relevantes para la Astrobiología. Así se pretende estudiar fotométricamente planetas extrasolares, realizar un seguimiento fotométrico de estrellas tipo Sol y realizar astrometría de objetos cercanos a la Tierra. Esta red está formada por tres telescopios:

- Telescopio de 40 centímetros en la sede del CAB en Torrejón de Ardoz.
- Telescopio de 50 centímetros de Calatayud.
- Telescopio de 50 centímetros de Calar Alto.

Los tres telescopios tienen el mismo diseño óptico y mecánico, así como el mismo sistema de control informático (software TALON).

Estos telescopios se comenzaron a instalar en 2001 y no finalizó la misma hasta 2004. Por diversos problemas el proyecto estuvo parado hasta finales de 2006 y actualmente (a finales de 2008) los telescopios están a punto de comenzar sus operaciones científicas.

Imagen del telescopio robótico del CAB situado en Torrejón de Ardoz. Cortesía del Departamento de Divulgación del CAB.

Puede verse más información del Centro de Astrobiología en el próximo apartado.

OBSERVATORI ASTRONÒMIC DE MALLORCA (OAM)
Es una entidad científico-cultural sin ánimo de lucro de carácter profesional. Se fundó en 1988 pero no se inauguraron sus instalaciones hasta 1991. Fue financiado por el Gobierno Balear, la Caixa de Balears "Sa Nostra" y el Ayuntamiento de Costixt. Sus actividades se desarrollan en dos áreas: un Área de Investigación y un Área de Divulgación.

El principal tema de investigación de este Centro es la búsqueda y seguimiento de cometas y asteroides del que el OAM es un grupo puntero. Según se indica en su página web, otros programas que se siguen en el Área de Investigación son los siguientes: búsqueda y fotometría de estrellas variables, estudio de meteoros y lluvias meteoríticas, y seguimiento de fenómenos atmosféricos en Júpiter y Saturno. Se mantienen distintas colaboraciones con el Grup de Estudis Astronomics (GEA), investigadores del IAA, Universidad de Gottingen, ESO, etc.).

Según nos cuenta el director del Observatori Astronòmic de Mallorca, Salvador Sánchez, además de las instalaciones existentes en las Illes Balears también dispone de otra facilidad en la Península, concretamente el Observatorio Astronómico de la Sagra. Este Observatorio está situado en el municipio granadino de La Puebla de don Fabrique a una altitud de 1.530 metros. Fue financiado y construido por el Observatori Astronómic de Mallorca y fue inaugurado en junio de 2004 y tiene una doble finalidad científica y divulgativa. En la parte científica, desde este Observatorio, personal del OAM y del IAA trabajan principalmente en el descubrimiento y seguimiento de asteroides y cometas haciendo uso de telescopios robóticos. Actualmente (a finales de 2008) son seis los telescopios robóticos existentes en La Sagra y otros cinco (también robóticos) en las Illes Balears. Recuerda Salvador Sánchez la importante distinción que se debe hacer entre telescopio de uso remoto (solamente se controla el telescopio a distancia) y telescopio robótico (que permite realizar todo el procedimiento de observación astronómica a distancia en el que, entre otras actuaciones, se incluye la apertura y cierre de cúpulas según las condiciones meteorológicas).

BIBLIOGRAFÍA

CASTRO TIRADO, J.M., DE LA MORENA, B. A., TORRES, J. (Eds). *Astrofísica Robótica en España*. 2005. Equipo Sirius. ISBN-10: 84-95495-64-3.

COLOME, J. *Comunicación privada*. 2008.

CUESTA, L. *Comunicación privada*. 2008.

http://www.oam.es/ Página web oficial del Observatori Astronòmic de Mallorca.

MARTINEZ, V. *Comunicación privada*. 2008.

SÁNCHEZ, S. *Comunicación privada*. 2008.

EL CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA (CAB)

ESTRUCTURA
El Centro de Astrobiología (CAB) es un centro mixto INTA-CSIC ubicado en la localidad madrileña de Torrejón de Ardoz. Su inauguración oficial fue en 2003 con un symposium en el que participaron tres premios Nobel, aunque la idea de su creación se remonta a 1999.
Está asociado al NASA Astrobiology Institute (NAI) cuyos miembros son: Arizona State University, Carnegie Institution Washington, Harvard University, NASA Ames Research Center, NASA Jet Propulsion Laboratory, NASA Jhonson Space Center, Pennsylvania State University, Michigan State University, The Scripps Research Institute, University of California Los Angeles, University of Colorado, University of Rodhe Island, University of Washington y Woods Hole Marine Biological Laboratory. El NAI se creó en 1998 para unificar en un único marco los estudios que se estaban llevando a cabo en diversas universidades y centros de investigación estadounidenses en relación con la Astrobiología.

INSTALACIONES
Según se indica en su web, en el CAB existen nueve laboratorios y dos unidades:

* Laboratorio Transdisciplinar: aquí es donde interaccionan los investigadores de las distintas áreas para intercambiar conocimientos y realizar trabajos en común. Es desde aquí donde se operarán los telescopios robóticos del INTA especialmente dedicados en un programa de búsqueda de sistemas planetarios extrasolares y que también se usan para hacer divulgación científica.

* Laboratorio de Computación Avanzada, Simulación y Aplicaciones Telemáticas: aquí se desarrolla simulación y computación para su utilización, por ejemplo, en modelos de formación de sistemas planetarios, o modelos de formación de una atmósfera planetaria.

* Laboratorio de Geología Planetaria: aquí se estudian los efectos de meteoritos o luz ultravioleta en las superficies planetarias y en la vida. También se investigan procesos que pueden tener lugar en la superficie o en el interior de cuerpos planetarios, como Europa o Marte.

* Laboratorio de Evolución Molecular: en este laboratorio se estudian los procesos bioquímicos que pueden haber estado involucrados en los momentos más tempranos de la vida.

* Laboratorio de Evolución Microbiana: aquí se investigan las bases genéticas que, por ejemplo, a través de procesos de adaptación posibilitan la emergencia de nuevas especies o modifican sustancialmente a las especies bacterianas.

* Laboratorio de Ecología Molecular: la investigación en este laboratorio está centrada en el estudio de las relaciones entre la actividad metabólica de los microorganismos y el ambiente en que se dan.

* Laboratorio de Extremofilia: aquí se estudian las propiedades bioquímicas de seres capaces de vivir en condiciones no comunes (extremas) de la biosfera. En particular el laboratorio está especializado en profundizar en todos los aspectos de la bioquímica de sistemas de bajo pH, como, por ejemplo, en el caso del río Tinto.

* Laboratorio de Bioinformática: aquí se desarrollan nuevas tecnologías y métodos que permiten el análisis eficaz y ordenado de sistemas celulares. Se ha adoptado una perspectiva evolucionista con el objeto de identificar patrones de complejidad y autoorganización en dichos sistemas, y se usan o desarrollan las plataformas informáticas necesarias.

* Laboratorio de Robótica y Exploración Planetaria: aquí se diseñan y construyen robots, sistemas de comunicaciones e instrumentos que nos permiten la exploración en búsqueda de vida en los lugares más remotos.

* Unidad de Secuenciación y Genómica: da apoyo a los laboratorios del Centro de Astrobiología en todo lo relativo a la secuenciación de fragmentos de ADN y la impresión de Chips de ADN o proteínas.

* Unidad de Telemicroscopía y Teleoperación: para la optimización de recursos materiales y humanos es necesario compartirlos mediante técnicas de teleoperación que usan Internet de Próxima Generación y que son operativos gracias al apoyo de esta unidad que coordina el uso remoto de recursos en el Centro de Astrobiología y en la NASA Astrobiology Institute.

Vista de las instalaciones del CAB en Torrejón de Ardoz. Cortesía del Departamento de Divulgación del CAB.

LÍNEAS DE TRABAJO Y LOGROS OBTENIDOS

El CAB tiene cuatro grandes líneas de actuación: Astrofísica, Vida, Extremofilia y Robótica. Cada una de estas líneas ha proporcionado resultados entre los que se pueden destacar algunas patentes y publicaciones. Se destaca la investigación en biosensores, en el estudio realizado sobre la caracterización de Río Tinto como ecosistema acidófilo, y en la participación con un equipo de monitorización medioambiental en la misión Mars Science Laboratory que la NASA tiene previsto lanzar en 2009.

PERSONAL ACTUAL (FINALES DE 2008)
El personal del centro está formado por: 1 director (desde 2008, Álvaro Giménez Cañete. Hasta entonces dicho cargo fue ocupado por Juan Pérez Mercader, primer director), 1 vicedirector (Javier Gómez Elvira), 1 gerente (Carmelo Fernández Villamil), 46 investigadores (Ángeles Aguilera Bazán, Jacobo Aguirre Araújo, José Alves Verdasca, Jacob Axelsen, Yolanda Blanco López, Carlos Briones Llorente, Cristina Cid Sánchez, Luis Cuesta Crespo, María Teresa Eibe García, Abraham Esteve Núñez, David Fernández Remolar, Felipe Gómez Gómez, Murray Gell-Mann, Manuel José Gómez Rodríguez, Elena González Toril, Eduardo González Pastor, Andrew Hill, David Hochberg Newman, Ester Lázaro Lázaro, Alain Lepinette Malvitte, Jesús Martínez Frías, José Miguel Mas Hesse, Eva Mateo Martí, César Menor Salván, Salvador Mirete Castañeda, Mercedes Moreno Paz, Guillermo M. Muñoz Caro, Sara Navarro López, Delphine Nna Mvondo, Víctor Parro García, Juan Pérez Mercader, Olga Prieto Ballesteros, Luis Alfonso Rivas Mena, José Antonio Rodríguez Manfredi, Celia Rogero Blanco, Julio José Romeral Planelló, Marta Ruiz Bermejo, Fernando Rull Pérez, Eduardo Sebastián Martínez, Virginia Souza Egipsy, Michael Stich, Josefina Torres Redondo, Aurora Ullán Nieto, Alfonso Valencia Herrera, Olga Zafra Amorós y María Paz Zorzano Mier), 5 investigadores adscritos (Ricardo Amils Pibernat, Esteban Domingo Soláns, José Ángel Martín-Gago, Federico Morán Abad y Sabino Veintemillas), 2 investigadores asociados (Fernando Baquero Mochales y Víctor de Lorenzo Prieto) y 1 investigadora visitante (Ana García Sacristán). Cuenta además con 6 miembros de personal de apoyo a la investigación, 16 miembros de personal técnico, 14 becarios, 1 documentalista y 1 divulgador.

BIBLIOGRAFÍA:

http://www.cab.inta.es (Página web oficial del Centro de Astrobiología)

MARTIN, D. *Comunicación privada*. 2008.

NUEVAS FORMAS DE COOPERACIÓN: REDES CIENTÍFICAS

Durante los últimos tiempos están proliferando redes académicas y científicas con el fin de que distintos grupos con intereses comunes aúnen esfuerzos para alcanzar mejor sus objetivos. A continuación veremos cuatro de esas redes.

RED ESPAÑOLA DE BÓLIDOS Y METEORITOS

La Red Española de Bólidos y Meteoritos (conocida por sus siglas en inglés SPanish Meteor Network –SPMN-) se estableció en 1999, siendo sus promotores Josep María Trigo junto con sus dos directores de tesis Jordi Llorca y Juan Fabregat. Se trata de una iniciativa de investigación no sólo en el campo de la Astronomía sino también de la Cosmoquímica.

Durante la elaboración de la tesis doctoral de Trigo surgió la idea de aglutinar un equipo multidisciplinar con el fin de aunar esfuerzos en el estudio de la materia interplanetaria que llega a la atmósfera terrestre.

Posteriormente se han ido incorporando a este proyecto Alberto José Castro Tirado (2000), José Luis Ortiz (2004), José Ángel Docobo (2004), José María Madiedo (2006) y Jaime Zamorano (2008) y está prevista la incorporación de más científicos al equipo.

Este grupo trata de investigar desde distintos puntos de vista los cuerpos menores del Sistema Solar (meteoroides, asteroides y cometas). Desde un principio se ha desarrollado instrumentación específica para el estudio de estos fenómenos. Como fruto de ese trabajo se han instalado en distintos puntos de la península para el seguimiento de estos cuerpos de varias cámaras all-sky, cuyo campo observable es toda la bóveda celeste. El fin del seguimiento de estos objetos que entran en la atmósfera con varias cámaras es el de determinar con gran precisión las trayectorias seguidas y su luminosidad para poder así averiguar, no sólo el origen del mismo, sino además el lugar de una eventual caída de meteoritos. Además, el estudio del espectro de los mismos ofrece una valiosa información sobre la composición química de los meteoroides.

El pionero en este tipo de investigaciones es el astrónomo checo Znedek Ceplecha, cuando recuperó en 1959 el meteorito de Pribram. Desde entonces, varias redes de cámaras fotográficas han sido puestas en funcionamiento para el seguimiento de estos fenómenos. La más importante que queda operativa hoy en día es la European Network (EN) que está localizada en Europa Central.

Entre los principales logros de la red española está el desarrollo de la primera cámara CCD all-sky de alta resolución. En 2002, un grupo liderado por Castro-Tirado desarrolló este instrumento dentro del proyecto BOOTES-1 para el seguimiento de fenómenos de estallidos de rayos gamma (en inglés Gamma Ray Bursts). Posteriormente, esta cámara se utilizó con éxito en la detección de bólidos y meteoritos (el 27 de enero de 2003 –dos meses después de la primera luz del instrumento- se grabó la imagen del superbólido de Nador que se ubicó a más de 400 kilómetros de la localización de BOOTES-1). Desde 2003, se han ido instalando en distintos puntos de España (El Arenosillo, La Mayora y Sevilla –Andalucía-, Montseny y Montsec –Catalunya-) varias de estas cámaras para el establecimiento de la red gracias al esfuerzo de los diferentes departamentos y centros de investigación a los que pertenecen los miembros del equipo. Las últimas en ser instaladas han sido las de La Rioja en 2007 (operada por Víctor Lanchares) y la de Toledo (operada por Jacinto Alonso Azcárate)

en 2008. Para 2009 está prevista la puesta en marcha de las cámaras que se están instalando en el Observatorio de Aras de los Olmos que serán operadas por el Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia y la instalación de otras dos cámaras all-sky en Galicia (Santiago de Compostela y Lugo) que serán operadas por el Observatorio Astronómico Ramón María Aller.
Otro de los logros del grupo ha sido la recuperación de los meteoritos de Villalbeto de la Peña (Palencia) en 2004 y de Puerto Lápice (Ciudad Real) en 2007. Del primero además se ha podido determinar con gran exactitud su órbita por primera vez en España, siendo el noveno en todo el mundo.
Además se han identificado a varios asteroides próximos a la Tierra como fuentes de meteoritos.

Hay que reseñar también la importancia que ha tenido para la investigación la contribución de varias personas que han obtenido casualmente fotografías y vídeos de estos fenómenos.
Se destaca también la información proporcionada al efecto por diversos astrónomos amateurs que se dedican al estudio de los cuerpos menores. Entre ellos destacan Antonio Bernal González (Agrupació Astronòmica de Casteldefells), Francisco Ocaña y Jaime Izquierdo (Agrupación Astronómica de Madrid), Juan Pastor Erades (Agrupació Astronòmica de Sabadell), Pep Pujols (Agrupació Astronòmica d´Osona), Carlos Royo y Sebastià Torrell (estación de video de L´Hospitalet), Julián Ruiz Garrido (Agrupación Astronómica Albireo), Blanca Troughton y Francisco Gálvez (Sociedad Malagueña de Astronomía) y Albert Sánchez (Observatori de Gualba).

RED ESPAÑOLA DE PLANETAS
Esta red nació el 2 de marzo de 2004 durante una reunión celebrada en Madrid por varios investigadores de distintos centros españoles dedicados a la búsqueda de planetas, objetos de baja masa, formación estelar, discos protoplanetarios, estrellas de tipo solar, Sistema Solar y todas las líneas relacionadas.

Los objetivos de esta red, coordinada por Benjamín Montesinos, es la de intercambiar experiencias y coordinar esfuerzos en el campo del estudio planetario.
Cada año se celebran dos reuniones entre los miembros de la red para la consecución de los objetivos.

Actualmente, tiene más de 70 miembros.

Otras dos redes se han establecido en la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM): ASTRID y ASTROCAM. Ambas redes han surgido gracias a la convocatoria del IV Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica de la CAM.

ASTRID
El proyecto ASTRID tiene como propósito *coordinar las actividades de un grupo científico-tecnológico intercentros), con la participación de empresas de ingeniería del sector aeroespacial ubicadas en la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM).*
El objetivo de la propuesta se enmarca en el desarrollo y explotación de instrumentación astronómica en grandes instalaciones internacionales de las que España es miembro (Agencia Espacial Europea-ESA, Gran Telescopio Canarias-GTC y European Southern Observatory-ESO) o en las que puede colaborar a nivel internacional (NASA).

Este programa fue aprobado en el Boletín Oficial de la Comunidad Autónoma de Madrid el 26 de diciembre de 2005. Una vez aprobado, se constituyó el primer Comité de Gestión en una reunión que tuvo lugar en la Facultad de Físicas de la UCM el 25 de enero de 2006.
Los promotores del programa ASTRID han sido: Jesús Gallego (UCM), Jaime Zamorano (UCM), Miguel Mas (INTA-CSIC), Luis Colina (CSIC), Carlos Eiroa (UAM), Benjamín Montesinos (INTA-CSIC), Enrique Solano (INTA), y David Barrado (INTA).

Los objetivos científicos de ASTRID se centran en tres líneas astrofísicas de gran interés que se beneficiarán de los desarrollos tecnológicos propuestos (estudio de objetos en el límite subestelar, formación estelar y de sistemas planetarios, y formación y evolución de galaxias). Más concretamente, los objetivos científico-tecnológicos que se proponen abordar son:

- Observatorio Virtual Español: Desarrollo del archivo científico del Gran Telescopio de Canarias. Actividades preparatorias para la misión Darwin. Implementación de técnicas de minería de datos (Data Mining).
- Desarrollo del software de reducción de datos del instrumento EMIR (Espectrógrafo Multiobjeto InfraRojo) para GTC.
- Desarrollo de MIRI (Mid-Infrared Instrument) en el James Web Space Telescope (JWST), el sucesor del Hubble Space Telescope. Actividades de integración, verificación y calibración.
- Instrumentos de segunda generación para GTC (Near-infrAred High-resolUtion spectrograAph for pLanet hunting-NAHUAL, y FRIDA, una cámara en el IR cercano y un espectrógrafo de baja resolución).
- Desarrollo de instrumentación para Radioastronomía y coordinación del tiempo español en la Estación de Espacio Profundo de la NASA en Robledo de Chavela, a través del programa Host-Country.
- A continuación se proporciona una lista completa de los investigadores de las diferentes instituciones que forman parte de esta propuesta. existe un número más amplio de estudiantes de doctorado, doctores contratados, ingenieros y colaboradores que forman parte de los grupos de investigación solicitantes y que no figuran explícitamente en esta lista.

Las instituciones asociadas a ASTRID son:

- Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmosfera (UCM)
- Departamento de Astrofísica Molecular e Infrarroja (CSIC)
- Centro de Astrobiología (INTA)
- Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (INTA)
- Departamento de Inteligencia Artificial (UNED)
- Universidad Autónoma de Madrid (UAM)
- European Space Astronomy Center (ESA)
- Deep Space Network Advanced and Observational Techniques Office (Jet Propulsion Laboratory)
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

Y las empresas asociadas son:

- FRACTAL S.L.N.E.
- GRANTECAN S.A.

- EADS/CASA
- GMV
- INSA
- LIDAX
- SERCO
- VEGA
- TCP Sistemas e Ingeniería

Forman parte de la misma los siguientes investigadores:
Marta Abelleira Álvarez (UCM), Guillermo Barro Calvo (UCM), Nicolás Cardiel López (UCM), África Castillo Morales (UCM), Andrés Cenarro Lagunas (UCM), Cristina Díaz López (UCM), María del Carmen Eliche Moral (UCM), Jesús Gallego Maestro (UCM), Armando Gil de Paz (UCM), Javier Gorgas García (UCM), Jaime Izquierdo Gómez (UCM), Esther Marmol Queraltó (UCM), Juan Carlos Muñoz Mateos (UCM), Sergio Pascual Ramírez (UCM), Pablo G. Pérez González (UCM), Elisa Toloba González (UCM), Víctor Villar Pascual (UCM), Jaime Zamorano Calvo (UCM), Carlos Eiroa de San Francisco (UAM), Jesús Maldonado Prado (UAM), Alcione Carlos Mora Fernández (UAM), Julia Alfonso Garzón (CSIC), Almudena Alonso Herrero (CSIC), Luís Colina Robledo (CSIC), Tanio Díaz Santos (CSIC), Alejandro García Bedregal (CSIC), María Dolores Caballero García (CAB-INTA), María Teresa Eibe García (CAB-INTA), David Galadí Enríquez (CAB-INTA), José Miguel Mas-Hesse (CAB-INTA), Héctor Otí Floranes (CAB-INTA), Aurora Ullán Nieto (CAB-INTA), David Barrado Navascués (INTA), Amelia Bayo Arán (INTA), Carmen Blasco Fuertes (INTA), Marta Cueto Santamaría (INTA), Itzíar De Gregorio Monsalvo (INTA), Albert Domingo Garau (INTA), Cristina García Miro (INTA), Miguel García Torres (INTA), Raúl Gutiérrez Sánchez (INTA), Nuria Huélamo (INTA), Ignacio Mendigutía Gómez (INTA), María Morales Calderón (INTA), Victoria Esther Moll Moreno (INTA), Benjamín Montesinos Comino (INTA), Carmen Morales Durán (INTA), Aigna Palau Puigvert (INTA), Carlos Rodrigo Blanco (INTA), Jorge Sanz Forcada (INTA), Enrique Solano Márquez (INTA), María Rosa Zapatero Osorio (INTA), José Ramón Álvarez Sánchez (UNED), Luís Manuel Sarro Baro (UNED), Mónica Cardaci (ESAC), Matteo Guainazzi (ESAC), Rosario Lorente Balanza (ESAC), María Santos Lleó (ESAC), Matthias Ehle (ESAC), Nora Loiseau (ESAC), Álvaro Gustavo Vitores González (UPM), Alberto Álvarez Herrero (UPM), Tomás Belenguer Dávila (INTA), Eva Díaz Catalá (INTA), Manuel Reina Aranda (INTA), y Dolores Sabau Graciatti (INTA).

También están los siguientes centros asociados:
- Planetario de Madrid
- Department of. Astronomy, University of. Florida (USA)
- Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México.

Las actividades del programa ASTRID se vertebran según una serie de proyectos científicos y proyectos tecnológicos.Estos proyectos están formados por investigadores de diferentes grupos, y es a través de ellos como se produce la interacción.

Grupos tecnológicos

Grupo	Investigador responsable
Instrumentos EMIR y FRIDA para GTC	Nicolás Cardiel (UCM)
Observatorio virtual	Enrique Solano (INTA)

Instrumento MIRI para telescopio espacial JWST	Luis Colina (CSIC)
Misión espacial Darwin	Carlos Eiroa (UAM)
Misión espacial GAIA	Luis Manuel Sarro (UNED)
Radiotelescopios	Carmen Morales (INTA)
Misión INTEGRAL	J. Miguel Mas (CAB-INTA/CSIC)
Ingeniería espacial	Dolores Sabau (INTA)

Grupos científicos

Grupo	Investigador responsable
Proyecto Darwin	Carlos Eiroa (UAM)
Explotación de EMIR y FRIDA	Jesús Gallego (UCM)
Objetos subestelares	David Barrado (INTA)
Formación Estelar	Carlos Eiroa (UAM)
Formación y evolución de galaxias	J. Miguel Mas (CSIC)

Los instrumentos en los que trabaja ASTRID son:

- EMIR (Espectrógrafo Multiobjeto Infrarrojo) es un espectrógrafo multiobjeto de gran campo en el infrarrojo, propuesto para el GTC.
- FRIDA (inFrared Imager and Dissector for Adaptative optics) es un instrumento de segunda generación para el GTC (el primero propuesto para trabajar con su sistema de Óptica Adaptativa).
- El grupo de trabajo de Formación Estelar y Objetos Subestelares ha iniciado el desarrollo de instrumentación infrarroja para la Base Concordia situada en Domo C, en la Antártida.
- MIRI (Mid InfraRed Instrument) es un instrumento que proporcionará imágenes y espectroscopía en el rango entre 5 y 27 micras al James Webb Space Telescope (JWST).
- NAHUAL (Near-infrAred High-resolUtion spectrogrAph for pLanet hunting) será un espectrógrafo en el infrarrojo cercano para el GTC de alta resolución (R~100,000).
- SIDE (Super Ifu Deployable Experiment) es un espectrógrafo de fibras de resolución media que presentará la posibilidad de modificar la configuración de los haces de fibras según los requerimientos de la observación. SIDE ha sido propuesto como instrumento de segunda generación para el GTC.

Las misiones espaciales relacionadas con ASTRID son:

- Darwin: Esta misión consiste en un conjunto de tres telescopios espaciales (cada uno de ellos de al menos 3 metros de diámetro), y un cuarto satélite que funcionará como centro de comunicaciones. Los telescopios operarán conjuntamente para muestrear el Universo temprano, buscando signos de vida en planetas similares a la Tierra.
- GAIA: Esta misión proporcionará medidas de posiciones y velocidades radiales sin precedentes, con las precisiones necesarias para generar un censo estereoscópico y cinemático de alrededor de mil millones de estrellas de nuestra Galaxia y del Grupo Local (lo que representa el 1% de la población estelar de la Vía Láctea). Además se pretende obtener información adicional para cada estrella procedente de fotometría multibanda efectuada a bordo. Con estas medidas y datos se prevee cuantificar la formación temprana de la Vía Láctea, y la subsiguiente evolución dinámica, química y de formación estelar.

Otros resultados científicos que se prevén incluyen la detección y clasificación orbital de decenas de miles de sistemas planetarios extrasolares, un muestreo exhaustivo en numerosos objetos que oscilarán entre los cuerpos menores de nuestro Sistema Solar, pasando por galaxias cercanas, hasta unos 500.000 cuásares distantes. También proporcionará una serie de nuevos tests a la relatividad general y a la cosmología.

- INTEGRAL: Se puede encontrar la información de esta misión de la ESA en los apartados de "VILSPA" y de "España en la ESA".
- James Webb Space Telescope (JWST): Será un telescopio espacial (con un espejo de 6.5 metros de diámetro) optimizado en el infrarrojo que sustituirá al Hubble Space Telescope (HST). Con el JWST se prevé encontrar las primeras galaxias que se formaron en el Universo temprano, conectando el Big Bang con nuestra propia Galaxia. Además, el JWST buscará a través de las nubes de polvo para detectar las estrellas que estén configurando un sistema planetario, con lo que también conectará a la Vía Láctea con nuestro propio Sistema Solar.
- XMM-Newton: Se puede encontrar la información de esta misión de la ESA en los apartados de "VILSPA" y de "España en la ESA".

ASTROCAM

Se trata de una red de Astrofísica de la Comunidad Autónoma de Madrid, en la que participan cientificos de distintos centros (CSIC, UCM, UAM, ESAC, UPM y UEM), y también las empresas: DEIMOS, GMV, INSA, SERCO y VEGA.
Es un proyecto del IV PRICIT que fue aprobado por la CAM. El coordinador de la acción es José Cernicharo Quintanilla.

Los investigadores de ASTROCAM son:
Investigadores del CSIC (DAMIR): José Cernicharo Quintanilla (Investigador Coordinador), Jesús Martín-Pintado Martín, Juan Ramón Pardo Carrión, Maria Luisa Senent Díez, Francisco Najarro de la Parra, Arturo Rodríguez Franco, Carmen Sánchez Contreras, Izaskun Jiménez Serra, Pablo Fonfría Exposito, Belén Tercero Martínez, Marcelino Agúndez Chico, David Hurtado Bouza, Aranzazu Amo Baladrón, Helena Massó, Laura Díez Merino, Luis Díez Merino, Michael Taylor, y Miguel Requena Torres.

Investigadores del CSIC (Física Molecular): Salvador Montero Martín, José María Fernández Sánchez, y Guzman Tejeda Gala.

Investigadores de ESAC: Pedro García Lario (Responsable), Eva María Verdugo Rodrigo, Rosario González Riestra, Anthony Marston, Luis Sánchez Duarte, Andy Pollock, Sarah Leeks, Alberto Salama, Pedro Osuna Alcalaya, Roland Vavrek, y David Teyssier.

Investigadores de la UAM: Rosa Maria Domínguez Tenreiro (Responsable), Angeles I.Díaz Beltrán, Gustavo Yepes Alonso, José Oñorbe Bernis, Héctor Artal García, Latifa Benjouali, Enrique Pérez Montero, Carlos Hoyos Fernández de Córdova, Raúl Sevilla González, Guillermo Hägele, Rubén García Benito, Mónica Cardaci, Mari Luz Martín Manjón, y Luis Alberto Martínez Vaquero.

Investigadores del Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera de la UCM: María José Fernández Figueroa (Responsible), Manuel Rego Fernández, Elisa Castro Rubio, David Montes Gutiérrez, Manuel Cornide Castro Piñeiro, Inés Crespo Chacon, Javier López Santiago, Maria Cruz Gálvez Ortiz, Magdalena Hernán Obispo, Raquel M. Martínez Arnáiz, Jesús Maldonado Prado, y José Antonio Caballero Hernández.

Investigadores de la Sección Departamental de Astronomía y Geodesia de la UCM: Ana Inés Gómez de Castro (Responsable), Javier Yañez Gestoso, Luis Jañez Escalada, e Inés María Gómez Chacón.

Investigadores de la UPM: Francisco Manuel Sánchez Moreno (Responsable), Jorge Dávila Muro, F. Agueda Mata Hernández, Francisco Rosales García, Raquel Cedazo León, Diego López Zamarrón, Alvaro Manchado, y Fermin González de Diego.
Investigadores de la UEM: Ricardo Rizzo Caminos (Responsable), María Angeles Gómez Flechoso, José Ignacio Giraldez Betrón, José Carlos Cortizo Pérez, y Elena Ortiz García.
Cuenta además con la figura de un Gestor (Marcelo Castellanos Beltrán), un técnico (Diego López Zamarrón) y dos investigadores postdoctorales (César González García y Javier López Santiago).

Con la creación de ASTROCAM, sus promotores pretenden impulsar la:

- *Movilidad de investigadores júnior y senior entre los distintos GACAM (Grupos de Astrofísica de la CAM).*
- *Movilidad de postdocs y seniors a nivel Internacional en un contexto de objetivos científicos comunes y de interés académico/empresarial para la CAM.*
- *Participación de investigadores de los distintos grupos en proyectos comunes.*
- *Utilización de recursos de uso común: recursos bibliográficos e informáticos, experiencia en determinados campos de la Astrofísica, en determinadas longitudes de onda, en computación, en experimentos de laboratorio, etc.*
- *Respaldar la creación de un Master Interuniversitario de excelencia en Astrofísica cuyo diseño se está llevando a cabo por dos de las universidades participantes en este proyecto (UCM, UAM). Estimular la participación de investigadores de los distintos grupos vinculados en la red en el Máster.*
- *Optimizar la explotación científica de los recursos disponibles: XMM, INTEGRAL, HST, IRAM, ISO, SST, Observatorios de las Islas Canarias, CAHA, centros de Supercomputación, grandes archivos científicos.*
- *Preparación de la explotación científica y utilización de las futuras grandes instalaciones: Herschel (HSO), JWST, ESO, ALMA, GTC.*
- *Aumentar la competitividad de la Astrofísica de la CAM en proyectos internacionales mediante participaciones conjuntas.*
- *Potenciar el desarrollo y uso de nuevas tecnologías a nivel académico y empresarial: control robótico de instrumentación astronómica, supercomputación en paralelo, entre otras.*
- *Propiciar una formación de excelencia de investigadores.*
- *Potenciación de la incorporación de jóvenes postdocs de brillante trayectoria ofertando un entorno de excelencia. Facilitar la cooperación a nivel internacional de los GACAM a través de las relaciones que cada grupo ha desarrollado a lo largo de los últimos años.*

- *Potenciar la incorporación de jóvenes doctores a las empresas tecnológicas del área de Madrid y de España y Europa en general. Las siguientes empresas han mostrado ya su interés en este proyecto: GMV, DEIMOS, CRISA, SENER, SERCO, VEGA.*
- *Preparar, formar y motivar personal en el campo de la gestión en Astrofísica desde el punto de vista humano, científico y técnico.*
- *Prestar nuestro conocimiento científico-técnico en todas aquellas actividades que la CAM considere oportunas (evaluación, interacción con las empresas, asesoramiento científico-técnico a otras redes o institutos de la CAM).*
- *Difundir los logros de la Astronomía a la sociedad, aumentando la visibilidad de la investigación que se lleva a cabo en la CAM. En este campo uno de los grupos del proyecto (UPM) posee una sólida experiencia en teleoperación y control remoto (vía Web) de telescopios. La interacción de dicho grupo con los GACAM, y su participación en ASTROCAM, permitirá divulgar los avances en Astrofísica en los centros de enseñanza secundaria de la CAM y al gran público en general. Los distintos grupos, UAM, UCM, DAMIR, UPM, coordinados a través de ASTROCAM, continuarán desarrollando actividades en la Semana de la Ciencia y la Feria de Madrid por la Ciencia organizadas por la CAM. El interés de dicha actividad es evidente y responde a la necesidad de informar a la sociedad, de manera precisa y comprensible de los avances científicos, de nuestro conocimiento de la evolución del Universo y de nuestra comprensión del origen de la vida en la Tierra. Creemos que esta actividad es fundamental para despertar el interés del público más joven de nuestra comunidad por la ciencia y la carrera científica.*

BIBLIOGRAFÍA

http://www.astrid-cm.org/ Página web oficial de ASTRID.

http://www.astrocam.es/ Página web oficial de ASTROCAM.

http://www.laeff.inta.es/REP/ Página web oficial de la Red Española de Planetas.

http://www.spmn.uji.es/ Página web oficial de la Red Española de Bólidos y Meteoritos.

MADIEDO, J. M. et al. *La Red Española de Bólidos y Meteoritos: Objetivos científicos, implicación amateur y últimos éxitos*. Recogido en Astronomía. II Época. Nº 101. 2007, pp. 26-32.

TRIGO, J. M. *Comunicación privada*. 2008.

TRIGO, J. M. et al. *The Spanish Fireball Network: An interdisciplinary approach to study solar system minor bodies*. 2008. Aceptado en Astronomy and Geophysics.

TRIGO,J. M. et al. *Spanish meteor network: 2006 continuous monitoring results*. WGN, the journal of the IMO 35:1. 2007, pp. 13-22.

ESPAÑA COBRA PROTAGONISMO EN LA INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION (IAU)

La International Astronomical Union (IAU) fue fundada en 1919. Su misión es promover y salvaguardar la ciencia de la Astronomía en todos sus aspectos a través de la cooperación internacional. Sus miembros individuales son astrónomos profesionales de todo el mundo, y profesionales de la enseñanza e investigación en Astronomía en activo. Además, la IAU mantiene relaciones amistosas con organizaciones que incluyen astrónomos amateurs entre sus miembros.
En septiembre de 2006, la IAU tenía 9.783 miembros internacionales de 87 países distintos y 64 socios nacionales.

La IAU está organizada en 12 Divisiones Científicas. A su vez, bajo el paraguas de estas Divisiones, se organizan 40 Comisiones que cubren todos los campos de la Astronomía. Dentro de las Comisiones se han formado 76 grupos de trabajo (Working and Program Grups). Las 12 Divisiones Científicas son:

- División I: Astronomía fundamental.
- División II: Sol y heliosfera.
- División III: Ciencias planetarias.
- División IV: Estrellas.
- División V: Estrellas variables.
- División VI: Material interestelar.
- División VII: La Vía Láctea.
- División VIII: Galaxias y Universo.
- División IX: Espectroscopía.
- División X: Radioastronomía.
- División XI: Física de altas energías y técnicas espaciales.
- División XII: Actividades comunes a todas las divisiones.

La Asamblea General de la UAI se reúne cada tres años. Los encuentros pasados tuvieron lugar en:

- XXVIth IAU General Assembly (2006): Praga, República Checa
- XXVth IAU General Assembly (2003): Sydney, Australia
- XXIVth IAU General Assembly (2000): Manchester, Reino Unido
- XXIIIrd IAU General Assembly (1997): Kyoto, Japón
- XXIInd IAU General Assembly (1994): La Haya, Países Bajos
- XXIst IAU General Assembly (1991): Buenos Aires, Argentina
- XXth IAU General Assembly (1988): Baltimore, Maryland, Estados Unidos
- XIXth IAU General Assembly (1985): Nueva Delhi, India
- XVIIIth IAU General Assembly (1982): Patras, Grecia
- XVIIth IAU General Assembly (1979): Montreal, Canadá
- XVIth IAU General Assembly (1976): Grenoble, Francia
- Extraordinary IAU General Assembly (1973): Varsovia, Polonia. Esta Asamblea se celebró con motivo del 500 aniversario del nacimiento de Copérnico.
- XVth IAU General Assembly (1973): Sydney, Australia
- XIVth IAU General Assembly (1970): Brighton, Reino Unido
- XIIIth IAU General Assembly (1967): Praga, Checoslovaquia

- XIIth IAU General Assembly (1964): Hamburgo, República Democrática Alemana
- XIth IAU General Assembly (1961): Berkeley (California), Estados Unidos
- Xth IAU General Assembly (1958): Moscú, Unión Soviética
- IXth IAU General Assembly (1955): Dublín, Irlanda
- VIIIth IAU General Assembly (1952): Roma, Italia
- VIIth IAU General Assembly (1948): Zurich, Suiza
- VIth IAU General Assembly (1938): Estocolmo, Suecia
- Vth IAU General Assembly (1935): París, Francia
- IVth IAU General Assembly (1932): Cambridge (Massachusetts), Estados Unidos
- IIIrd IAU General Assembly (1928): Leiden, Países Bajos
- IInd IAU General Assembly (1925): Cambridge, Reino Unido
- Ist IAU General Assembly (1922): Roma, Italia

La XVIIth General Assembly está planeada para el 2009 en Río de Janeiro, Brasil

Las actuales Comisiones de la IAU son las siguientes:
4- Efemérides
5- Documentación y datos astronómicos
6- Telegramas astronómicos
7- Mecánica celeste y astronomía dinámica
8- Astrometría
10- Actividad Solar
12- Estructura y radiación solar
14- Datos atómicos y moleculares
15- Estudios físicos de cometas y planetas menores
16- Estudios físicos de planetas y satélites
19- Rotación de la Tierra
20- Posiciones y movimientos de planetas menores, cometas y satélites
21- Luz de cielo nocturno
22- Meteoros, meteoritos y polvo interplanetario
25- Fotometría estelar y polarimetría
26- Estrellas dobles y múltiples
27- Estrellas variables
28- Galaxias
29- Espectros estelares
30- Velocidades radiales
31- Hora
33- Estructura y dinámica del sistema galáctico
34- Materia interestelar
35- Constitución estelar
36- Teoría de atmósferas estelares
37- Asociaciones y clusters de estrellas
40- Radioastronomía
41- Historia de la Astronomía
42- Estrellas binarias cerradas
44- Espacio y Astrofísica de altas energías
45- Clasificación estelar
46- Enseñanza y desarrollo de la Astronomía

47- Cosmología
49- Heliosfera y plasma interplanetario
50- Protección de lugares de observatorios existentes y potenciales
51- Bioastronomía
52- Relatividad en Astronomía fundamental
53- Planetas extrasolares (WGESP)
54- Interferometría óptica e infrarroja
55- Información de Astronomía al público

ESPAÑOLES EN LA IAU

Desde que España entró como país miembro de la IAU en 1922 siempre hemos tenido representación en aquellas comisiones en las que se trabajaba con asiduidad. Los primeros españoles miembros individuales fueron Luís Rodés y León Herrero. Queremos citar aquí a los astrónomos que han sido (o son) vicepresidentes o presidentes de algunas de las Comisiones por el reconocimiento internacional que supone su labor. Es obligado detenernos aquí en la figura de Alberto Orte Lledó. Orte ingresó en el Observatorio de la San Fernando en 1946 como alumno de la Escuela de Estudios Superiores y tras la finalización de sus estudios en 1950 quedó adscrito con carácter permanente a este Centro. En los años cincuenta realizó varios viajes a París para familiarizarse con el servicio horario del Observatorio de París y las actividades de la Oficina Internacional de la Hora, así como para participar en las sesiones del Comité Consultivo para la definición del segundo, entre otras misiones. Participó activamente en la Campaña Internacional de Longitudes y ello le valió su designación en 1962 como miembro de la IAU. Nos comenta Orte que *los datos que obteníamos en el Observatorio de San Fernando eran buenos y las Comisiones 19 y 31 me dieron cada vez más encargos*.
Recuerda Orte que el principal encargo a realizar con los instrumentos del Observatorio de Marina era la determinación de irregularidades en la rotación terrestre.
Todo ello le valió para que en la XV Asamblea General de la IAU celebrada en Sydney en 1973 fuera nombrado vicepresidente de la Comisión 31 (la Hora). tres años más tarde, en Grenoble, durante la XVI Asamblea General de la IAU fue nombrado presidente de la citada Comisión 31 para el período 1976-1979. En 1977 sería nombrado director del Instituto y Observatorio de Marina y organizó el Symposium Internacional Time and Earth Rotation que se celebró en Cádiz entre el 8 y el 12 de mayo de 1978.
A modo de consejo para futuros cargos en la IAU, comenta Orte que *lo difícil de ser presidente de una Comisión de la IAU es la de tener a todos contentos*.

Desde finales de los setenta pasaría bastante tiempo para ver a algún español como presidente o vicepresidente de alguna de las comisiones de la IAU.
En la actualidad nos encontramos con Valentín Martínez Pillet como presidente de la Comisión 12 (Estructura y Radiación Solar), José Ángel Docobo Durántez como vicepresidente de la Comisión 26 (Estrellas Dobles y Múltiples), Ignasi Ribas como vicepresidente de la Comisión 42 (Estrellas Binarias Cerradas) y a Rosa Mª Ros como vicepresidenta de la Comisión 46 (Enseñanza y desarrollo de la Astronomía).

Existe una regla no escrita en la que los vicepresidentes pasan a ser presidentes de las distintas comisiones por lo que en 2009 España tendrá a 3 presidentes en comisiones de la IAU. Para elegir a los vicepresidentes no hay un procedimiento uniforme, hay comisiones en los que se elige por designación y otros por votación.

DIRECCIONES WEB DE LAS COMISIONES DE LA IAU

Comisión	Dirección web
4-Efemérides	http://iau-comm4.jpl.nasa.gov/
5-Documentación y datos astronómicos	http://www.atnf.csiro.au/people/rnorris/IAUC5/
6-Telegramas astronómicos	http://cfa-www.harvard.edu/iau/Commission6.html
7-Mecánica celeste y astrodinámica	http://copernico.dm.unipi.it/comm7/
8-Astrometría	http://www.ast.cam.ac.uk/iau_comm8/
10-Actividad solar	http://www.mssl.ucl.ac.uk/iau_c10/index.html
12-Estructura y radiación solar	http://www.iac.es/proyecto/iau_divii/IAU-Com12/main/index.php
14-Datos atómicos y moleculares	http://iacs.cua.edu/IAUC14/
15-Estudios físicos de cometas y planetas menores	http://iau15.space.swri.edu/
16-Estudios físicos de planetas y satélites	http://www.iaa.es/IAUComm16/
19-Rotación de La Tierra	http://iau-comm19.cbk.waw.pl/
20- Posiciones y movimientos de planetas menores, cometas y satélites	http://www.astro.uu.se/IAU/c20/
21-Luz de cielo nocturno	http://www.astro.ufl.edu/~gustaf/IAUCom21/IAU_Com_21.html
22-Meteoros, meteoritos y polvo interplanetario	http://meteor.asu.cas.cz/IAU/
25-Fotometría estelar y polarimetría	http://www.vub.ac.be/STER/IAU/IAUComm25.html
26-Estrellas dobles y múltiples	http://ad.usno.navy.mil/wds/dsl.html
27-Estrellas variables	http://www.konkoly.hu/IAUC27/
28-Galaxias	http://aramis.obspm.fr/IAU28/index.php
29-Espectros estelares	http://www.iiap.res.in/personnel/partha/IAUcom29.html
30-Velocidades radiales	http://www.ctio.noao.edu/science/iauc30/iauc30.html
31-Hora	http://www.astro.oma.be/IAU/COM31/
33-Estructura y dinámica del sistema galáctico	http://www.saao.ac.za/IAU/IAUComm33.html

34-Materia interestelar	http://www1.ast.leeds.ac.uk/IAU34/IAU34news.html
35-Constitución estelar	http://iau-c35.stsci.edu/
36-Teoría de atmósferas estelares	http://www.galax.obspm.fr/IAU36/
37-Asociaciones y cúmulos estelares	http://www.ari.uni-heidelberg.de/interessantes/iaucommission37/IAUComm37.html
40-Radioastronomía	http://www.bao.ac.cn/IAU_COM40/
41-Historia de la astronomía	http://www.historyofastronomy.org/
42-Estrellas binarias cerradas	http://www.konkoly.hu/IAUC42/index.html
44-Espacio y astrofísica de altas energías	http://www.ir.isas.jaxa.jp/IAU/
45-Clasificación estelar	http://www.phys.appstate.edu/com45/
46- Enseñanza y desarrollo de la Astronomía	http://iau46.obspm.fr/
47-Cosmología	http://www.exp-astro.phys.ethz.ch/IAU47/
49-Helioesfera y plasma interplanetario	http://www2.bc.edu/~haganmp/IAUDivII.htm
50-Protección de lugares de observatorios existentes y potenciales	http://www.ctio.noao.edu/iau50/
51-Bioastronomía	http://www.dtm.ciw.edu/boss/c51index.html
52-Relatividad en astronomía fundamental	http://astro.geo.tu-dresden.de/RIFA/
53-Planetas extrasolares	http://www.dtm.ciw.edu/boss/IAU/div3/wgesp/
54-Interferometría óptica e infrarroja	http://olbin.jpl.nasa.gov/iau/
55-Información de astronomía al público	http://www.communicatingastronomy.org/

La actividad principal de la IAU es la organización de Reuniones Científicas. Cada año, la IAU patrocina varios simposiums internacionales. Las "IAU Symposium Proceedings Series" es la más importante de las publicaciones de la IAU. Cada tres años la IAU celebra su Asamblea General. Durante la Asamblea General se celebran además Symposiums así como Joint Discussions y Special Sessions. Los *proceedings* de las dos últimas se publican en las "Highlights of Astronomy Series". Los informes de las GA business meetings se publican en las "Transactions of the IAU – B series".

PRESIDENTES Y VICEPRESIDENTES DE LAS DISTINTAS COMISIONES DE LA IAU (PERÍODO 2006-2009)

Comisión	Presidente	Vicepresidente
4-Efemérides	Toshio Fukushima (Japón)	George Kaplan (EEUU)
5-Documentación y datos astronómicos	Raymond Norris (Australia)	Masatoshi Ohishi (Japón)
6-Telegramas astronómicos	Alan Gilmore (Nueva Zelanda)	Nikolay Samus (Rusia)
7-Mecánica celeste y astrodinámica	Joseph Burns (EEUU)	Zoran Knezevic (Serbia)
8-Astrometría	Irina Kumkova (Rusia)	Dafydd Evans (Reino Unido)
10-Actividad solar	James Klimchuk (EEUU)	Lidia van Driel-Gesztelyi (Francia)
12-Estructura y radiación solar	Valentín Martínez Pillet (España)	Alexander Kosovichev (EEUU)
14-Datos atómicos y moleculares	Steven Federman (EEUU)	Glen Wahlgren (Suecia)
15-Estudios físicos de cometas y planetas menores	Walter Huebner (EEUU)	Alberto Cellino (Italia)
16-Estudios físicos de planetas y satélites	Regis Courtin (Francia)	Melisa McGrath (EEUU)
19-Rotación de La Tierra	Alexander Brzezinski (Polonia)	Chopo Ma (EEUU)
20- Posiciones y movimientos de planetas menores, cometas y satélites	Julio Fernández (Uruguay)	Makoto Yoshikawa (Japón)
21-Luz de cielo nocturno	Adolf UIT (EEUU)	Jayana Murthy (India)
22-Meteoros, meteoritos y polvo interplanetario	Pavel Spurny (Rep. Checa)	Jun-ichi Watanabe (Japón)
25-Fotometría estelar y polarimetría	Peter Martínez (Sudáfrica)	Eugene Milone (Canadá)
26-Estrellas dobles y múltiples	Christine Allen (México)	José A. Docobo (España)
27-Estrellas variables	Steven Kawaler (EEUU)	Gerald Handler (Austria)
28-Galaxias	Françoise Combes (Francia)	Roger Davies (Reino Unido)
29-Espectros estelares	Mudumba Parthasarathy (India)	Nikolai Piskunov (Suecia)
30-Velocidades radiales	Stephane Udry (Suiza)	Guillermo Torres (EEUU)
31-Hora	Pascale Defraigne (Bélgica)	Richard Manchester (Australia)
33-Estructura y dinámica del sistema galáctico	Ortwin Gerhard (Alemania)	Rosemary Wise (EEUU)

34-Materia interestelar	Thomas Millar (Reino Unido)	You-Hua Chu (EEUU)
35-Constitución estelar	Francesca D´Antona (Italia)	Corinne Charbonnel (Suiza)
36-Teoría de atmósferas estelares	John Landstreet (Canadá)	Martin Asplund (Alemania)
37-Asociaciones y cúmulos estelares	Despina Hatzidimitriou (Grecia)	Charles Lada (EEUU)
40-Radioastronomía	Ren-Dong Nan (China)	Russell Taylor (Canadá)
41-Historia de la astronomía	Il-Seong Na (Corea del Sur)	Clive Ruggles (Reino Unido)
42-Estrellas binarias cerradas	Slavek Rucinski (Canadá)	Ignasi Ribas (España)
44-Espacio y astrofísica de altas energías	Günter Hasinger (Alemania)	Christine Jones (EEUU)
45-Clasificación estelar	Sunetra Giridhar (India)	Richard Gray (EEUU)
46- Enseñanza y desarrollo de la Astronomía	Magda G. Stavinschi (Rumanía)	Rosa Mª Ros (España)
47-Cosmología	Rachel Webster (Australia)	Thanu Padmanabhan (India)
49-Helioesfera y plasma interplanetario	Jean-Louis Bougeret (Francia)	Rudolf von Steiger (Suiza)
50-Protección de lugares de observatorios existentes y potenciales	Richard Wainscoat (EEUU)	No hay
51-Bioastronomía	Alan Boss (EEUU)	William Irving (EEUU)
52-Relatividad en astronomía fundamental	Sergei Klioner (Alemania)	Gérard Petit (Francia)
53-Planetas extrasolares	Michel Mayor (Suiza)	Alan Boss (EEUU)
54-Interferometría óptica e infrarroja	Guy Perrin (Francia)	Stephen Ridgway (EEUU)
55-Información de astronomía al público	Ian Robson (EEUU)	Dennos Crabtree (Canadá)

BIBLIOGRAFÍA

http://www.iau.org (Página web oficial de la IAU)

ORTE, A. *Comunicación privada*. 2007.

ENTRADA DE ESPAÑA EN ESO

La entrada de España en el European Southern Observatory(ESO) ha sido una reivindicación histórica de los profesionales de la Astronomía. ¿Por qué se ha tardado tanto tiempo en entrar? Intentaremos dar una respuesta, pero antes vamos a describir qué es ESO.
ESO se constituye el 5 de octubre de 1962 mediante un Convenio firmado por Francia, Alemania, Bélgica, Países Bajos y Suecia. Tiene como fin la investigación astronómica en tierra desde el hemisferio Sur.

ESO en la actualidad cuenta con instalaciones en tres emplazamientos diferentes:

- La Silla: En este paraje se instalaron los primeros instrumentos en 1969. Actualmente cuenta con un telescopio de 2.2 metros, otro de 3.5 metros (NTT-New Technology Telescope) y otro de 3.6 metros.
- Paranal: Operativo desde 1999. Aquí se encuentran los cuatro VLT (Very Large Telescope), cuatro instrumentos de 8.2 metros de diámetro cada uno. Estas cuatro unidades junto con otros tres telescopios de 1.8 metros forman en su conjunto el denominado VLT Interferometer. También se encuentran en Paranal los instrumentos VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) y el VST (VLT Survey Telescope) de 2.6 metros.
- Chajnantor: Este lugar está operativo desde 2006, y en él está APEX (Atacama Pathfinder Experiment), una antena submilimétrica de 12 metros. Aquí se está construyendo ALMA (Atacama Large Millimeter Array) del que hablaremos en otros capítulos en esta memoria.

Además de estas instalaciones, la sede central de ESO se encuentra en la localidad alemana de Garching y también tiene oficinas en Santiago de Chile.

La entrada de España en ESO comenzó a vislumbrarse cuando el Consejo de Ministros aprobó el Plan Nacional de I+D+i 2004-2007, el cual tenía entre sus objetivos la entrada en este organismo europeo.

Comenta Xavier Barcons que al poco de tomar posesión Salvador Barberá como Secretario General de Política Científica y Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) éste le propuso que coordinara la parte técnica de las negociaciones, es decir, la contribución en especie.

En esta parte técnica, aparte de Xavier Barcons –coordinador y máximo responsable científico-, trabajaron Rafael Rodrigo, Rafael Rebolo, Eduard Salvador, Rafael Bachiller y posteriormente se incorporó José Miguel Rodríguez Espinosa.

Las negociaciones fueron largas (casi dos años) y complicadas, debido a que había que valorar lo que valía el patrimonio de ESO y lo que España podía ofrecer en especie y en cuánto se valoraba esa contribución. Hay que recordar que ESO cuenta con unos criterios económicos de adhesión y para que España pudiera entrar en este organismo internacional era necesario comprar su parte de patrimonio en función del PIB.

Comenta Barcons que aparte de coincidir en un momento económico favorable, ambas partes teníamos claro que las conversaciones tenían que terminar con éxito.

El 13 de febrero de 2006 se firma una declaración conjunta entre la directora general de ESO y la ministra de Educación y Ciencia. No será hasta el 1 de julio de 2007 cuando España entra de pleno derecho en este organismo (BOE de 11 de junio de 2007).

Acto de firma de la adhesión de España en ESO. Cortesía del ESO.

¿QUÉ BENEFICIOS TRAE CONSIGO LA ENTRADA DE ESPAÑA EN ESO?
Xavier Barcons nos comenta varias circunstancias positivas:
-Entrada de miembros españoles en el OPC (Observing Programme Committee), el comité que selecciona las propuestas de tiempo de observación.
-Acceso a datos cartografiados como UKIDS.
-Posibilidad de participar y/o liderar proyectos de construcción de instrumentos, comisionado y observaciones de "science verification".
-Representación en el comité de usuarios en el que la comunidad astronómica discute con ESO las mejoras necesarias.
-Acceso preferencial a los puestos de trabajo, becas y postdocs en ESO.
-Permite tener también un miembro en el Science & Technology Comité el comité asesor de mayor rango y que debe informar de todas las iniciativas que tengan impacto científico técnico.

BIBLIOGRAFÍA

BARCONS, X. *Comunicación privada*. 2008.

http://www.eso.org/ (Página web oficial de ESO).

EN DEFENSA DE UN CIELO OSCURO

No se puede hablar de Astronomía sin dejar de lado sus problemas. Uno de los principales que tienen los astrónomos que realizan observaciones en tierra es la creciente contaminación lumínica que dificulta la obtención de una buena imagen tanto a simple vista como de telescopio. Incluso, a pesar de realizar observaciones en estaciones de altura, lugares lejanos a pueblos y ciudades, se percibe esta perturbación en mayor o menor medida.

Una mayor difusión y concienciación sobre el problema traería consigo medidas para una iluminación más eficiente, lo que redundaría no sólo en un beneficio para todos aquellos que quieran ver los astros sino que supondría un importante ahorro energético.

Desde hace algún tiempo han surgido algunas iniciativas de concienciación para alertar de los peligros de esta contaminación, así como asociaciones para defensa de un cielo limpio y oscuro. También es de destacar la promulgación de normativas y leyes tanto a nivel local, autonómico o estatal, que intentan regular esta cuestión. Veamos a continuación alguna de estas iniciativas y asociaciones.

LEYES DE PROTECCIÓN DEL CIELO NOCTURNO
La primera ley (de carácter estatal) que se aprobó en España para la defensa del cielo nocturno es la Ley de Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC (Ley 31/1988). Fue aprobada a propuesta del Parlamento de las Islas Canarias y se desarrolla por el Real Decreto 243/1992 de 13 de marzo.

Es una ley que regula todos los aspectos de contaminación relacionados con la actividad astronómica pero de una zona geográfica bastante reducida. Así, se regula el tipo de iluminación exterior a utilizar en la isla de la Palma y en la parte de la de Tenerife orientada hacia la anterior, se regulan los niveles de radiación electromagnética para que no puedan interferir en la instrumentación astronómica, se regulan las actividades que pueden degradar la calidad de la atmósfera en el entorno de los observatorios y se regula el tráfico aéreo en la zona.

En enero de 1992, el IAC creó la Oficina Técnica para la Protección de la Calidad Cielo (OTPC) para facilitar la aplicación de la ley anteriormente mencionada, la cual es conocida como Ley del Cielo. Esta Oficina, además de orientar sobre cómo deben aplicar la ley tanto ciudadanos como entidades e instituciones y velar por su cumplimiento, emite informes técnicos de proyectos de alumbrado y de estaciones radioeléctricas, así como de certificados de luminarias.
Otra ley estatal en este sentido, es la ley 34/2007 de 15 de noviembre de calidad de aire y protección de la atmósfera.

Existen otras leyes autonómicas que abarcan una mayor zona geográfica pero que no alcanzan a regular todos los aspectos vistos anteriormente. Algunas de esas leyes son:

- Catalunya: Ley 6/2001 de 31 de mayo, de ordenación ambiental del alumbrado para la protección del medio nocturno.

- Illes Balears: Ley 3/2005 de 20 de abril, de protección del medio nocturno de las Illes Balears.
- Navarra: Ley Foral 10/2005 de 9 de noviembre, de ordenación del alumbrado para la protección del medio nocturno. Se desarrolla a su vez en el Decreto Foral 199/2007 de 17 de septiembre.
- Cantabria: Ley 6/2006 de 9 de junio de prevención de la contaminación lumínica.
- Andalucía: Ley 7/2007 de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental.

Existen además diversas ordenanzas a nivel local en este sentido, habiendo sido la primera de ellas la del Ayuntamiento de Figueres (Girona).

INICIATIVA STARLIGHT

Esta iniciativa consiste en una campaña internacional para la defensa de la calidad del cielo nocturno y del derecho a ver las estrellas. Esta iniciativa está abierta a la participación de instituciones y asociaciones científicas, culturales y ciudadanas que están sensibilizadas con el problema de la contaminación lumínica. Se pretende además con esta campaña, divulgar los aspectos positivos asociados con la observación de las estrellas.

Esta iniciativa se dio a conocer durante la celebración de la Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas, que tuvo lugar en La Palma, los días 19 y 20 de abril de 2007. Uno de los frutos de esta Conferencia ha sido la firma de la Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas (también conocida como Declaración de La Palma). Los promotores de la iniciativa han sido la Reserva de la Biosfera de La Palma, el Instituto de Astrofísica de Canarias, el Gobierno de Canarias, el Gobierno de España (a través del Ministerio de Medio Ambiente) y la UNESCO (a través del Programa Hombre y Biosfera).

El Comité Científico estuvo formado por: Jafar Safari (Presidente), Tomás Azcárate Bang, Pedro Ballesteros Torres, Marco Barbieri, Alexander Boksenberg, Peter Bridgewater, Manuel Cendagorta, David L. Crawford, Rafael Daranas Hernández, Maguelonne Déjeant-Pons, Eduardo Fayos Solá, Antonio Fernández Rodríguez, Manuel Nicolás Fernández Rodríguez, Javier Gallego, Fernando Hiraldo, Natarajan Ishwaran, Hiroji Isozaki, Wolf M. Iwand, Lamine Kadi, Ángel Landabaso, Pierre Lasserre, Gloria López Morales, Juan Antonio Menéndez-Pidal, Nigel Pollard, César Portela, Luis Ramallo, Francisco Sánchez, Antonio Serrano Rodríguez, Anna Sidorenko-Dulom, Malcolm G. Smith y Arthouros Zervos. Actuó como coordinador Cipriano Marín.

ASOCIACIÓN CEL FOSC

Esta asociación es una agrupación sin ánimo de lucro que se dedica a luchar contra la contaminación lumínica. Entre sus acciones destaca la divulgación del problema, trabajar con las administraciones públicas para una mejor legislación, denunciar a aquellas entidades y empresas que abusan de los recursos de todos y proponer soluciones para paliar este problema.

ASOCIACIONES INTERNACIONALES: INTERNATIONAL DARK SKY ASSOCIATION (IDA).

Existen también asociaciones a nivel internacional que se dedican a preservar y proteger el cielo nocturno. Una de las más conocidas es la International Dark Sky Association. Fue fundada en 1988 en los Estados Unidos por los doctores David L. Carawford y Tim Hunter, que ya advertían un crecimiento importante del problema de la contaminación lumínica.

BIBLIOGRAFÍA

http://www.celfosc.org/ Página web oficial de la Asociación CelFosc.

http://www.darksky.org/ Página web oficial de la International Dark Sky Association.

http://www.iac.es/ Página web oficial del Instituto de Astrofísica de Canarias.

http://www.starlight2007.net/ Página web oficial de la Iniciativa Starlight.

INAUGURACIÓN DEL GRAN TELESCOPIO DE CANARIAS

PRIMEROS PASOS

La idea surgió en 1987 cuando el Royal Greenwich Observatory (RGO) terminó la construcción del William Herschel Telescope (WHT). Fruto de las buenas relaciones entre el RGO y el IAC se consideró estudiar la posibilidad de construir un gran telescopio y en 1989 se presentó una propuesta conjunta al Comité Científico Internacional (CCI) de construcción de un telescopio de 8 metros (ya había proyectos similares en marcha en otros observatorios). Pero en 1990, el Reino Unido decidió abandonar esta idea y decidió colaborar con Estados Unidos en el proyecto GEMINI (dos telescopios de 8 metros, uno en Hawai y otro en Chile). Después de este revés, el IAC continuó de forma individual con la idea. Comenta José Miguel Rodríguez Espinosa, director científico del GTC, que *en Canarias había un grupo que trabajaba muy bien en cómo controlar espejos delgados y además vimos que el futuro del Observatorio dependía de que se instalara un telescopio grande*.

El IAC buscó socios en Europa, especialmente con ESO, sin embargo los distintos países europeos involucrados en dicha organización estaban realizando por aquel entonces una apuesta fuerte con la construcción de los cuatro VLT. También hubo conversaciones muy intensas con Francia que finalmente no fructificaron. Recuerda Pedro Álvarez, director de la empresa GRANTECAN S.A., que *ellos querían hacer el telescopio y nosotros financiarlo, pero estábamos convencidos de que podíamos hacerlo a nuestro modo.*

El IAC buscó también apoyo en la administración española pero no lo consiguió a principios de los años noventa. Sobre la opinión de los astrónomos españoles recuerda José Miguel Rodríguez Espinosa que *al principio se vio con mucho escepticismo porque se pensaba que era un proyecto excesivamente ambicioso, aunque hubo grupos que sí apoyaron la idea desde el comienzo.*

En 1993 fue posible dar los primeros pasos debido a la consecución de fondos europeos y en 1994, el Gobierno de Canarias decidió crear la empresa GRANTECAN S.A. con el fin de realizar un estudio de viabilidad. Comenta Pedro Álvarez que se discutió mucho la forma administrativa de gestión del proyecto (dentro del IAC, fundación, empresa pública…) y finalmente *se decidió por una empresa pública por ser la que presentaba menos trabas administrativas y ofrecía mayor flexibilidad a la hora de contratar personal y gestionar el dinero.*

El estudio citado anteriormente fue presentado en 1995 tras una reunión celebrada ese mismo año en Tenerife con expertos en la construcción de grandes telescopios, revelándose las ventajas de la construcción de un telescopio de unos 10 metros de espejo segmentado frente a un 8 metros de espejo único. Hay que recordar que en aquella época ya estaban en marcha la construcción de los telescopios Keck (telescopios de espejo segmentado instalados en Hawai) y los GEMINI (espejo único).

En 1996 el Gobierno español decidió entrar en GRANTECAN S.A. ampliándose el capital de la empresa (que quedaba participada en un 50% por el Gobierno de Canarias y el otro 50% por el Gobierno español) y se inició la fase de Diseño Conceptual.

Tras la finalización de la fase de Diseño Conceptual, se inició a mediados de 1997 la fase de Diseño Preliminar o Diseño Básico. Esta consistía en analizar cada uno de los subsistemas del telescopio por separado, con el fin de alcanzar un cierto nivel de especificación. Fueron cinco los subsistemas en los que se dividió el telescopio: vitrocerámica de los espejos, cúpula, obra civil, estructura metálica, y pulido de los espejos.
Una vez terminada la fase de Diseño Básico, se publicaba la convocatoria de contratación de suministro. Una vez adjudicada la contratación, el fabricante realizaría un Diseño de Detalle antes de su construcción definitiva.

En octubre de 1997 se celebró en Tenerife una reunión de astrónomos españoles con el fin de discutir las prioridades científicas en el GTC. Al poco tiempo de celebrarse esta reunión, la empresa GRANTECAN S.A. invitó a los científicos interesados en el desarrollo de instrumentación para el GTC a realizar estudios de viabilidad de detectores. Después de la presentación de propuestas, éstas fueron analizadas y se decidió financiar las siguientes propuestas:

- *Proposal to design and build an optical intermediate dispersion spectrograph for the GTC,* cuyo Investigador Principal es Ramón J. García López.

- *OSIRIS (Optical System for Imaging and low-Resolution Integrated Spectroscopy),* cuyo Investigador Principal es Jordi Cepa Nogué.

- *COSMOS – A scientific and instrumental program for the Gran Telescopio de Canarias,* cuyo Investigador Principal es Marc Barcells.

- *A High Resolution Near-IR Integral Field Spectrometer for GTC,* cuyo Investigador Principal es Almudena Prieto.

- *A proposal for CANari-CAM: An 8-25 micron Imaging-Spectrograph,* cuyo Investigador Principal es Mark Kidger.

APROBACIÓN DEL PROYECTO
En el mes de marzo de 1998 se anunció la aprobación del proyecto. Sin embargo, se expresó (por el Comité de Grandes Instalaciones) que estuviera dirigido por expertos internacionales y que era necesario abrir internacionalmente el proyecto hasta alcanzar un 30% de participación de otros países.
El proyecto fue presentado en varios foros internacionales para dar a conocer las características del instrumento y para buscar socios. Inicialmente se recibieron varias cartas de intención por parte de las siguientes instituciones: INAOE y UNAM (México), Universidad de Massachussets (USA), Reino Unido (junto con los Países Bajos), Instituto Tata (India) y Universidad de Turku (Finlandia). Paralelamente a la búsqueda de socios se comenzaron negociaciones bilaterales con las instituciones interesadas.
También en 1998 se escogió el lugar de instalación del GTC en el lugar denominado "Sitio 2" después de varias campañas de prospección realizadas en varios emplazamientos del Roque.
Entre el 15 de julio de 1998 y el 15 de diciembre del mismo año se abrió un plazo de presentación de propuestas para seleccionar los dos primeros instrumentos de primera generación para el GTC.

Durante la ejecución del proyecto, se han ido realizando revisiones periódicas en las que han participado expertos internacionales para asegurar la buena marcha del mismo. Estas revisiones son de dos tipos: Revisiones de Progreso (se estudia aquí el avance del proyecto, su planificación temporal y económica, posibles riesgos…) y las Revisiones Críticas de Diseño (celebradas tras la finalización de cada una de las etapas de diseño de los distintos subsistemas del telescopio para asegurar que se han cumplido los objetivos).
1999 fue el año en el que se firmaron los contratos más importantes. El 70% de los contratos fueron adjudicados a empresas españolas. El 7 de junio de 1999 se firmó, quizás, el contrato más importante con la empresa alemana "SCHOTT" para la suministración de la vitrocerámica para los 36 segmentos del espejo (más otros 6 de repuesto). Los científicos del IAC consideran este momento como el punto de no retorno. El 2 de junio de 2000, el Príncipe de Asturias colocó la primera piedra.
En 1999, Pedro Álvarez comentaba el estado del proyecto en la revista *IAC-Noticias* que por su importancia citamos textualmente.

*Obra Civil:
El Diseño de Detalle de la Obra Civil y de los Equipos Auxiliares, fue realizado por la empresa española LV Salamanca Ingenieros. La revisión final de este diseño se llevó a cabo del 24 al 26 de mayo. Tras esta revisión y los retoques que de ella surgieron, a lo largo del mes de junio se abrió el período de licitación para la contratación de la ejecución de la Obra Civil. Se concluyó que las instalaciones del GTC ocuparían una superficie total de unos 5.000 m^2 y consistirían en:

- *el edificio del telescopio, formado por un cilindro de hormigón, de 32 metros de diámetro y 13,2 metros de alto, que soportará a la gran cúpula de 35 metros de diámetro; en su interior el telescopio se apoyará en un pilar de hormigón de 17 metros de diámetro y 7,2 metros de altura.*
- *un edificio anexo al del telescopio en el que se encuentran las instalaciones de control y soporte del telescopio, con una superficie edificada de 950 m^2 aproximadamente.*
- *un edificio auxiliar, con unos 500 m^2 edificados, en el que se encuentran los sistemas auxiliares tales como transformadores y generadores eléctricos y sistemas de refrigeración.*

*Cúpula
Los días 12 y 13 de abril se llevó a cabo la revisión del Diseño Preliminar de la cúpula del GTC y el pasado día 12 de mayo se abrió el período de licitación para su fabricación. Se concluyó que la cúpula sería construida como una gran estructura metálica con una forma hemisférica y un diámetro de 35 metros. Una compuerta deslizante, de 12 metros de anchura y 30 metros de arco, permitirá al telescopio la observación del cielo manteniéndolo protegido de los golpes de viento que pudieran hacer oscilar su gran estructura. La cúpula se rodeará de grandes ventanas que facilitarán el intercambio de aire con el exterior para evitar la formación de bolsas de aire caliente en su interior. La apertura y cierre de estas ventanas estará controlada en función de la intensidad del viento reinante en el exterior.

*Estructura mecánica y mecanismos de movimiento y posición del telescopio
En noviembre de 1998 se seleccionaron las empresas IBERESPACIO y NFM Technologies para el Diseño Preliminar de la estructura mecánica del telescopio y de sus mecanismos de movimiento y posición.

*Segmentos del espejo primario
A principios del mes de febrero, tras un proceso de licitación internacional iniciado en diciembre del año 1998, se adjudicó a la empresa alemana SHOTT el suministro de los bloques de vitrocerámica para la construcción de los segmentos del gran espejo primario del GTC. Se concluyó que el material a utilizar sería de ZERODUR cuya propiedad más importante y significativa es su coeficiente de dilatación térmica extremadamente bajo, así como su gran homogeneidad.

*Pulido y verificación de los segmentos y de su sistema de soportes pasivo
Los días 27 y 28 de mayo se llevó a cabo la revisión final de las especificaciones del pulido y verificación de los segmentos del espejo primario y de su sistema de soportes pasivo. Tras este hito del proyecto se procederá a la licitación correspondiente. El pulido y la verificación óptica de estos segmentos es una labor muy delicada y laboriosa, que tendrá una extensión estimada de cuatro años. El espejo primario del GTC, con una superficie óptica total de unos 82 metros cuadrados, equivalente a un espejo circular de 10,4 metros de diámetro aproximadamente, es posiblemente la parte más delicada y compleja de todo el GTC. No sólo por la calidad óptica del acabado de la superficie de los segmentos sino por la complejidad y sofisticación de los elementos de soporte, movimiento y medida de la posición de un segmento con respecto a los segmentos vecinos. En conjunto se trata de un espejo hiperbólico con un peso total de unas 20 toneladas, incluyendo todos sus mecanismos, y cuya superficie se mantiene con un error menor de 3 centésimas de micra respecto a su forma teórica.
Para simular el comportamiento de este espejo y verificar los algoritmos de control que han de mantener su forma en cualquier posición y condiciones del telescopio, se contó con un banco de pruebas desarrollado por la empresa Construcciones Españolas de Sistemas Aeronáuticos (CESA). Este banco de pruebas ha permitido hacer un primer análisis de las alternativas de control de los segmentos. Además, en este banco se han probado las características de fiabilidad y estabilidad de los prototipos de accionamientos lineales para el movimiento de los segmentos y de los sensores capacitivos de posición relativa, ambos desarrollados para GRANTECAN por CESA y por ImasDe Canarias, respectivamente.
El Departamento de Óptica y Optometría de la Universidad Politécnica de Cataluña ha desarrollado y construido un sistema interferométrico diferencial denominado UPC-ZEBRA, que pretende ser un prototipo para la calibración diurna de los segmentos del GTC, lo que redundaría en un aumento del tiempo útil del telescopio. Este interferómetro ha sido probado y utilizado en el banco de pruebas mencionado anteriormente.
Las empresas ZEISS en Alemania, REOSC en Francia y KODAK en Rochester, Nueva York, han finalizado los programas de desarrollo contratados y destinados a resolver los aspectos más conflictivos en el pulido de los segmentos del espejo primario. Algunos de estos aspectos han sido el análisis de la rugosidad residual del pulido y su contenido en frecuencias espaciales, el pulido en el borde de los segmentos y la definición del escenario de producción.

*Primera generación de instrumentos
Finalizado el plazo para seleccionar los dos instrumentos de primera generación del GTC (el 15 de diciembre de 1998), se recibieron seis propuestas de instrumentos científicos para ser desarrollados e instalados en el GTC. En el proceso de evaluación de estas propuestas han participado tanto expertos nacionales como internacionales y,

durante los días 2 y 3 de marzo, tuvo lugar la presentación pública de estas propuestas por parte de los equipos que las lideraban.
A la vista de todo este proceso, el Comité Científico Asesor (SAC) del proyecto hizo su recomendación, seleccionando tres de los instrumentos propuestos como los más idóneos para, una vez resueltos determinados aspectos del diseño en una fase de desarrollo más avanzada, poder elegir de entre ellos los dos instrumentos de Día Uno. Estos tres instrumentos pre-seleccionados fueron los siguientes:

- *OSIRIS: Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy*
- *EMIR: Espectrógrafo Multi-objeto InfraRrojo*
- *CANARI-CAM: 1-25 Micron Imaging Spectrograph*

ACTO PRESENTACIÓN DEL GTC
El 19 de abril de 2001 tuvo lugar en Madrid, en el salón de actos del CSIC la presentación a la comunidad científica del proyecto GRANTECAN.
Este acto fue presidido por la ministra de Educación y Ciencia (Anna Birulés), el presidente de la Comunidad Autónoma de Canarias (Román Rodríguez), el secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica (Ramón Marimón), el presidente del CSIC (Rolf Tarrach) y el director del IAC (Francisco Sánchez).
El acto fue convocado por el Ministerio de Educación y Ciencia y por el Gobierno de Canarias y fue organizado por el IAC.
En la sesión matinal se realizó una rueda de prensa ante los medios para dar a conocer el proyecto para su difusión. Por la tarde tuvo lugar la presentación ante los astrónomos españoles.
En la presentación, después de los discursos protocolarios, se mostró un video del proyecto a los 500 asistentes y posteriormente, intervinieron el director general de GRANTECAN S.A. (Pedro Álvarez), el director del Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (Vicente Gómez) y el director científico del GTC (José Miguel Rodríguez Espinosa).

INTERNACIONALIZACIÓN
El Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) firmaron, el 31 de julio de 2001, unos acuerdos en virtud de los cuales estas instituciones mexicanas, cofinanciadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT), aportan un 5% del presupuesto del telescopio y de otras actuaciones e inversiones preparatorias previas a su explotación. Como contrapartida, obtendrán un 5% del tiempo de observación y contribuirán, también con un 5%, a los gastos de operación del GTC, contemplando, además, intercambio de tiempo de observación entre el GTC y el Gran Telescopio de Massachussets, de 50 metros, que el INAOE y la Universidad de Massachusetts construyen en la actualidad. El IAC y las dos instituciones mexicanas antes mencionadas firmaron además un "Protocolo de Cooperación Astrofísica" en el que se incluye programas de intercambio de científicos y tecnólogos, además de colaboración en futuros proyectos instrumentales.
La Universidad de Florida firmó los acuerdos de participación el 17 de octubre del 2001. Estos implican una participación del 5% con la obtención de un 5% de tiempo de observación.

ESTADO DEL PROYECTO EN 2001
* Obra Civil: Se ha continuado ejecutando.
* Cúpula: Se ha montado en la factoría de URSSA (Vitoria) detectando algunos problemas. Dichos problemas fueron solucionados y se desmontó y trasladó a La Palma donde está comenzando su instalación.
* Estructura metálica: Finalizó su construcción y se encuentra en fase de pruebas en la fábrica de SCHWART-HAUTMONT (Tarragona).
* Elementos ópticos: La empresa SCHOTT ha suministrado ya 39 de los 42 bloques. La empresa SAGEM ha realizado mejoras en sus instalaciones para proceder al pulido de dichos bloques.
* Sistema de control: Se han realizado las primeras versiones del software de control del GTC.
* Instrumentación científica: OSIRIS se encuentra en la fase de diseño en detalle. EMIR está en fase de diseño preliminar.

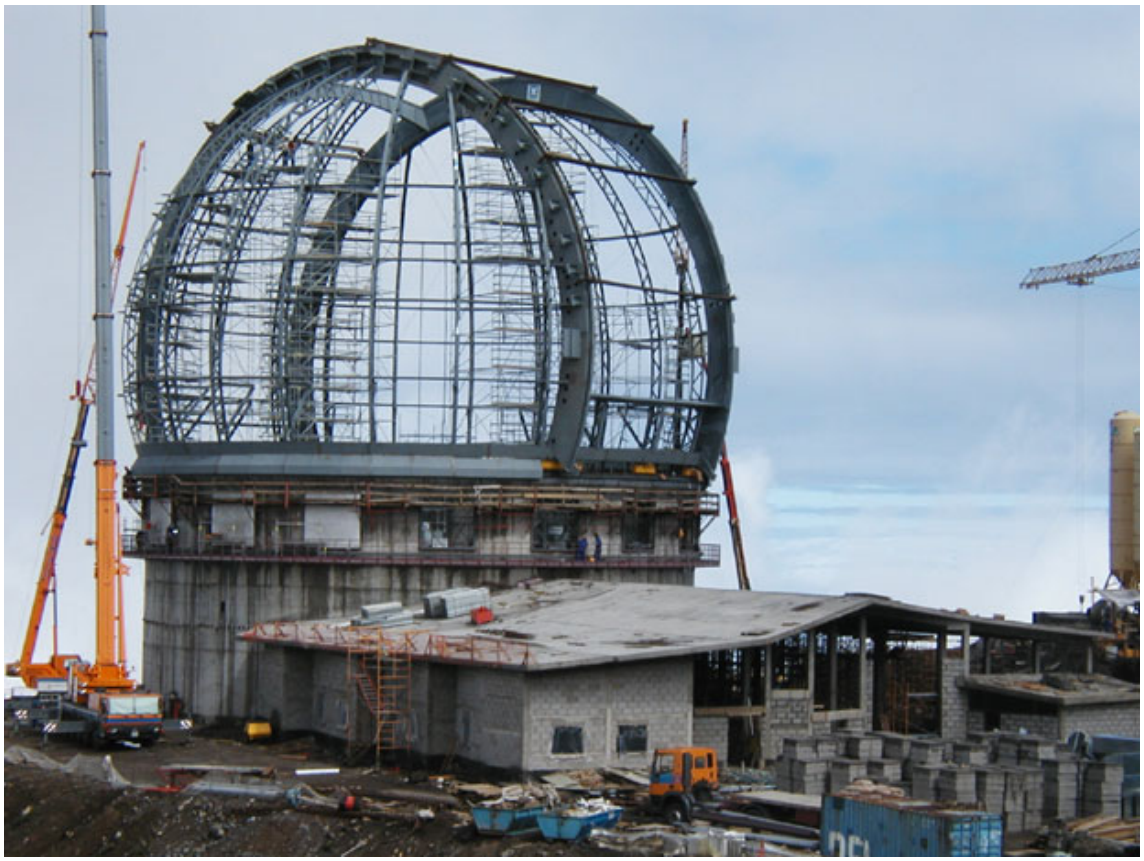


Imagen de la construcción de la cúpula y edificio auxiliar del GTC en 2001. Foto cortesía del IAC.

I CONGRESO INTERNACIONAL CIENCIA CON EL GTC
Este congreso tuvo lugar del 6 al 8 de febrero de 2002 en el Palacio de Congresos de Granada. Fue organizado por el IAC, el IAA y la empresa pública GRANTECAN. Esta reunión fue fruto de las actuaciones dirigidas a la comunidad científica nacional como preparación para el futuro uso del instrumento. Asistieron más de 180 participantes.
Fue además, la primera ocasión en que los tres países participantes en el proyecto del telescopio presentaron sus distintos balances de su actividad científica.

En este congreso se discutió sobre las líneas de investigación a seguir con el instrumento y se habló sobre el estado actual del telescopio y de su instrumentación asociada. Los objetivos a conseguir en esta reunión eran presentar a la comunidad astronómica el estado actual del proyecto, promover el intercambio de ideas y fomentar la colaboración, y explorar ideas sobre nueva instrumentación que se podría desarrollar. El director científico del GTC, José Miguel Rodríguez Espinosa, realizó una presentación de los instrumentos del telescopio, OSIRIS, CANARI-CAM, ELMER y EMIR, de los cuales hablaron más detalladamente los Investigadores Principales (IP) de cada proyecto.

ESTADO DEL PROYECTO EN 2002

- Obra civil: Finalizó el 10 de diciembre de 2002
- Cúpula: Próxima su finalización
- Estructura metálica: Se montó en una nave en Tarragona para comprobar el resultado de la fabricación y el proceso de montaje. Realizadas las comprobaciones fue necesario realizar algunas modificaciones.
- Elementos ópticos: La empresa alemana SCHOTT suministró los 42 bloques que se están puliendo por la empresa francesa SAGEM.
- Sistema de control: Gran parte del software previsto está en funcionamiento.
- Instrumentación científica: Los instrumentos OSIRIS, Canari-Cam y ELMER están en fase avanzada de construcción. EMIR está en fase de diseño preliminar.

ESTADO DEL PROYECTO EN 2003

- Estructura metálica: Se comenzó en febrero la instalación.
- Elementos ópticos: Se ha finalizado el pulido del primero de los bloques.
- Sistema de control: Se ha puesto en marcha en el edificio del GTC.
- Instrumentación científica: OSIRIS, Canari-Cam y ELMER están en fase avanzada de construcción. EMIR comenzó su fase de diseño de detalle.

Aspecto que ofrecían las instalaciones del GTC en 2003. Cortesía del IAC.

II CONGRESO INTERNACIONAL CIENCIA CON EL GTC
Se celebró del 16 al 18 de febrero de 2004 en el Castillo de Chapultepec (Ciudad de México). Fue organizado por el IA-UNAM y el INAOE, con la participación del IAC y de la empresa GRANTECAN. Asistieron unos 160 participantes.
Fue la segunda ocasión en que los científicos de los tres países participantes pusieron en común sus intereses y programas frente a la futura explotación de GTC.
Entre otros temas se trató sobre el estado del proyecto del telescopio y de su instrumentación de primera luz, destacando los trabajos de OSIRIS y CANARI-CAM cuya construcción estaba ya en su fase final.

ESTADO DEL PROYECTO EN 2004

- Estructura metálica: Se ha completado su montaje.
- Elementos ópticos: Se han suministrado los primeros 12 segmentos.
- Sistemas de control: El software está siendo probado con los distintos subsistemas que se van terminando.
- Instrumentación científica: OSIRIS, Canari-Cam y ELMER están en fase avanzada de construcción. EMIR avanzó en su fase de diseño de detalle.

ESTADO DEL PROYECTO EN 2005

- Estructura metálica: Se ha instalado sobre la estructura los mecanismos necesarios para su movimiento.
- Elementos ópticos: Se han recibido los 36 segmentos del espejo principal y el terciario. Sin embargo, aún no se recibió el espejo secundario.
- Sistema de control: Se ha incrementado la actividad relacionada con la fabricación y montaje de los sistemas eléctricos y electrónicos para el control de la instalación.
- Instrumentación científica: Se ha seleccionado FRIDA como un instrumento de segunda generación (el segundo tras EMIR). Se ha continuado trabajando en los cuatro instrumentos ya conocidos.
- Óptica adaptativa: El sistema de óptica adaptativa para el GTC está en fase de diseño en detalle.

ESTADO DEL PROYECTO EN 2006

- Estructura metálica: Se ha finalizado el montaje de la estructura, así como de sus mecanismos de movimiento. Se ha montado en él los primeros seis segmentos del espejo primario, el espejo secundario y el terciario.
- Elementos ópticos: Se recibieron los últimos seis segmentos que faltaban y se instalaron los seis primeros espejos una vez aluminizados. Llegó también el espejo secundario.
- Instrumentación científica: OSIRIS está en fase de integración y pruebas en los laboratorios del IAC. Canari-Cam está en proceso de pruebas finales de verificación y aceptación. ELMER está listo y EMIR está en fase de construcción.
- Óptica adaptativa: El instrumento FRIDA se contrató este año.

III CONGRESO CIENCIA CON EL GTC
Entre el 28 y el 30 de junio de 2006 tuvo lugar en Miami (Florida, Estados Unidos) el III Congreso Ciencia con el GTC que también tenía como subtítulo Ciencia de Primera

Luz con el GTC. Fue organizado por el Departamento de Astronomía de la Universidad de Florida y contó con unos 140 participantes.
En el congreso se habló del estado del telescopio y de su instrumentación, así como de la ciencia que se podría realizar.

DIA UNO
El 13 de julio de 2007 tuvo lugar la "primera luz" del telescopio. En dicho acto estuvo presente el príncipe de Asturias Felipe de Borbón. El primer objeto al que se apuntó fue una estrella débil cercana a la polar y luego a la galaxia UGC 10923.

Asistentes al acto de primera luz del GTC. Cortesía del IAC.

DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS ASOCIADOS
A continuación se muestra información sobre la instrumentación asociada al telescopio obtenida desde la página web oficial del GTC y que citaremos textualmente.

*OSIRIS
*El instrumento OSIRIS (O*ptical *S*ystem for *I*maging and low *R*esolution *I*ntegrated *S*pectroscopy*) podrá obtener imágenes directas del cielo y podrá realizar espectroscopía de varios objetos a la vez. Trabajará en el rango visible. Entre otros resultados, tiene previsto proporcionar nuevos datos a los científicos en diversas áreas de conocimiento de la Astrofísica, como las atmósferas de los planetas del Sistema Solar; los objetos compactos emisores de rayos X (posibles agujeros negros); las supernovas muy lejanas (que sirven de referente para conocer la edad del Universo); las explosiones de rayos gamma (tremendas emisiones de energía cuyo origen se desconoce y que es preciso identificar); o la formación y evolución de las galaxias y los cúmulos de galaxias.*
Además, OSIRIS incorporará el uso de filtros sintonizables que permitirán observar de manera muy precisa una línea determinada del espectro de luz, situada en cualquier posición dentro del rango visible.
OSIRIS, es un instrumento liderado por el IAC con la participación del IA-UNAM.

*CANARI-CAM
CANARI-CAM es un espectrógrafo con capacidad de imagen en el infrarrojo térmico. Está diseñado para "detectar" el calor de las estrellas y para obtener imágenes, hacer espectroscopía, polarimetría y coronografía en el rango espectral del infrarrojo medio.

Tendrá la capacidad de poder obtener imágenes de objetos lejanos para analizar su forma y su estructura y, a continuación, analizar la composición del objeto. Tiene previsto desempeñar las funciones que en otros telescopios realizarían al menos tres instrumentos distintos. Contará con unos detectores que permiten captar luz infrarroja con una longitud de onda desde 8 hasta 25 micras.
Como consecuencia, CanariCam podrá observar una gran variedad de objetos: será especialmente útil a la hora de detectar enanas marrones, planetas extrasolares a través de observación directa, y estudiar en profundidad el centro de nuestra galaxia. CanariCam es un instrumento que está liderado por la Universidad de Florida y que cuenta con la participación del IAC.

*ELMER
ELMER es, por definición, un instrumento de emergencia. Responde a una recomendación del Comité Científico Asesor del GTC para tener un instrumento simple (en prestaciones y precio aunque competitivo) en Primera luz para el caso en que los instrumentos más complejos sufran retrasos. ELMER está diseñado para obtener imágenes convencionales con filtros de banda ancha y estrecha que permitirán hacer comprobaciones de calibración del propio telescopio, espectroscopía de rendija larga, fotometría rápida, espectroscopía rápida de rendija corta, espectroscopía sin rendija o espectroscopía multiobjeto. La ciencia que podrá hacerse con ELMER abarca diversos campos, como el estudio del Sistema Solar, variables cataclísmicas, púlsares, objetos violentamente variables, explosiones de rayos gamma, galaxias activas, cúmulos de galaxias y cosmología.
Tanto ELMER como los demás instrumentos dispondrán de las necesarias rutinas de reducción de datos, de forma que el astrónomo tenga un retorno inmediato de los objetos que ha observado.

*EMIR
EMIR (Espectrógrafo Multiobjeto InfraRrojo) es un espectrógrafo multiobjeto de gran campo que trabajará en el infrarrojo. Está previsto que sea el primer instrumento de segunda generación, y se espera que sea un instrumento clave para el estudio de la historia de la formación de estrellas en el Universo.
Se prevé que EMIR cubra el rango del infrarrojo cercano, con lo que se podrán estudiar objetos templados y que permita obtener espectros para muchas fuentes simultáneamente (gracias al uso del método de máscaras multirrendija que permite seleccionar la parte del campo visible que se quiere observar).
El gran reto de EMIR es conseguir un campo de visión grande que permita observar muchos objetos simultáneamente. Esta característica permitirá gozar de una gran eficiencia observacional para muchos tipos de proyectos en los que se necesita observar un número elevado de galaxias o estrellas. Además, EMIR ha de enfriarse a temperaturas criogénicas (-200º C) para disminuir el fondo térmico infrarrojo.
Los objetos típicos a observar serán galaxias débiles, estrellas poco masivas, objetos estelares jóvenes, enanas marrones, regiones H II y zonas de formación estelar, supernovas distantes, núcleos galácticos y galaxias primordiales.
En el consorcio que construye EMIR, liderado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), también participan la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Laboratoire d´Astrophysique-Observatoire Midi-Pyrénées (LAOMP, Francia) y el Laboratoire d´Astrophysique de Marseille (LAM, Francia).

*FRIDA
*FRIDA (*InFRared *I*mager and *D*issector for the *A*daptive Optics System of the GTC) *es como su nombre indica una cámara infrarroja con unidad de campo integral para el sistema de óptica adaptativa del GTC. Se trata de un instrumento liderado por el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM)***,** *con la colaboración del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), la Universidad de Florida (EE.UU.), el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial de México (CIDESI), la Universidad Complutense de Madrid (UCM), la Universidad de Marsella y el Laboratorio de Astrofísica del Observatorio Midi-Pyrénées (Francia).*
FRIDA será el primer instrumento que aprovechará el haz corregido por el sistema de óptica adaptativa del GTC, es decir, la luz pasará primero por el sistema de óptica adaptativa, eliminando en tiempo real las turbulencias con que nos llega la luz tras su paso por la atmósfera.
Una vez libre de perturbaciones, la luz llegará a FRIDA, cuya principal característica es que dispondrá de una Unidad de Campo Integral (en ingles Integral Field Unit, IFU), entrando con ella en juego la "Espectroscopía 3D".
FRIDA ofrecerá opciones no disponibles en otros instrumentos similares, con capacidad para hacer espectroscopía de baja, media y alta resolución espectral.
Esto significa que se podrán investigar con alta resolución objetos muy distantes y, por lo tanto, muy cerca del origen del Universo en el tiempo. FRIDA tratará de dilucidar qué ocurre en el interior de las regiones de formación de estrellas, en los núcleos activos de las galaxias o cómo es su evolución química y dinámica.

COMPETIDORES DEL GTC
En los años noventa han ido entrando en escena lo que se ha denominado "telescopios gigantes", instrumentos con un diámetro de espejo principal de 8-10 metros.
Veamos las principales características de estos instrumentos:

- Telescopios Keck

Página Web: http://www.keckobservatory.org/
Características: Dos telescopios gemelos de 10 metros cada uno con espejos primarios formados por un conjunto de 36 espejos hexagonales.
Comienzo de las operaciones científicas: El telescopio Keck I inició su actividad científica en mayo de 1993, mientras que el Keck II lo hizo en octubre de 1996.
Situación: Mauna Kea (Hawai).
Socios participantes: California Institute of Technology, The University of California y la NASA.

- VLT (Very Large Telescope)

Página web: http://www.eso.org/
Características: Cuatro telescopios de 8,2 metros que pueden trabajar de forma individual o conjunta.
Comienzo de las operaciones científicas: 1 de abril de 1999 (primera luz: 25 de mayo de 1998).
Situación: Cerro Paranal (Chile)
Socios participantes: ESO.

- Hobby-Eberly Telescope (HET)

Página web: http://www.as.utexas.edu/mcdonald/het/het.html/
Características: Telescopio de 9,2 metros (formado por 91 segmentos hexagonales)
Comienzo de las operaciones científicas: Octubre de 1999.
Situación: Mc Donald Observatory
Socios participantes: University of Texas at Austin, Pennsylvania State University, Stanford University, Ludwig Maximilians Universität y Georg August Universität.

- Gemini Observatory

Página web: http://www.gemini.edu/
Características: Dos telescopios de 8,1 metros
Comienzo de las operaciones científicas: Gemini North comenzó sus operaciones en el año 2000 (primera luz en 1999).
Situación: Gemini North está situado en Mauna Kea (Hawai), y Gemini South está situado en Cerro Pachón (Chile).
Socios participantes: Consorcio de 7 países (Estados Unidos, Reino Unido, Canada, Chile, Brasil, Argentina y Australia).

- Subaru Telescope

Página web: http://subarutelescope.org/
Características: Telescopio de 8,2 metros
Comienzo de las operaciones científicas: Diciembre de 2000 (Primera luz en enero de 1999).
Situación: Mauna Kea (Hawai)
Socios participantes: Nacional Astronomical Observatory of Japan (NAOJ)

- Large Binocular Telescope (LBT)

Página web: http://medusa.as.arizona.edu/lbto/
Características: Telescopio con dos espejos de 8,4 metros
Comienzo de las operaciones científicas: Primera luz 12-12-2005. Actualmente en fase de "commissioning".
Situación: Mount Graham International Observatory (Arizona)
Socios participantes: Consorcio de tres países (Estados Unidos -50%-, Italia -25%- y Alemania -25%-).

- Southern African Large Telescope (SALT)

Página web: http://www.salt.ac.za/
Características: Telescopio de 10 metros
Comienzo de las operaciones científicas: Primera luz 1-9-2005. Actualmente en fase de "commissioning"
Situación: Sutherland (Sudáfrica)
Socios participantes: Consorcio de seis países (Sudáfrica, Estados Unidos, Alemania, Polonia, Reino Unido y Nueva Zelanda).

PREPARADOS PARA UNA NUEVA GENERACIÓN: LOS TELESCOPIOS EXTREMADAMENTE GRANDES

La generación de telescopios de clase 8-10 metros está prácticamente agotada con las instalaciones existentes y con el comienzo en breve de las operaciones científicas del GTC y del telescopio sudafricano SALT.

El próximo reto es la construcción de gigantescos telescopios con un espejo principal con capacidad recolectora de 25 a 50 metros. Hay ya algunos proyectos en marcha, veamos alguno de ellos.

E-ELT (European-Extremely Large Telescope): Es un proyecto apoyado por la Comisión Europea (programa FP6 ELT Design Study, el cual fue aprobado en 2004 con un período de ejecución de 5 años) para la construcción de un telescopio de grandes dimensiones y liderado por ESO.
Desde diciembre de 2005 hasta diciembre de 2006 se realizó el estudio de las líneas básicas del diseño del instrumento (Baseline Referente Design). Tras finalizar dicho estudio se ha propuesto la construcción de un telescopio con un espejo primario de 42 metros (formado de 906 segmentos de 1,45 metros cada uno). Para dar una idea de lo grandioso de la tarea, diremos que el espejo secundario tendrá un diámetro de 6 metros y un terciario de 4,2 metros.
Desde diciembre de 2006 se comenzó con el diseño detallado (Detailed Design Phase) y se prevén novedades al respecto en el mes de noviembre de 2008.
En la elaboración de los trabajos de diseño se están teniendo en cuenta dos estudios ya realizados sobre telescopios extremadamente grandes: el OWL y el EURO-50.
El telescopio OWL (OverWhelmingly Large) de 100 metros es una propuesta de ESO cuyo libro azul fue publicado en octubre de 2005. Esta opción se ha desechado por el enorme coste del instrumento.
El EURO50 es un proyecto liderado por la Universidad de Lund (Suecia) en el que también participan instituciones de Finlandia, Irlanda, España, Suecia y Reino Unido. Este instrumento estaba previsto ubicarlo en la isla de La Palma.

Fuera de Europa también hay en marcha algunos proyectos:

- Thirty Meter Telescope (TMT): Proyecto de un gran telescopio de 30 metros. Participan en este consorcio la ACURA (Association of Canadian Universities for Research in Astronomy), el CalTech y la University of California.
- Giant Magellan Telescope (GMT): Proyecto de un telescopio de 24,5 metros. Participan en este consorcio: Carnegie Institution of Washington, The University of Texas at Austin, Harvard University, The Australian Nacional University, Smithsonian Astrophysical Observatory, University of Arizona, Texas A&M University and Astronomy Australia Ltd.

España con su experiencia en el diseño y construcción del telescopio GTC de espejo segmentado y con la reciente entrada en ESO, tendrá mucho que decir en este reto tecnológico en los próximos años.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, P. *Comunicación privada*. 2006.

http://tmt.org (Página web del proyecto TMT)

http://www.astro.lu.se/~torben/euro50/ (Página web del proyecto EURO 50)

http://www.eso.org (Página web oficial de ESO)

http://www.gmto.org (Página web del proyecto GMT)

http://www.gtcdigital.net (Página web oficial de la revista *GTC digital*)

MEMORIAS DEL IAC (años 1999-2007). Disponible online en http://www.iac.es/

Revista GTC Digital (disponible online en http://www.iac.es)

Revista IAC Noticias (disponible online en http://www.iac.es)

RODRÍGUEZ ESPINOSA, J. M. *Comunicación privada*. 2006.

NUEVO ÓRGANO: RED DE INFRAESTRUCTURAS DE ASTRONOMÍA

En 2008 se ha creado la Red de Infraestructuras de Astronomía (RIA) como un órgano asesor de la Administración General del Estado en cuestiones relativas a las Infraestructuras Científico-Técnicas Singulares (ICTS) en Astronomía.
Dichas infraestructuras singulares son: Centro Astronómico de Yebes, Centro Astronómico Hispano-Alemán, European Southern Observatory, Gran Telescopio de Canarias, Instituto de Radioastronomía Milimétrica, Observatorio del Teide y Observatorio del Roque de los Muchachos.

La RIA es un grupo de trabajo de la Comisión Nacional de Astronomía que se creó por encargo de la Secretaría General de Política Científica y Tecnológica del Ministerio de Ciencia e Innovación. Además del citado Ministerio, constituyen el RIA: el Instituto de Astrofísica de Canarias, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el Instituto Geográfico Nacional y la empresa GRANTECAN.

Esta Red tiene también los siguientes objetivos:

- Constituir un foro que promueva la coordinación de las ICTS.
- Coordinar los estudios relacionados con otras ICTS en Astronomía.
- Asesorar a la delegación española en el Programa Científico de la ESA.
- Optimizar y coordinar los trabajos de otras infraestructuras de Astronomía.

La RIA está dirigido por el Comité Directivo. Tiene ocho grupos de trabajo, cada uno de ellos con un coordinador. Además, se ha establecido la figura del Coordinador de la Red que, entre otras funciones, actúa de puente entre el Comité de Dirección y los coordinadores de los distintos grupos de trabajo.
Los grupos de trabajo son:

1- Comité de seguimiento de ALMA
2- Delegación en ESO
3- Operaciones, utilización y seguimiento
4- Telescopios solares
5- E-ELT
6- Futuro de los telescopios de 2-4 metros
7- Instrumentación para grandes telescopios
8- Programa científico de la ESA

BIBLIOGRAFÍA

http://www.riastronomia.es (Página web oficial de la RIA)

NUEVOS PROYECTOS: OBSERVATORIO DE JAVALAMBRE (TERUEL)

El 10 de mayo de 2007 se presentó en el campus universitario de Teruel el proyecto de construcción de un Observatorio Astronómico en la Sierra de Javalambre.
Este proyecto liderado por el astrónomo Mariano Moles del Instituto de Astrofísica de Andalucía surgió a principios de los años noventa, pero no pudo ser una realidad entonces por falta de financiación.

Este proyecto consta de dos fases. En una primera fase se construirá en la zona de Pico del Buitre (1.957 metros) una cúpula y edificio auxiliar que albergará un telescopio de 2,5 metros automatizado y robotizado. Como instrumento auxiliar se adquirirá una cámara CCD de alta resolución. Esta zona, a pesar de estar próxima a una estación de esquí, es de las que menos contaminación lumínica sufre en toda la Península Ibérica.

En una segunda fase, se construirá en Teruel (concretamente en la Plataforma Logística e Industrial) un centro de almacenamiento y procesado de los datos del telescopio y de un centro de divulgación de Astrofísica. El proyecto será desarrollado mediante un convenio por el CSIC, el Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza. Se prevé para todo ello una inversión de 10,2 millones de euros en tres años.

Esta actuación se oficializó en el año 2008, cuando el Gobierno de Aragón promulgó el Decreto 55/2008, de 22 de julio, por el que se autoriza la constitución de la "Fundación Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón" (BOA del 8/8/08).
En este decreto se autoriza la constitución de una fundación privada de iniciativa pública con la denominación de "Fundación Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón" y se aprueban sus Estatutos.

Merece la pena citar el artículo 6 de los Estatutos de dicha Fundación donde se cita el objeto y los fines de la misma:
1.-La Fundación que se constituye tiene por objeto la implementación en la ciudad de Teruel de un Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón, cuya actividad se centrará en el desarrollo tecnológico y la operación del Observatorio Astrofísico de Javalambre (Teruel), y en la explotación científica de los datos que aporte.

2.-Constituyen los fines y actividades de la Fundación:
a) La construcción del Observatorio Astrofísico de Javalambre, en la zona del Pico del Buitre en la Sierra de Javalambre, Teruel.

b) La construcción en la ciudad de Teruel de un Centro de Investigación, el Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón, en el que pueda desarrollarse la actividad investigadora en toda su extensión, incluyendo las instalaciones necesarias para la recepción de los datos generados en el Observatorio Astrofísico de Javalambre, su almacenamiento, el procesado de los mismos y su archivo, para su difusión en la comunidad científica internacional.

c) El fomento del intercambio de investigadores con centros de España y otros países, así como el impulso de programas de colaboración con otras instituciones de investigación, que permitan la explotación optimizada de la potencialidad del

Observatorio de Javalambre y su evolución permanente para mantenerse en el más alto nivel científico y tecnológico.

d) El asesoramiento y la participación en la construcción de un Centro de Divulgación y, en general, de las iniciativas que en este sentido puedan tomarse en la provincia de Teruel, con el objeto de potenciar el interés por el mundo de la Astrofísica y la concepción del Universo como un Laboratorio y ofrecer a la sociedad la información y el conocimiento científicos que demanda.

e) La elaboración, por sí sola o en colaboración con terceros, de estudios, la edición de documentación relacionada, así como la organización de congresos, seminarios, cursos o similares en el campo de la Astrofísica y la Cosmología.

f) La realización, por sí sola o en colaboración con terceros, de medidas de fomento, difusión y divulgación de las actuaciones desarrolladas por la Fundación.

g) Cualesquiera otras actuaciones relacionadas con las anteriores o necesarias para su correcto cumplimiento.

3.-El Patronato tendrá plena libertad para determinar las actividades de la Fundación en relación con los fines de la misma, definidos en un sentido amplio.

BIBLIOGRAFÍA

Boletín Oficial de Aragón (BOA) de 8 de agosto de 2008

Diario de Teruel. 11 de mayo de 2007.

Diario de Teruel. 15 de junio de 2007.

ASTRONOMÍA EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA EN LA ACTUALIDAD

Si la década de los años setenta es la de la creación de varios centros de referencia en Astronomía en el estado español, las dos siguientes lo son del nacimiento y expansión de la investigación (y en menor medida enseñanza) de la Astronomía en las universidades españolas. Una de las claves de esta expansión fue la estabilización de un buen número de profesionales mediante las pruebas de idoneidad que se convocaron en 1984 al amparo de la Ley de Reforma Universitaria. Otro de los datos a tener en cuenta ha sido la entrada en diversos departamentos universitarios (mayoritariamente de Física Teórica o Física Aplicada) de doctores en Astrofísica, aunque las materias que imparten no tuvieran en principio una relación con su tema de especialización. Veamos a continuación una descripción de los centros universitarios en los que se cultiva la Astronomía. Para ello hemos consultado bases de datos de centros astronómicos de la Sociedad Española de Astronomía (SEA), de la Universidad Complutense de Madrid, del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica (PNAYA) y de nuestra propia información. Como veremos, la mayoría de los grupos (salvo los de mayor tradición o con facilidades astronómicas cercanas) son pequeños y se financian con proyectos de investigación, sobre todo del PNAYA. En la descripción que sigue, se ha seguido un orden por comunidades autónomas, indicándose entre paréntesis al lado de cada universidad, el año de fundación de la misma.

ANDALUCÍA

- Universidad de Granada (1531)

Las principales actividades relacionadas con la Astronomía, se desarrollan en la universidad granadina en el Departamento de Física Teórica y del Cosmos. Su web es (http://www.ugr.es/local/fteorica/).

Dentro de este Departamento están cuatro grupos de investigación, entre ellos el Grupo de Astrofísica, el cual está formado por 13 miembros. Entre el personal fijo del grupo se encuentran: Eduardo Battaner López, Estrella Florido Navío y María Luisa Sánchez Saavedra. Como investigadores contratados y estudiantes de doctorado están: Pedro Amado González, Marco Azzaro, África Castillo Morales, Ana Guijarro Román, Jorge Jiménez Vicente, Ute Lisenfeld, Isabel Pérez Martín, Mónica Relaño Pastor, Beatriz Ruiz Granados, y Almudena Zurita Muñoz. Las líneas de investigación de este grupo son muy variadas: Galaxias, Radiación de Fondo de Microondas, Medio interestelar, Cosmología, etc.

Este grupo tiene su origen en la cátedra de Astrofísica de la Universidad de Granada que se creó en 1982. El primer profesor que la ocupó fue Ramón Canal y desde 1988, la viene ocupando Eduardo Battaner que, por aquel entonces, contaba con casi 20 años de actividad investigadora en el área, especialmente en Aeronomía.

Battaner trabaja actualmente en las siguientes líneas de investigación: Campos magnéticos en galaxias y medio intergaláctico y pregaláctico, Fondo Cósmico de Microondas, Estructura a Gran Escala, Cosmología, Galaxias espirales, Warps, Truncamientos y Curvas de Rotación. A Eduardo Battaner se le debe el despegue de la Astrofísica en esta universidad.

Dentro del departamento, también figura el Grupo de Evolución Estelar y Nucleosíntesis con tres miembros (Carlos A. Abia Ladrón de Guevara, Inmaculada

Domínguez Aguilera, y Olga Zamora Sánchez). Este grupo se dedica al estudio de: estructura y evolución estelar, nucleosíntesis, estrellas frías, espectroscopía estelar, supernovas, y cosmología y evolución química del Universo.
En el aspecto docente se imparten varias asignaturas correspondientes a la licenciatura en Física. Dichas materias son: Astrofísica Galáctica (optativa), Introducción a la Astrofísica (optativa), Cosmología (optativa), Cosmología y Pensamiento Contemporáneo (libre configuración) y La Astronomía a lo largo de la Historia (libre configuración).
También en la Universidad de Granada, dentro de la licenciatura en Matemáticas, se dan las materias optativas de Mecánica Celeste, y Sistemas Dinámicos.
En cuanto a los estudios de Posgrado, en la Universidad de Granada se imparten dos Másters con especialidad en nuestro objeto de estudio. Por una parte está el Máster en Métodos y Técnicas Avanzadas en Física, el cual contiene un módulo de Astrofísica con cuatro materias. También se imparte el Máster en Física y Matemáticas (conjuntamente con la Universidad de Castilla la Mancha, Universidad de Málaga y el IAA) con una especialidad en Astronomía y Astrofísica con seis materias.

- Universidad de Sevilla (1505)

Existe un grupo de investigación en Estructura Galáctica (área de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica) dentro del Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear. Este grupo formado por dos personas (Jesús Cabrera Caño y Federico Elías Schliserman) indica en su web (http://www.cica.es/aliens/dfamnus/astrof/index.html) que:
Este minúsculo grupo realiza su investigación en colaboración con el Departamento de Radioastronomía y Estructura Galáctica del Instituto de Astrofísica de Andalucía; estando especializado en el desarrollo y aplicación de tecnicas estadísticas de análisis de datos.
En la actualidad nos ocupamos de aspectos estructurales y cinemáticos del Disco Galáctico joven, y en particular de la estructura denominada "Gould Belt" explotando los valiosos resultados aportados por la misión astrométrica espacial Hipparcos.
Dentro de la licenciatura en Física, se imparte la asignatura de Astrofísica (optativa). Además, en el Departamento de Matemática Aplicada II, trabaja Francisco Javier Muñoz Almoraz en temas de Mecánica Celeste.

- Universidad de Cádiz (1979)

Desde el curso 1995-1996, en la licenciatura en Matemáticas (orientación en Astronomía y Geodesia) se imparten varias materias relacionadas con la Astronomía: Astronomía Fundamental, Geodesia Espacial, Geodesia y Cartografía, Teoría de Órbitas, y Teoría de la Relatividad.
Dentro de esta Universidad se encuentra el Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía (constituído en 1999) cuyo responsable es Manuel Berrocoso Domínguez.
Las líneas de investigación de este grupo de investigación son:
-Estudios del sistema GPS y sus aplicaciones.
- Diseño y desarrollo de sistemas SIG.
- Diseño, desarrollo y control de calidad de redes geodésicas.
- Aplicaciones de sensores remotos.
- Métodos analíticos y estadísticos en Ciencias de la Tierra y del Espacio.
- Modelado de procesos tectónicos y volcánicos.
- Estudios geodésicos y geofísicos terrestres y marinos.
- Seguimiento de satélites láser.

- Determinaciones del geoide.
Los miembros del grupo son: Manuel Berrocoso, María José González, Jorge Gárate, Alberto Fernández, Juan Carlos Díaz, José Martín, Alejandro Pérez, José Manuel Enríquez, Santiago García, Cristina Torrecillas, María Eva Ramírez, Cristina García, Raúl Paez, Yolanda Jiménez, y Juan Antonio Fernández.

- Universidad de Jaén (1993)

En esta universidad, se realizan actividades relacionadas con la Astronomía en el Departamento de Física. La web de este departamento es:
http://www.ujaen.es/dep/fisica/
En él hay dos profesores adscritos al área de Astronomía y Astrofísica (José Luis Garrido Pestaña, Josep Martí Ribas). En docencia se imparten varias materias del área (desde la fundación de la Universidad): Astronomía (en la titulación de ingeniería en Geodesia y Cartografía), y Astronomía Geodésica y Astronomía (en la titulación de ingeniería técnica en Topografía). También se dan algunas materias en cursos de doctorado.
La investigación en Astronomía comienza en 1998 con la llegada a este departamento de Josep Martí Ribas. La línea de investigación principal del grupo es el estudio de las Fuentes de Alta Energía en la Galaxia (identificación y análisis mediante observaciones multi-longitud de onda).
Existe también un observatorio astronómico ubicado en la Escuela Politécnica Superior de Jaén –Campus de Lagunillas- enfocado a prácticas y a divulgación.

- Universidad de Almería (1993)

En la Facultad de Matemáticas se imparte la asignatura de Astrofísica. Esta materia es impartida por Francisco Javier Barbero, del Departamento de Física Aplicada.

ARAGÓN

- Universidad de Zaragoza (1542)

Dentro de la licenciatura en Matemáticas, se imparten las asignaturas Astronomía Matemática, Geodesia, y Mecánica Celeste. Estas materias son impartidas por miembros del Grupo de Mecánica Espacial (puede verse más información de este Grupo en el apartado “Formación y evolución del Grupo de Mecánica Espacial”).
Fuera del ámbito del Grupo de Mecánica Espacial (sucesor natural del Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos) hay que señalar que en la Universidad de Zaragoza se creó una cátedra de Astrofísica. Dicha cátedra fue ocupada por Manuel Rego. Sin embargo, al marcharse Rego a Madrid para ocupar la misma cátedra en la Universidad Complutense, la cátedra quedó vacante y finalmente fue amortizada. En la actualidad, existe una plaza de profesor titular para Astrofísica en la universidad aragonesa, la cual está ocupada por Manuel C. Membrado.
Siguiendo con la docencia en la universidad zaragozana, dentro de la licenciatura en Física, se imparten dos materias optativas, Astrofísica, y Relatividad y Gravitación. Dichas materias son impartidas por Manuel Membrado y por Vicente Azcoiti (Física Teórica).
En estudios de Posgrado, se imparte en la Universidad de Zaragoza el Máster en Física y Técnicas Físicas. Dentro de este Máster se imparten las materias de Cosmología, y de Dinámica de Satélites Artificiales.

ASTURIAS

- Universidad de Oviedo (1608)

En el Departamento de Física hay dos profesores adscritos al área de Astronomía y Astrofísica (Lysiane Mornas y Luigi Toffolatti). La web de este departamento es (http://www.uniovi.es/zope/departamentos/Fisica/viewInfo).
Dentro de las disciplinas propias del área, se imparten las materias de Astrofísica y Cosmología (en la licenciatura en Física), y Geodesia Física (en la titulación de ingeniería técnica en Topografía). En esta última titulación se imparte además Astronomía Geodésica (Alfredo Moro) y Geodesia (cuyo coordinador es Benjamín Luís Sánchez).
Comenta el profesor Luigi Toffolatti que la investigación en el área de Astronomía y Astrofísica, en esta Universidad, se inició cuando llegó a Oviedo en 1994 como profesor visitante (anteriormente se había doctorado en la Universidad de Pádova –Italia- en 1990, y un año más tarde consiguió por oposición una plaza de investigador en el Observatorio Astronómico de Pádova). En 1995 se incorporó como profesor asociado y desde 1999 es profesor titular de universidad.
Las principales líneas de investigación del grupo son: evolución cosmológica de fuentes extragalácticas, anisotropías de la radiación cósmica del fondo de microondas, métodos de detección de fuentes puntuales en mapas de la radiación de fondo de microondas, catálogos de fuentes puntuales de radio extragalácticas, y materia densa relativista aplicada a la física de las estrellas de neutrones.

BALEARS, ILLES

- Universitat de les Illes Balears (1978)

Destacamos su Departament de Física. Según su web (http://www.uib.es/depart/dfs/index.html), dentro del cuadro de personal del departamento se encuentran tres profesores cuya área de trabajo es Astronomía y Astrofísica (Josep Lluís Ballester, Antoni J. Díaz Medina y Ramón Oliver Herrero) y un profesor que trabaja sobre Física Solar (Jaume Terradas Calafell).
Dentro del departamento están, entre otros, el Grupo de Relatividad y Cosmología (Carles Bona García, Jaume Carot Giner, Lluis Mas Franch, Joan Massó Bennasar, Alicia M. Sintes Olives, y Joan Estela Fiol) y el Grupo de Física Solar (Josep Lluís Ballester, Ramón Oliver y Marc Carbonell).
El grupo de Relatividad y Cosmología trabaja en simulación numérica de agujeros negros, cosmología relativista, y ondas gravitacionales. El grupo de Física Solar trabaja principalmente en oscilaciones en la corona solar.
El artífice de la enseñanza e investigación en Astrofísica en esta Universidad es sin duda Josep Lluís Ballester. Ballester se licenció en Ciencias (Sección de Física) en la Universitat de Valencia en 1975. Realizó la tesina en el mismo Centro con Álvaro López y leyó su tesis doctoral (bajo la dirección de J. Kleczek) en la Universitat de Barcelona en 1982. Sus líneas de trabajo son la Magnetohidrodinámica solar, la Actividad estelar y sobre el Comportamiento de la Actividad Solar.
Nos comenta Josep Lluís Ballester que en la Universitat de les Illes Balears se investiga en el área de Astronomía y Astrofísica desde 1975, pero que la docencia en materias del área no llegaría hasta 1986. En la actualidad, dentro de la licenciatura en Física, se imparte la materia de Astrofísica (optativa).

En estudios de Posgrado se imparte el Master en Física. En dicho programa se ofrece el módulo de Astrofísica y Relatividad (con tres materias).

CANARIAS

- Universidad de La Laguna (1927)

En esta Universidad se dotó la primera cátedra de Astrofísica en España a principios de los años setenta. Posteriormente se creó el Departamento de Astrofísica.
Actualmente, el profesorado del Departamento está compuesto por: Artemio Herrero Davó, Fernando Moreno Insertis, Teodoro Roca Cortés, Juan Antonio Aparicio, Juan Betancort Rijo, Jordi Cepa Nogué, Manuel Collados Vera, César Esteban López, Ramón García López, Francisco Garzón López, Jesús González de Buitrago, Evencio Mediavilla Gradolph, Ismael Pérez Fournón, Fernando Pérez Hernández, Basilio Ruiz Cobo, Ignacio González Martínez-Pais, Carlos Lázaro Hernando, Mercedes Prieto Muñoz, María Jesús Arévalo Morales, Clara Régulo Rodríguez e Inés Rodríguez Hidalgo. El número de becarios asciende a 57. Las líneas de investigación que siguen sus miembros abarcan todos los campos de la Astrofísica. Existe una gran simbiosis de este Departamento con el Instituto de Astrofísica de Canarias, ya que muchos de los docentes en materias de Astrofísica son investigadores del IAC.
Según se indica en su web (http://www.iac.es/ensenanza), los miembros del Departamento de Astrofísica imparten enseñanza de las siguientes materias en la licenciatura en Físicas:
En 2º curso: Física del Cosmos, y Análisis espectral de datos.
En 3er curso: Astronomía clásica, Instrumentación astrofísica, Procesos radiactivos y fenómenos de transporte, Métodos informáticos y de cálculo en astrofísica, Mecánica de fluídos, Física estelar I: atmósferas estelares, y Técnicas astrofísicas I.
En 4º curso: Física galáctica, Relatividad general, Física estelar II: estructura y evolución estelar, Física del plasma, Técnicas astrofísicas II, Física solar, Física extragaláctica, Cosmología, Física de la materia interestelar, y Técnicas astrofísicas III.
Además se contempla la posibilidad de la realización de un Proyecto de Fin de Carrera.

En cuanto a la licenciatura en Matemáticas, se pueden cursar:
2º curso: Campos y ondas
3er curso: Astronomía y geodesia, y Mecánica celeste.
4º curso: Medios continuos, y Técnicas de análisis de datos astronómicos.

En el edificio de la Facultad de Física se ubica un observatorio astronómico para prácticas. Está dotado de un reflector de 35,6 centímetros de apertura.
Además desde el curso 2006-2007 se imparte el Programa Oficial de Posgrado en Astrofísica en sustitución del programa de doctorado "Física del Cosmos".

- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (1989)

Desde la fundación de esta Universidad, se vienen impartiendo en la Escuela Universitaria Politécnica (titulación en ingeniería técnica en Topografía) las materias de Astronomía geodésica y Geodesia. Las profesoras, pertenecientes al Departamento de Cartografía y Expresión Gráfica en la Ingeniería, encargadas de la docencia (y prácticas) son María Pilar Abad, María Flora Andrés y María Pilar Romero.

CANTABRIA

- Universidad de Cantabria (1972)

Hay ocho miembros adscritos al área de Astronomía y Astrofísica en el Departamento de Física Moderna (http://www.fismod.unican.es). Son: Francisco J. Carrera, José María Diego, Luís Julián Goicoechea, José Ignacio González Serrano, Diego Herranz, Silvia Mateos Ibañez, José Luís Sanz y Patricio Vielva.
Algunas de las líneas de investigación que se siguen son: Cosmología, Estructura y movimientos a gran escala en el Universo, Lentes Gravitatorias, Efectos relativistas en la Señal de Pulsares Binarios, Imágenes múltiples de QSOs, Astrofísica, Formación y Evolución de Galaxias, Galaxias Activas y Cuásares, y Fondo cósmico de Microondas, entre otras. Muchas de estas actividades se realizan conjuntamente con el Instituto de Física de Cantabria (IFCA).
En el aspecto docente se imparten varias materias optativas dentro de la licenciatura en Físicas como: Astronomía Estelar, Astronomía General, Relatividad General y Cosmología, Técnicas Observacionales en Astrofísica, etc.
En esta universidad cántabra, también en el Departamento de Física Aplicada se investiga y se enseña Astronomía. Su web es: http://www.fisapli.unican.es/
Dentro de la docencia que imparte este departamento (junto con el de Física Moderna y el de Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada) está el programa de doctorado (a extinguir) de Física y Ciencias de la Tierra, en el que se imparten algunos cursos relacionados con la Astrofísica y Cosmología. Destacamos además, que un grupo de este departamento ha obtenido un proyecto del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica para la construcción de un coronógrafo para búsqueda de planetas extrasolares.

CASTILLA LEÓN

- Universidad de Salamanca (1218)

En el Departamento de Física Fundamental (http://www.usal.es/~dptoff/) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca (concretamente en el área de Física Teórica) el profesor Fernando Atrio Barandela realiza investigación en Astrofísica desde 1990, concretamente en: Fondo Cósmico de Microondas, Estructura a gran escala y Materia y Energía Oscura. Lidera el grupo de Relatividad y Cosmología formado por ocho miembros (Fernando Atrio Barandela, Kerstin Kunze, Marc Mars, Jesús Martín, Ángeles Pérez García, Eduardo Ruiz, Walter Simon, y Miguel A. Vázquez-Mozo), dos estudiantes de doctorado y un administrativo.
En cuanto a la docencia, en la licenciatura en Físicas se imparten las materias optativas: Introducción a la Astrofísica, Relatividad General y Gravitación, y Astrofísica y Cosmología Relativista.
Además, en el campus de Ávila, en la Escuela Politécnica Superior, dentro de la titulación de ingeniería técnica en Topografía se imparten las asignaturas Astronomía y geodesia, y Geodesia Espacial.

- Universidad de Valladolid (1241)

Dentro de la Sección Departamental de Matemática Aplicada están los grupos de investigación:

* Grupo de Dinámica Orbital de Asteroides.
Investigadores: Mª Eugenia Sansaturio Lapeña y Oscar Arratia García. Sus actividades son:
-Cálculo y refinamiento de órbitas de asteroides.
-Creación e implementación de métodos de identificación de asteroides.
-Desarrollo de algoritmos para el cálculo de órbitas preliminares de objetos observados en arcos muy cortos.
-Catalogación de NEA's (Near Earth Asteroids).
-Desarrollo de métodos para la detección temprana de impactos de objetos celeste con la Tierra.

* Grupo de Mecánica Celeste.
Investigadores: Pablo Martín Ordóñez, José Miguel Farto Álvarez y Ana Belén González Martínez. Sus actividades son:
-Rotación de cuerpos celestes.
-Métodos numéricos para la integración de ecuaciones diferenciales.
Hay que señalar que el impulsor de estos grupos de investigación ha sido José Manuel Ferrándiz Leal (hoy en la Universitat d´Alacant).

Por otra parte, en la Universidad de Valladolid, dentro de la licenciatura en Físicas, Jose Fernando Pascual Sánchez imparte la materia optativa Relatividad y Cosmología.

- Universidad de León (1979)

En la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas del campus de Ponferrada se imparten las asignaturas de Astronomía y Geodesia y de Ampliación de Astronomía y Geodesia dentro de la titulación de ingeniería técnica en Topografía. Los docentes de ambas materias son Benjamín Arias Pérez y María Nuria Fernández Palomares.

CATALUNYA

- Universitat de Barcelona (1450)

Destacamos en primer lugar el Departament d'Astronomia i Meteorologia, heredero de la cátedra de Astronomía Esférica.
El Departament d'Astronomia i Meteorologia (http://www.am.ub.es) está dedicado a investigar, formar nuevos profesionales y divulgar y transmitir a la sociedad la actualidad en Física del Cosmos (Astronomía, Astrofísica y Cosmología) y en Física de la Tierra (Meteorología y Geofísica).
Forman parte en este Departamento, 22 profesores numerarios, 32 estudiantes de doctorado con contrato o beca, 19 colaboradores y 6 administrativos.
Recuerda Blai Sanahuja (que tras elaborar su tesis doctoral sobre nucleosísntesis galáctica bajo la dirección de Ramón Canal realizó una estancia postdoctoral en el Space Science Department de la ESA) que anteriormente *este Departamento también se denominó "Física de la Tierra y del Cosmos" y "Física del Aire, Astronomía y Astrofísica", y que en algún momento ha habido también algún geofísico*.

Para darnos cuenta de la importante evolución de este Departamento podemos citar que en el año 1980 (según el Informe sobre la Astronomía Española de aquel año) contaba con un catedrático, un profesor agregado, tres profesores adjuntos, siete profesores ayudantes, cinco becarios, dos colaboradores sin beca y un laborante.

El catedrático era Juan José de Orús, de profesor agregado estaba Ramón Canal y de profesora adjunta estaba Asunción Catalá. Recuerda Eduard Salvador Sole (que realizó su tesis doctoral entre 1976 y 1980 en el Observatorio de Meudon) que *al poco tiempo Ramón Canal se fue a Granada y que Antonio Rius (por aquel entonces ayudante) se fue a la Estación de Robledo de Chavela*. Entre 1980 y 1984 sólo se pudo estabilizar Jorge Núñez.
El instrumental con el que contaba el Departamento en 1980 era el antiguo refractor ecuatorial Grubb de 12 centímetros de apertura y 1,72 metros de distancia focal operativo desde 1904 (dedicado a prácticas de la enseñanza), un refractor ecuatorial de 12,7 centímetros de apertura y 2 metros de distancia focal operativo desde 1972 (para ocultaciones y prácticas), 3 refractores ecuatoriales portátiles de 7,6 centímetros de apertura y 1,2 metros de focal operativos desde 1977 (para ocultaciones rasantes) y finalmente un refrector portátil Celestron de 20 centímetros de apertura y 2 metros de focal operativo desde 1979 (para ocultaciones rasantes).

Volviendo a la actualidad, existen dentro del departamento dos grupos de investigación consolidados por parte de la Generalitat de Catalunya, el grupo de Astronomía y Astrofísica y el de Meteorología.
El grupo de Astronomía y Astrofísica está formado por: Ramón Canal Masgoret, Eduard Salvador Solé, Blai Sanahuja Parera, Jorge Carlos Núñez de Murga, Robert Estalella Boadella, José Javier Labay Aguirre, Jordi Torra Roca, Francesca Figueras Siñol, María Angels Arán Sensat, María Teresa Beltrán Sorolla, Carme Jordi Nebot, María Rosario López Hermoso, Belén López Martí, Francisco Xavier Luri Carrascoso, Alberto Manrique Oliva, Eduardo Masana Fresno, Josep María Paredes Poy, Jordi Portell de Mora, Salvador José Ribas Rubio, María Pilar Ruíz Lapuente, Ferrán Sala Mirabet, y José María Solanes Majua.
Las líneas principales de investigación del grupo de Astronomía y Astrofísica son las siguientes:

- *Supernovas y evolución del universo*
- *Formación y evolución de galaxias y sus agrupaciones*
- *Microcuásares y astrofísica de altas energías*
- *Astronomía Espacial: cinemática y estructura de la Galaxia*
- *Últimas fases de evolución estelar y evolución química de la Galaxia*
- *Medio interestelar: regiones de formación estelar*
- *Física de la relación Sol-Tierra. Meteorología espacial*
- *Instrumentación astronómica y observación robótica*
- *Reconstrucción de imágenes astronómicas*

En el aspecto docente hay que destacar distintas materias que se imparten en la licenciatura en Físicas: Astrofísica extragaláctica y cosmología, Astrofísica galáctica, Astronomía observacional, Física estelar y nucleosíntesis, Geodesia, y Procesos astrofísicos.
También se imparten enseñanzas de posgrado con el Master Europeo de Astrofísica, Física de Partículas y Cosmología. Anteriormente se impartía el Programa de doctorado de Astronomía y Meteorología.

En el Departament de Física Fonamental, (http://www.ub.edu/ffn) se realizan, entre otras, investigaciones en el campo de Gravitación y Cosmología (Enric Verdaguer, Jaume Garriga y Roberto Emparan). En docencia, se imparte la materia de Relatividad dentro de la licenciatura en Física.

En el Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi, hay que destacar la presencia del grupo de Sistemas Dinámicos liderado por Carles Simó.
Dentro de este departamento, se investiga en Mecánica Celeste desde 1973. En el Informe sobre la Astronomía Española de 1980 se indica que el grupo de Mecánica Celeste *es un grupo conjunto de las Universidades de Barcelona (UB y UAB) mediante la colaboración de los Departamentos de Ecuaciones Funcionales de ambas universidades*. Se indica además, en tal Informe, que en el período de 1973-1980 se publicaron 24 trabajos en revistas extranjeras y que se realizaron 2 tesis doctorales y 8 tesinas.
En la actualidad, las principales líneas de investigación del grupo son: Problema de n cuerpos, Problema restringido de tres cuerpos, Modelos de Sistema Solar, Configuraciones centrales, Coreografías, Soluciones periódicas y casi-periódicas, Colisiones y movimientos cercanos, Diseño de misiones espaciales interplanetarias, Vuelo en formación y Navegación interplanetaria usando la presión de radiación solar.

También se trabaja en Astronomía en el Departament de Química Orgànica. Este departamento ha obtenido un proyecto de Astrobiología del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica. En este proyecto sobre Emergencia de Homoquiralidad en Sistemas Prebióticos, participan los profesores Josep María Ribó y Albert Moyano. Entre los Servicios que ofrece este Departamento están los de espectroscopía en el ultravioleta-visible y en el infrarrojo.

- Universitat Autónoma de Barcelona (1968)

En la Facultad de Física, dentro de la licenciatura en Físicas, se imparten las materias optativas: Introducción a la Astrofísica, Introducción a la Cosmología, y Astronomía y Astrofísica.
Ya funcionan los estudios adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior para la obtención del título de Grado en Física. En el plan de estos estudios aparecen como materias optativas las siguientes: Introducción a la Astrofísica, Introducción a la Cosmología y Relatividad General.
En estudios de posgrado, se imparte el Máster en Física Avanzada y Profesional con el módulo optativo Cosmología y Astrofísica. Dicho Máster permite acceder a la realización de una tesis doctoral en Cosmología y Astrofísica.
Además, en el Departament de Matemàtiques, existe un grupo de investigación en Mecánica Celeste, liderado por Jaume Llibre. Llibre obtuvo el grado de licenciado por la Universitat de Barcelona en 1975 y el de doctor por la Universitat Autònoma de Barcelona en 1979. Es catedrático desde 1986. Ha dirigido 18 tesis doctorales. En Sistemas Hamiltonianos y Mecánica Celeste trabaja en integrabilidad, dinámica simbólica y en familias de órbitas periódicas.
En docencia de Matemáticas, ya están implantados los estudios de Grado. En el plan de estudios se contemplan las optativas: Sistemas Dinámicos y Modelos Lineales.

- Universitat Politècnica de Catalunya (1971)

En el Departament de Matemática Aplicada I, existe un grupo de investigación dedicado a la Mecánica Celeste, liderado por Mercè Ollé Torner y Josep María Cors.
En esta Universidad, dentro de la licenciatura en Matemáticas, se imparten las materias optativas Astrodinámica, y Mecánica Celeste.

Existe en la UPC un grupo de investigación en Astronomía y Geomática (GAGE) que anteriormente se denominaba Grupo de Astronomía y Geodesia Espacial). Se fundó en

1989 y participan miembros de los departamentos de Matemática Aplicada IV y de Física Aplicada.
Entre algunas de las líneas de investigación que se siguen figuran la de Radionavegación y Geodesia Espacial, y Cúmulos Abiertos y Asociaciones Estelares. Los miembros de este departamento que forman parte de GAGE son Jaume Sanz Subirana, Manuel Hernández Pajares y José Miguel Juan Zornoza.
Es de destacar también las investigaciones que realiza Jordi Llorca sobre meteoritos en el Instituto de Técnicas Energéticas.

En el Departament de Física Aplicada (http://www-fa.upc.es) también se trabaja en Astronomía. Entre algunas de las líneas de investigación que se siguen figura la de Astronomía y Astrofísica, y la de Geodesia Espacial. En cuanto a docencia, en la Escuela Politécnica Superior de Casteldefells se imparte la materia "Astronomía y Radioastronomía". Se explican además dos materias de tercer ciclo: Enanas blancas, Estrellas de neutrones y agujeros negros, y Técnicas de observación, adquisición y análisis de datos astronómicos. Algunos miembros de este Departamento, junto con otros del Departament de Física i Enginyeria Nuclear, forman el Grupo de Astronomía y Astrofísica, el cuál comenzó su andadura en 1995.
Forman el Grupo de Astronomía y Astrofísica: Eduardo Bravo, Francisco Fayos, Enrique García, Domingo García, Jordi José, Manuel Moreno, Angels Riera (permanentes), y Pilar Gil, Jordi Gutiérrez, y Santiago Torres (contratados).

- Universitat de Girona (1993)

En el Departament d´Informàtica i Matemàtica Aplicada hay un grupo de investigación en Mecánica Celeste. Está coordinado por Esther Barrabés Vera.

- Universitat Rovira i Virgili de Tarragona (1991).

En el Departamento d´Enginyeria Informàtica i Matemàtiques hubo un grupo de investigación en Astronomía cuando Manuel Sanroma formaba parte de él. En la actualidad no consta enseñanza ni investigación en esta área.

- Universitat de Vic (1997)

En el Departament de Física i Matemàtica Aplicada hay un grupo de investigación en Mecánica Celeste liderado por Montserrat Corbera Subirana.

EXTREMADURA

- Universidad de Extremadura (1973)

En el Departamento de Física (campus de Badajoz) hay un grupo dedicado a la investigación en Astronomía desde 1995.
Dispone de un observatorio astronómico (http://www.unex.es/eweb/astrono/index.htm) con un telescopio de 40 centímetros de apertura y 180 centímetros de distancia focal. Se terminó la instalación en septiembre de 1996 y comenzó a ser operativo en 1997. Se usa para docencia (técnicas de observación en Astronomía, materia de libre elección que se imparte en la escuela de ingenieros industriales) e investigación (línea de investigación prioritaria: fotometría de estrellas variables). En este observatorio trabajan: José Agustín García García, Miguel Jurado Vargas, José Ignacio Suárez Marcelo, José Manuel Vaquero Martínez, María Cruz Gallego Herrezuelo, y Pedro Merchán Benítez.

Además, en el Centro Universitario de Mérida (titulación de ingeniería técnica en Topográfía) se imparten las materias: Astronomía Geodésica, Fundamentos de Astronomía, Geodesia I, y Geodesia II.

GALICIA

- Universidade de Santiago de Compostela (1496)

Desde la creación de la cátedra de Astronomía en la Facultad de Ciencias, esta disciplina está presente en la docencia oficial de la Universidade de Santiago de Compostela.
A partir de 1966, año del fallecimiento de Ramón María Aller, la asignatura fue impartida por varios profesores adscritos al Departamento de Geometría cuyo director, el profesor Enrique Vidal Abascal, era a su vez el director del Seminario Matemático (al cual se adscribió el Observatorio Astronómico).
El sucesor de Vidal al frente del Seminario Matemático, fue Eduardo García-Rodeja, director del Departamento de Álgebra, y por esta razón, a la llegada del profesor Docobo en 1981 a la Universidade de Santiago, la Astronomía se adscribió a ese Departamento.
Una vez que entró en vigor la LRU y se crearon las áreas de conocimiento, tras un fugaz paso por Estadística, el área de Astronomía y Astrofísica se incorporó al Departamento de Matemática Aplicada.
Los profesores que forman parte del grupo de investigación del Observatorio Astronómico Ramón María Aller (OARMA), sucesores de la cátedra de Aller Ulloa, pertenecen desde entonces a este Departamento.
Actualmente las disciplinas que se imparten en la licenciatura en Matemáticas son: Fundamentos de Astronomía (José Ángel Docobo y Josefina Ling), Astronomía General (Josefina Ling) y Mecánica Celeste (José Ángel Docobo). Las clases prácticas se dan en el OARMA. Desde el curso 2008-2009 se ha implantado la titulación de grado en Matemáticas adaptada al Espacio Europeo de Educación Superior y se contempla la asignatura de Fundamentos de Astronomía como optativa.
En el nuevo Máster en Matemáticas figura la materia de Astrodinámica.
También desde 2004, Manuel Andrade explica en la Escuela Politécnica Superior del campus de Lugo (en la titulación en ingeniería técnica en Topografía), las asignaturas de Astronomía de Posición y Geodesia.
A propuesta del área de Astronomía y Astrofísica se ha aprobado recientemente en el grado de Óptica y Optometría la asignatura optativa de Astronomía básica.

Además, en la Facultad de Físicas hay un grupo de investigación interdepartamental que también ha recibido financiación del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica. Sus investigaciones se centran en el estudio de los rayos cósmicos y utilizan datos obtenidos en el Observatorio Auger (en Argentina). Este grupo de investigación denominado "Teoría y Fenomenología de Partículas, Astropartículas, Campos y Cuerdas" está coordinado por José Luis Miramontes.
En la universidad compostelana, dentro de la licenciatura en Físicas, se imparten las materias Astrofísica y Cosmología, y Gravitación (ambas de libre configuración). Además, dentro del Programa de Doctorado en Física de Partículas y Dinámica No Lineal, se imparte Astrofísica de Partículas y Cosmología y Gravitación.

- Universidade de Vigo (1989)

Las actividades relacionadas con la Astrofísica se iniciaron con la llegada de Minia Manteiga al Departamento de Física Aplicada de esta Universidad. Actualmente existe el Grupo de investigación en Óptica Física, y Astronomía y Astrofísica, con Ana Ulla Miguel como adscrita al área de Astronomía y Astrofísica. La profesora Ulla defendió su tesis doctoral en el Departamento de Astrofísica de la Universidad de la Laguna aunque su realización tuvo lugar entre la Universidad de Tromsoe (Noruega) y LAEFF, Centro éste último a la que pertenece su directora de tesis María Dolores Sabau Graziati. Sus líneas de investigación son: variables cataclísmicas, observaciones en el IR de regiones H II y nebulosas planetarias, subenanas calientes tipo B y O, astrosismología, y clasificación automática de espectros. A día de hoy no se imparte docencia, dentro de los estudios de primer y segundo ciclo, en Astronomía en esta Universidad (en la licenciatura en Físicas –campus de Ourense- se han impartido como optativas las asignaturas de Física del Cosmos, y Relatividad y Cosmología).
Además, en el departamento de Matemática Aplicada II, Cristina Prieto Gómez, que hizo su tesis en el Observatorio Astronómico Ramón María Aller, realiza investigación en Astronomía y Mecánica Celeste.

Universidade da Coruña (1989)

El Departamento de Ciencias Náuticas y de La Tierra, cuya web es (http://www.udc.es/dep/cnedt/), cuenta con Minia Manteiga Outeiro como profesora titular adscrita al área de Astronomía y Astrofísica (desde 1999). Minia Manteiga realizó la especialidad en Astrofísica en la Universidad de la Laguna (licenciándose en 1986) y posteriormente fue contratada dentro del Programa de Astrofísicos Residentes del IAC en dónde elaboró su tesis doctoral, la cual fue defendida en 1990. Posteriormente accedió como profesora a la Universidad de Vigo.
Sus líneas de investigación son: evolución estelar, cinemática de galaxias, y proyecto GAIA de la ESA.
Junto con Ana Ulla (Universidade de Vigo), han promovido unas reuniones científicas bienales del Grupo de Astrofísica de la Real Sociedad Española de Física. Como resultado de dichas reuniones, se elaboran las publicaciones *Lecture Notes and Essays in Astrophysics*.
También, conjuntamente con Ana Ulla han venido impartiendo en el programa de doctorado en Física Aplicada las materias Astrobiología y Planetas Extrasolares, y Astronomía Espacial y Terrestre. En la actualidad, ambas profesoras imparten en el Máster en Física Aplicada (conjunto entre la Universidade da Coruña y la Universidade de Vigo) las materias complementarias Física del Cosmos, y Física Solar.

MADRID

- Universidad Complutense de Madrid (1499)

En la Sección Departamental de Astronomía y Geodesia de la Facultad de Matemáticas, sucesora de la cátedra clásica de Astronomía, se viene impartiendo docencia e investigando en el campo de la Astronomía y la Geodesia.
Según un documento de 13 de junio de 1986, se indica que *prescrita la existencia del Departamento de Física del Aire y Geofísica y creado el 9 de mayo el nuevo Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica (Geofísica y Meteorología) (Astronomía y Geodesia), este último quedará adscrito a la Facultad de Físicas con una Sección Departamental en la Facultad de Matemáticas.*

Desde entonces el director de esta Sección es Miguel Sevilla de Lerma, el cual comenta que *la Sección Departamental tiene autonomía docente, investigadora y económica, aunque para algunos documentos es necesario la firma del director del Departamento.* Su web es: http://www.mat.ucm.es/deptos/as/. Está formado por 12 profesores (Miguel Jesús Sevilla de Lerma, Marta Folgueira López, Ana Inés Gómez de Castro, Fuensanta González Montesinos, Adriana Martín Hernández, Jesús Otero Juez, Gracia Rodríguez Caderot, Gema Rodríguez Velasco, María Pilar Romero Pérez, y Carmen de Toro y Llaca). Las líneas de investigación que se siguen en la actualidad son las siguientes:
-Deformaciónes de la Corteza.
-Determinación del Geoide.
-Geodesia Espacial: GPS.
-Rotación de la Tierra.
-Gravimetría y Microgravimetría.
-Mareas terrestres y oceánicas.
-Mecánica Celeste y Relativista.
-Geodesia de precisión, aplicaciones.
-Desarrollos de sofware para geodesia y geodinámica.
-Problemas de contorno de la Geodesia Física.
-Cartografía Matemática.
-Formación estelar.
-Modélos Matemáticos en Geodesia y Geodinámica.
En cuanto a la docencia se imparten 10 asignaturas correspondientes a la titulación de la licenciatura en Matemáticas: Astronomía Fundamental, Geodesia Geométrica y Gravimetría, Mecánica Celeste, Cartografía y Fotogrametría, Teoría de Errores, Astrometría, Ecuaciones en Derivadas Parciales I, Mecánica Clásica, Geodesia Física, y Geodesia Espacial.
Se imparte también (conjuntamente con las universidades de Salamanca, Alcalá de Henares, Cantabria, Politécnica de Valencia y Jaén) el programa de doctorado en: Ciencia y Tecnología en la Ingeniería Geodésica y Cartográfica.
En la sede del Departamento se encuentra el Instituto de Astronomía y Geodesia (centro mixto CSIC-UCM). Se puede ver más información en el epígrafe dedicado a este Centro.

También se imparte docencia y se investiga en Astronomía en el Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica II (Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera) de la Facultad de Física.
Su web es: http://www.ucm.es/info/Astrof/departamento.html. Se divide en dos secciones: Astrofísica, y Ciencias de la Atmósfera. Dentro de la sección de Astrofísica, los miembros que la componen son: 11 profesores (Manuel Rego, María José Fernández Figueroa, Elisa de Castro, Manuel Cornide, Jaime Zamorano, Javier Gorgas, David Montes, Jesús Gallego, Nicolás Cardiel, Javier Cenarro y Carlos Herrán), 7 postdocs, 11 estudiantes de doctorado, y 5 colaboradores.
Las líneas de investigación que se siguen son:

- Estrellas frías, actividad estelar.
- Poblaciones estelares en galaxias elípticas.
- Galaxias con formación estelar.
- EMIR. Espectrógrafo infrarrojo multiobjeto para el GTC.

En cuanto a la docencia, para la licenciatura en Físicas se dan las siguientes materias en el primer ciclo: Laboratorio de Física (1º), Estadística (1º) y Astrofísica (3º).

En el segundo ciclo (dentro de la orientación en Astrofísica) se explican 10 materias: Fundamentos de Astrofísica, Astronomía Observacional, Dinámica Galáctica, Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares), Dinámica de Fluidos, Técnicas Experimentales de Astrofísica, Estructura Interna y Evolución Estelar, Astrofísica del Medio Interestelar, Astrofísica Extragaláctica y Cosmología, y Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica.
Se imparte también el programa de doctorado de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera y el Programa Oficial de Posgrado Interuniversitario en Astrofísica (conjuntamente con la Universidad Autónoma de Madrid).
Cuenta con un observatorio astronómico para prácticas (en la terraza de la Facultad de Físicas) y antiguos alumnos han fundado una asociación de astrónomos aficionados (denominada ASAAF).

También se trabaja en Astronomía dentro de la Facultad de Física en el Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear. Su web es: http://www.ucm.es/info/fisatom. Dentro de este Departamento está el Grupo de Altas Energías, en el que entre otras investigaciones se está trabajando en los experimentos HEGRA/MAGIC (High Energy Gamma Ray Astronomy/Major Atmospheric Gamma Ray Imaging Cherenkov) con María Victoria Fonseca y GRAAL (Gamma Ray Astronomy at ALmeria) con Fernando Arqueros.

- Universidad Autónoma de Madrid (1968)

En la web del Departamento de Física Teórica (http://www.ft.uam.es/) se recogen las actividades de investigación relacionadas con la Astronomía que se llevan a cabo en la UAM. Entre otras, están las de Cosmología, Astropartículas, Astrofísica Teórica y Observacional.
En 1987 se constituye el Grupo de Astrofísica, liderado por Rosa Domínguez Tenreiro, cuyo trabajo giraba fundamentalmente sobre el tema genérico: Estudio de la formación y evolución de galaxias en diferentes entornos y épocas cosmológicas y de la formación de estructura a gran escala en el Universo. En 1991 se incorpora, procedente del OAN, Carlos Eiroa ampliando las líneas de trabajo: Formación Estelar a escala galáctica, protonebulosas planetarias y estudio de sistemas exoplanetarios.
El grupo está formado entre profesores y becarios por 17 personas. Los miembros del profesorado son: Rosa Domínguez Tenreiro, Carlos Eiroa de San Francisco, Gustavo Yepes Alonso, Ángeles Isabel Díaz Beltrán, Carlos Hoyos Fernández, Enrique Pérez Montero, y Raúl Sevilla González.
La docencia que se imparte son algunas materias optativas de la licenciatura en Físicas (Astrofísica estelar, Gravitación y Cosmología, y Astrofísica Galáctica y Extragaláctica) y en el Programa Oficial de Posgrado Interuniversitario en Astrofísica (POPIA), que se ofrece conjuntamente con la Universidad Complutense de Madrid. Anteriormente también se ofertaba docencia en el programa de doctorado de Astrofísica y Cosmología.
Cuenta con un observatorio astronómico para la realización de prácticas en el edificio de la Facultad de Ciencias, el cual está dotado de un reflector de 51 centímetros de apertura.

- Universidad de Alcalá de Henares (1977)

En la web del Grupo de Investigación Espacial (http://www.srg.uah.es) se indica una breve reseña histórica de este Grupo, anteriormente denominado Grupo de Rayos Cósmicos.

El Grupo tiene su origen en 1967 en la Universidad de Sevilla en dónde se comenzó a trabajar en Radiación Cósmica usando detectores pasivos de trazas nucleares. En 1970 se traslada a la Universidad Autónoma de Barcelona y en 1976 a la CONIE. En 1990 se formó el Grupo de Rayos Cósmicos (hoy con la definición de Grupo de Investigación Espacial) formado por miembros de los departamentos de Automática, y de Física.
Los miembros del Grupo son los siguientes: Juan Sequeiros, Yolanda Cerrato, Consuelo Cid, Miguel Ángel Hidalgo, José Medina, Javier Rodríguez-Pacheco, Elena Saiz, Jesús Aguado y Juan José Blanco.
Los principales logros en investigación han sido la construcción de la Unidad Central de Proceso de Datos del instrumento CEPAC (misión SOHO) y el desarrollo de una plataforma para planificar las operaciones en tierra de los satélites HISPASAT.
En cuanto a docencia, en la Universidad de Alcalá de Henares se imparte el Máster oficial en Ciencia y Tecnología desde el Espacio. En él se incluyen las siguientes materias: Astronomía espacial, Astrofísica de altas energías, Interacción Sol-Tierra: meteorología espacial, Adquisición y análisis de datos, Métodos matemáticos, Técnicas experimentales, Software de control en tiempo real para Sistemas Espaciales, Soporte hardware en ingeniería espacial, Inteligencia Artificial en los sistemas de control autónomo, e Ingeniería y Gestión de proyectos espaciales.

- Universidad Politécnica de Madrid (1970)

En el Departamento de Física Aplicada hay un grupo de investigación en Mecánica Celeste. Está liderado por Jesús Peláez Álvarez. Otros investigadores del área son: Manuel Sanjurjo Rivo y J. M. Hedo. Trabajan en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos.
También, en esta Universidad, en la Facultad de Informática hay un observatorio astronómico para prácticas dotado de un MEADE LX2000GPS. Este Observatorio fue robotizado en el Departamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos, siendo su responsable Francisco Manuel Sánchez Moreno.
Además, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Topografía, Geodesia y Cartografía, se imparte la asignatura Astronomía Geodésica (Juan Francisco Prieto Morín).
Es de destacar también la actividad que desarrolló Fernando Martín Asín en esta Universidad. Martín Asín ha sido autor de varios libros de Astronomía entre los que destacamos *Problemas de Astronomía* y *Geodesia y cartografía matemática*.

- Universidad Europea de Madrid (Privada. 1995)

En la web (http://politecnica.uem.es/es/presentacion) se indica que se investiga en los siguientes campos:
-Astrofísica y Astroquímica. Gas molecular relacionado con la formación y la evolución de estrellas Wolf-Rayet y Herbig Ae-Be. Material Interestelar. Astroquímica.
-Iones reactivos asociados a regiones H II ultracompactas. Radioastronomía: Otras: química de regiones H II ultracompactas.
-Material intergaláctico local. Cosmología y cosmogonía: Otras: medio intergaláctico.
-Estudio de la estructura y dinámica del Grupo Local de galaxias.
-Formación y evolución de grupos compactos de galaxias en un marco cosmológico.
-Evolución dinámica y química de galaxias irregulares enanas.
El artífice de esta actividad investigadora es Ricardo Rizzo (Departamento de Ciencias) que tiene vínculos de investigación con el grupo de Radioastronomía del OAN y es miembro de LAEFF.

En cuanto a docencia, se imparte una asignatura de libre configuración, y se autorizan trabajos de fin de carrera.

MURCIA

- Universidad de Murcia (1914)

Existe un grupo especializado en Mecánica Celeste dirigido por Sebastián Ferrer Martínez, quien procede del Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos de la Universidad de Zaragoza, donde fue discípulo de Cid Palacios. Ferrer es catedrático de Matemática Aplicada y está adscrito al departamento de la misma denominación (http://www.um.es/mataplic). Dentro de la Mecánica Celeste ha trabajado en métodos analíticos de perturbaciones, regularización, criterios de integrabilidad, estudio de presencia de simetrías y reducciones, con aplicaciones a satélites artificiales, problema restringido, sistemas resonantes que modelan galaxias elípticas y dinámica del electrón bajo diversas perturbaciones.
Entre otros trabajan en este equipo Juan Egea García, Francisco Alejandro Soler Vera y Jesús Martínez Blanco.
Además, dentro de la licenciatura en Físicas, se imparten las materias Gravitación y Astrofísica, Astrofísica, y Relatividad General y Cosmología.

- Universidad Politécnica de Cartagena (1998).

En el Departamento de Matemática Aplicada y Estadística (http://www.dmae.upct.es/) está el grupo de Matemática Aplicada a la Ingeniería (cuyo responsable es Antonio Vigueras, también proveniente de Zaragoza), que viene investigando desde 1982 en Mecánica Celeste, especialmente sobre el Movimiento rotatorio de satélites artificiales. Asimismo, está el grupo de Modelos para el procesado de señales y series temporales, astronomía y fiabilidad de sistemas (cuyo responsable es Silvestre Paredes). Este grupo investiga en: análisis de la estructura a gran escala del Universo, modelos y simulación numérica del problema de N-cuerpos, y en dinámica no lineal.

PAÍS VASCO

- Universidad del País Vasco- Euskal Herriko Unibertsitatea (1968)

En el Departamento de Física Aplicada I - Fisika Aplikatua I está el Grupo de Atmósferas Planetarias. Este grupo fue fundado por Agustín Sánchez Lavega. Sánchez Lavega después de finalizar la licenciatura en Físicas en la Universidad de Bilbao (anterior denominación de la Universidad del País Vasco) comenzó a trabajar en el Observatorio de Calar Alto (1980-1987), época en la que elaboró su tesis doctoral. Dicha tesis, dirigida por Eduardo Battaner, fue defendida en 1986 en la Universidad del País Vasco. En 1987 se incorpora a la Escuela Superior de Ingenieros de la citada Universidad, ganando la oposición de profesor titular en 1989 y la de catedrático en 1996.
El grupo de investigación lo completan los profesores José Félix Rojas, Jon Legarreta y Jesús Arregui y cinco estudiantes. Las líneas de trabajo que se siguen (http://www.ajax.ehu.es/) son:
-Atmósferas de planetas gigantes con énfasis sobre: circulación atmosférica, meteorología y dinámica atmosférica, nubes (estructura y microfísica, ópticas atmosféricas).

-Planetas extrasolares (atmósferas y estructura).
-Atmósfera de Venus: circulación atmosférica, meteorología y dinámica atmosférica, nubes (estructura y ópticas atmosféricas).
-Titan (meteorología y dinámica atmosférica).
Anteriormente a la llegada de Sánchez Lavega no había docencia en Astronomía, pero en la actualidad se imparten dos materias de libre elección: Introducción a la Astronomía y Astrofísica, y Física de las Atmósferas Planetarias.
Además, en la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz en la titulación de ingeniería técnica en Topografía se explican las materias Astronomía (Xavier Bosch) y Geodesia (Karmele Artano).

RIOJA, LA

- Universidad de La Rioja (1992)

Dentro del Departamento de Matemáticas y Computación está el Grupo de Dinámica No Lineal, liderado por Víctor Lanchares, que trabaja principalmente en sistemas dinámicos hamiltonianos, así como en otros problemas de Mecánica Celeste y de Estabilidad. Los miembros del grupo, además de Lanchares, son: Manuel Iñarrea, José Pablo Salas, Ana Isabel Pascual, Juan Félix San Juan e Iván Luís Pérez.
Aparte de su labor docente e investigadora es de destacar la colaboración de miembros de este grupo con la Casa de las Ciencias de Logroño, organizando talleres, exposiciones, sesiones de observación astronómica coincidiendo con algún acontecimiento singular, así como la impartición de conferencias.
Uno de los últimos logros ha sido la instalación y puesta en marcha de una cámara all-sky para el seguimiento de bólidos y meteoritos.

VALENCIANA, COMUNITAT

- Universitat de Valencia (1499)

Comencemos por las actividades del Departament de Astronomía i Astrofísica.
Comenta Juan Fabregat que en el plan de estudios del año 1971, en Matemáticas había una especialidad de Mecánica y Astronomía (que era común en 4º y en 5º se desdoblaba en Mecánica por un lado y Astronomía por otro).
Con la entrada en vigor de la LRU los docentes tuvieron que adscribirse a áreas de conocimiento. Los profesores que realizaban trabajo observacional se adscribieron al área de Astronomía y Astrofísica, mientras que los que hacían un trabajo más teórico se adscribieron a Física Teórica. Estos últimos pasaron a formar parte del Departament de Física Teórica, mientras que los primeros se integraron en el Departament de Matemàtica Aplicada i Astronomía.
Pero con la llegada del profesor Marcaide como catedrático al Departament de Matemàtica Aplicada i Astronomía, éste promovió que todos los profesores que se dedicasen al estudio de la Astronomía y Astrofísica se juntasen en un mismo departamento.
Así se creó el Departament de Astronomía i Astrofísica (DAA) por acuerdo de la Junta de Gobierno de la Universitat de Valencia en reunión celebrada el 26 de abril de 1994 (AJGUV 94/90) comenzando sus actividades el 1 de enero de 1995.
El Departamento se constituye por fusión de dos grupos de profesores. Un grupo provenía del Departament de Física Teórica (área de conocimiento: Relatividad y

Gravitación) y el otro grupo del Departament de Matemàtica Aplicada i Astronomía (área de conocimiento: Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica).
Los profesores procedentes de Física Teórica fueron: José María Ibañez Cabanell, Joan Josep Ferrando Bargues, Juan Antonio Miralles Torres, Juan Antonio Morales Lladosa, Miguel Portilla Moll y Diego Sáez Milán.
Los profesores procedentes de Matemàtica Aplicada i Astronomía fueron: Víctor Reglero Velasco, Juan María Marcaide Osoro, Juan Fabregat Lluerca, Álvaro López García, Vicent Martínez García, José Luis Valdés Navarro, Rosa Clement León y Enric Marco Soler.
Dentro del DAA se configuraron cuatro grupos bien diferenciados:

1- Grupo de Cosmología: Liderado por Vicent Martínez. Se dedica al estudio de la formación, evolución y propiedades de las galaxias y de sus asociaciones. También se estudia sobre el Fondo Cósmico de Microondas (FCM) bajo el contexto de la Misión Planck de la ESA.
2- Grupo de Astronomía y Ciencias del Espacio (GACE): Dirigido por Víctor Reglero. Se dedica al estudio de la astronomía en alta energía y al desarrollo de instrumentación para misiones espaciales.
3- Grupo de Astrofísica Relativista: Coordinado por José María Ibáñez. Se dedica al estudio de diversos fenómenos astrofísicos energéticos utilizando técnicas de relatividad numérica.
4- Grupo de Radioastronomía: Gestionado científicamente por Juan María Marcaide. Se dedica a aplicar las técnicas de la radioastronomía a fuentes galácticas y extragalácticas, así como al avance de la astrometría.

En cuanto a la docencia en esta universidad hay numerosas materias relacionadas con la Astronomía. Dentro de la licenciatura en Matemáticas se imparten las siguientes asignaturas optativas: Astronomía esférica, Fundamentos de Astronomía y Astrofísica, Cosmología, Dinámica de Sistemas Estelares, Relatividad, y Sistemas Dinámicos (Teoría Cualitativa).
Dentro de la licenciatura en Físicas se explican: Fundamentos de Astronomía y Astrofísica, Cosmología, Relatividad, y Técnicas Observacionales de Astrofísica. Por lo que respecta a los estudios de posgrado, se oferta el Máster en Física Avanzada, con una especialidad en Astrofísica que comprende cinco materias.

También se trabaja en Astronomía en el Instituto de Ciencia de Materiales –Institut Universitari de Ciencia dels Materials (ICMUV).
Tal como se indica en su web (http://www.uv.es/icmuv) es un Instituto de Investigación creado por Decreto de la Generalitat Valenciana 36/1995 de fecha 7 de Marzo de 1995 (DOGV num. 2469). Dentro de este Instituto se encuentra el Grupo de Astronomía y Ciencias del Espacio (GACE) formado por Víctor Reglero (profesor), Juan Fabregat (lector senior), Julia Suso (lector senior), Vicente Domingo (investigador senior), Paul Connell (investigador senior) y Pere Blay (investigador), así como personal administrativo y técnico.
Este grupo ya había sido creado con anterioridad (en 1990) dentro del Departament de Astronomía i Astrofísica de la universidad valenciana y posteriormente se integró dentro de la estructura del ICMUV. Sus líneas fundamentales de trabajo han sido el desarrollo de instrumentación en Astrofísica de Altas Energías para vehículos espaciales y también el estudio de observaciones de fuentes astronómicas emisoras de rayos X y gamma.
Los logros más destacados del equipo han sido el desarrollo de instrumentación (sistemas de señal multiplexión de SPI, IBIS y JEM-X) para el satélite INTEGRAL de

la ESA (en colaboración con el INTA) y el desarrollo y operación del telescopio LEGRI a bordo del MINISAT-01. Pueden verse más datos sobre este grupo en su web (http://pollux.uv.es).

- Universitat Politécnica de Valencia (1971)

Se investiga en Astronomía en el Departament de Física Aplicada de la Escuela Superior Politécnica de Alcoi. Su web es http://www.upv.es/entidades/DFA/index.html
Cuenta con un Laboratorio de Astrofísica Fundamental en el que trabajan nueve investigadores liderados por Miguel Ángel Satorre.
El objetivo del Laboratorio es el estudio de las propiedades físicas y químicas de materiales de interés astrofísico. Este Laboratorio cuenta con diversas técnicas de análisis (espectroscopía de masas, espectroscopía UV-Vis, espectroscopía IR medio y lejano –hasta submilimétrico-, interferometría de doble láser, microbalanza de cuarzo y lámpara UV para simulación de la irradiación en el espacio).
En esta Universidad sólo se imparte docencia en Astronomía en cursos de doctorado.

También, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica, hay docencia en Astronomía, en las titulaciones de ingeniería en Geodesia y Cartografía e ingeniería técnica en Topografía.
Dentro de la primera (desde el curso 1999-2000) se imparten las asignaturas de Geodesia (Luís García Asenjo y Sergio Baselga Moreno), Geodesia Espacial GPS (José Luís Berné Valero y Ana Belén Anquela Julián), y Geodesia física (Ángel Esteban Martín Furones).
En la segunda de las titulaciones citadas se explica desde el curso 2001-2002 Astronomía de Posición (Fernando Cruz Sánchez y Ángel Esteban Martín Furones) y Geodesia (Luís García Asenjo Villamayor y Pascual Garrigues Talens).

- Universitat d´Alacant (1979)

En el Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria de la Senyal, cuya web es: http://www.disc.ua.es/ está el grupo de Astrofísica, el cual está compuesto por seis profesores (Guillermo Bernabeu, Adriano Campo, Amparo Marco, Ignacio Negueruela, José Joaquín Rodes y José Miguel Torrejón) y una investigadora postdoctoral (Silvia Martínez). Tiene en la actualidad tres becarios de investigación. Las líneas de trabajo son:
*En Astrofísica Estelar:
-Estrellas masivas
-Binarias masivas de rayos X
-Cúmulos abiertos jóvenes
-El fenómeno Be
*En Astronomía Planetaria:
-Asteroides y formación planetaria
-Objetos trans-Neptunianos
En docencia se imparten unos cursos de doctorado y también la materia (de libre elección) de Fundamentos de Astronomía (en colaboración con el Departamento de Física Aplicada).

También se trabaja en Astronomía en el Departament de Física Aplicada (http://dfa.ua.es). Los investigadores que constituyen este grupo son Juan Antonio Miralles, José Antonio Pons y Fernando Pérez. Se imparte un curso de Fundamentos de Astronomía y Astrofísica con tres créditos de libre elección.

Finalmente, también hay actividad astronómica en el Departament de Matemàtica Aplicada. Aquí se encuentra el grupo de José Manuel Ferrándiz, el cual investiga en temas de precesión, nutación, geodesia espacial y dinámica espacial. Este profesor se formó también en el Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos de la Universidad de Zaragoza. Después de leer la tesis doctoral, dirigida por Rafael Cid, ganó una plaza de catedrático de Matemáticas en la Escuela de Ingenieros Industriales de Valladolid, trasladándose posteriormente a su tierra natal de Alicante. En Valladolid creó un grupo de Mecánica Celeste, dentro del cual dirigió varias tesis doctorales.

- Universitat Jaume I de Castelló (1991)

Desde la fundación de la Universidad existe un grupo de investigación en Mecánica Celeste (dentro del Departament de Matemàtiques) formado por cinco investigadores (Jorge Artes, Miguel Barreda, Manuel Forner, José Antonio López y Francisco José Marco). Trabajan en Teoría de perturbaciones, estructuras de referencia y armónicos esféricos.
En el aspecto docente se ha ofertado un curso de doctorado de Mecánica Celeste.

- Universidad Miguel Hernández de Elche (1997)

Miembros del Departament de Física i Arquitectura de Computadors han obtenido proyectos del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica.

Hemos querido terminar este capítulo con los resultados de un cuestionario enviado a los investigadores principales de grupos poco numerosos y que hacen Astronomía de forma pionera en departamentos de universidades mayoritariamente de creación reciente. Las preguntas que figuraron en ese cuestionario versaban sobre los comienzos en la Astronomía profesional, materias que imparten, cómo era la docencia e investigación en su universidad cuando entraron en ella y cómo es ahora, líneas de trabajo, expectativas de expansión, colaboraciones, divulgación y situación presente y futura de la Astronomía en España.

Entre los cuestionarios que hemos recibido, hemos encontrado respuestas casi unánimes a ciertas preguntas. Así, podemos concluir que por lo general estos investigadores se han especializado en centros de mayor tradición astronómica (IAC, Calar Alto...). En general, las materias que imparten (salvo en cursos de doctorado o Másters) no son específicas de Astronomía y la investigación en dicha área comenzó a su llegada a la universidad o unos pocos años antes (por lo general, finales de los ochenta o principios de los noventa, aunque también los hay posteriores). Las líneas de investigación que se siguen en estos centros son muy variadas y suelen disponer de una excelente infraestructura informática para realizar su trabajo. Estos grupos mantienen varias colaboraciones, especialmente con investigadores conocidos en sus etapas de tesis o estancias postdoctorales. Todos los profesores que han respondido han indicado que realizan una importante labor de extensión cultural y que las expectativas de expansión en la enseñanza e investigación en Astronomía en sus universidades no son precisamente optimistas en general.

Se puede concluír que la existencia de investigación en Astronomía en las universidades que no tenían esa tradición, no se debió a algo planificado por ellas mismas, sino que más bien investigadores que se han formado en centros especializados en Astronomía

han ido ocupando plazas universitarias no necesariamente del área de Astronomía, ya que estos investigadores tienen que impartir docencia de materias normalmente afines a la misma. También se puede concluir que estos pequeños grupos disponen de buenas infraestructuras de trabajo y que se sustentan sobre todo de las aportaciones de las distintas convocatorias de ayudas a la investigación tanto a nivel de Gobierno Central como de la Administración de las Comunidades Autónomas.

BIBLIOGRAFÍA

BALLESTER, J. L. *Comunicación privada*. 2008.

BERROCOSO, M. *Comunicación privada*. 2008.

DOCOBO, J. A. *Comunicación privada*. 2008.

FABREGAT, J. *Comunicación privada*. 2006.

http://www.ehu.es (Página web oficial de la Euskal Herriko Unibertsitatea)

http://www.ua.es (Página web oficial de la Universitat d´Alacant)

http://www.uab.es (Página web oficial de la Universitat Autónoma de Barcelona)

http://www.uah.es (Página web oficial de la Universidad de Alcalá de Henares)

http://www.ual.es (Página web oficial de la Universidad de Almería)

http://www.uam.es (Página web oficial de la Universidad Autónoma de Madrid)

http://www.ub.es (Página web oficial de la Universitat de Barcelona)

http://www.uca.es (Página web oficial de la Universidad de Cádiz)

http://www.ucm.es (Página web oficial de la Universidad Complutense de Madrid)

http://www.udc.es (Página web oficial de la Universidade da Coruña)

http://www.uem.es (Página web oficial de la Universidad Europea de Madrid)

http://www.ugr.es (Página web oficial de la Universidad de Granada)

http://www.uib.es (Página web oficial de la Universitat de les Illes Balears)

http://www.ujaen.es (Página web oficial de la Universidad de Jaén)

http://www.uji.es (Página web oficial de la Universitat Jaume I)

http://www.ull.es (Página web oficial de la Universidad de la Laguna)

http://www.ulpgc.es (Página web oficial de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria)

http://www.um.es (Página web oficial de la Universidad de Murcia)

http://www.unex.es (Página web oficial de la Universidad de Extremadura)

http://www.unican.es (Página web oficial de la Universidad de Cantabria)

http://www.unileon.es (Página web de la Universidad de León)

http://www.uniovi.es (Página web oficial de la Universidad de Oviedo)

http://www.unirioja.es (Página web oficial de la Universidad de la Rioja)

http://www.uvigo.es (Página web oficial de la Universidade de Vigo)

http://www.unizar.es (Página web oficial de la Universidad de Zaragoza)

http://www.upc.es (Página web oficial de la Universitat Politècnica de Catalunya)

http://www.upct.es (Página web oficial de la Universidad Politécnica de Cartagena)

http://www.upm.es (Página web oficial de la Universidad Politécnica de Madrid)

http://www.upv.es (Página web oficial de la Universitat Politécnica de Valencia)

http://www.us.es (Página web oficial de la Universidad de Sevilla)

http://www.usal.es (Página web oficial de la Universidad de Salamanca)

http://www.usc.es (Página web oficial de la Universidade de Santiago de Compostela)

http://www.uv.es (Página web oficial de la Universitat de Valencia)

http://www.uva.es (Página web oficial de la Universidad de Valladolid)

INFORME SOBRE LA ASTRONOMÍA ESPAÑOLA 1980. Recopilada por A. Orte. Edita: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. MEC. Madrid. 1981.

MANTEIGA, M. *Comunicación privada*. 2006.

RIZZO, R. *Comunicación privada*. 2008.

SALVADOR, E. *Comunicación privada*. 2006.

SANAHUJA, B. *Comunicación privada*. 2006.

SEVILLA, M. *Comunicación privada*. 2008.

TOFFOLATTI, L. *Comunicación privada*. 2008.

ULLA, A. *Comunicación privada*. 2006.

TABLA RESUMEN CUARTA ETAPA

HITOS DE LA ASTRONOMIA	CONTRIBUCIONES ESPAÑOLAS
1970. Se inventa el dispositivo de carga acoplada (CCD) desde los laboratorios Bell. -La sonda soviética Venera 7 aterriza con éxito en Venus.	
1971. La sonda Mariner 9 se convierte en el primer satélite artificial de Marte. La sonda soviética Marsnik 2 logró aterrizar en Marte pero sólo estuvo operativa unos segundos.	1971. Se da luz verde a la modernización del Observatorio de Madrid. Se adquiere un astrógrafo doble, un radiotelescopio de 14 metros, un telescopio óptico de 1,52 metros y un telescopio solar.
	1972. Se establece el CAHA
1975. La NASA lanza las sondas Viking (I y II) con destino Marte. En 1976 aterrizarían con éxito en la superficie marciana. -La sonda soviética Venera 9 se convierte en el primer satélite artificial de Venus.	1975. Se constituyen el IAA, el IAC y VILSPA. -Celebración de la I Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica.
1976. Se inaugura en la URSS el telescopio de 6 metros en Zelenchukskaya.	1976. Por primera vez, un astrónomo español (Alberto Orte Lledó) preside una comisión de la IAU.
1977. Comienzos con la técnica de VLBI. La NASA lanza las sondas Voyager I (Júpiter, Saturno y Titán) y Voyager II (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno).	
1978. James W. Christy descubre el primer satélite de Plutón, Caronte.	
	1979. Se firman los Acuerdos de Cooperación en Astrofísica. -Se inauguran las instalaciones del CAHA.
1981. Alan Guth describe la teoría inflacionaria.	1981. La Universidade de Santiago de Compostela comienza las obras de recuperación del Observatorio Astronómico. -Se concluyen las obras del Observatorio de Sierra Nevada del IAA.
	1982. Por Ley el IAC pasa a ser un Consorcio Público de Investigación.
1983. La ESA lanza el satélite EXOSAT. -Se lanzó también el satélite infrarrojo IRAS por un consorcio formado por la NASA (Estados Unidos), los Países Bajos (NIVR) y el Reino Unido (SERC).	1983. Comienza el Programa de Astrofísicos Residentes en el IAC.

	1985. Se inauguran oficialmente los observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos.
1986. 5 sondas se acercan al cometa Halley para su estudio.	
	1987. Se inaugura la radioantena de 30 metros del IRAM en Sierra Nevada.
1989. La ESA lanza el satélite astrométrico Hipparcos. -La NASA lanza la misión Magallanes para cartografiar Venus.	
1990. Se pone en órbita el telescopio espacial Hubble.	1990. España entra como miembro de pleno derecho en IRAM. - Se crea el LAEFF.
1991. La NASA lanza el satélite COBE. Un año más tarde, descubre anisotropías en la Radiación de Fondo de Microondas.	
1992. Alexander Wolzszczan descubre tres planetas extrasolares alrededor del púlsar PSR 1257+12.	1992. Se constituye la SEA. - Astrofísicos del IAC descubren un candidato a agujero negro en nuestra Galaxia.
	1993. El astrónomo amateur Francisco García descubre una supernova en M81. - Se inauguran los nuevos telescopios del Observatorio de Sierra Nevada.
1994. Investigadores americanos anuncian indicios de agua bajo la superficie lunar tras estudiar datos de la nave Clementine.	1994. Se descubren los COSMOSOMAS gracias al experimento Tenerife, confirmando los descubrimientos del COBE.
1995. Michael Mayor y Didier Queloz descubren el primer planeta extrasolar girando alrededor de la estrella 51 Pegasi	1995. Astrofísicos del IAC detectan por primera vez una Enana Marrón (Teide 1) - Se crea el IFCA
1996. La NASA lanza las misiones Mars Global Surveyor y Mars Pathfinder.	1996. Se crea el IEEC. - Comienzan las actividades de Astrofísica en el IEM.
1997. Se lanza la misión Cassini.	1997. Comienzan las actividades de Astrofísica en el CIEMAT.
	1998. Se inicia la construcción del radiotelescopio de 40 metros de Yebes.
1999. La NASA lanza el telescopio de rayos X, Chandra. La ESA lanza el XMM-Newton.	
	2000. Un grupo de astrónomos liderados por María Rosa Zapatero Osorio descubren 18 planetas girando libremente en el espacio. - Se coloca la primera piedra del GTC.

2001. La NASA lanza el orbitador Mars Odissey.	
2002. La ESA lanza INTEGRAL.	
2003. Se completa la instalación de CHARA Array (conjunto interferométrico de 6 telescopios ópticos) en el Mount Wilson Observatory. -Se estima la edad del Universo en 13,7 mil millones de años y la velocidad de expansión del Universo en 71 Kms/s/Mpc. -La ESA lanza la misión Mars Express. -Se inicia la construcción de ALMA.	2003. Se inaugura el Centro de Astrobiología.
2004. Los rovers de la NASA Spirit y Opportunity se posan en Marte, los cuales fueron lanzados en 2003. La NASA anuncia evidencias físicas de que hubo agua en la superficie de Marte, tras estudiar datos de la sonda Mars Odissey.	
2005. La ESA lanza la misión Venus Express.	2005. Un equipo liderado por José Luis Ortiz descubre el planeta enano 2003 EL61. Se creó una gran polémica ya que un equipo del CalTech dirigido por Michael E. Brown observó anteriormente este objeto pero no hizo público el descubrimiento. - Se inaugura oficialmente el radiotelescopio de 40 metros de Yebes.
2006. Nueva definición de planeta.	2006. España firma su adhesión al ESO.
2007. La NASA lanza el lander Phoenix con destino el polo norte de Marte.	2007. Primera luz del GTC. España entra en ESO como miembro de pleno derecho.

2009: AÑO INTERNACIONAL DE LA ASTRONOMÍA

La UNESCO ha declarado el año 2009 como el Año Internacional de la Astronomía (AIA-IYA 2009). Esta declaración ha sido anunciada por la IAU el 27 de octubre de 2006 y ratificada por la ONU el 19 de diciembre de 2007.

El objetivo principal del Año Internacional de la Astronomía es la difusión de la Astronomía a toda la humanidad destacando los logros obtenidos especialmente en los últimos 400 años, ya que fue a partir de 1609 cuando Galileo cambió la concepción de esta ciencia al apuntar al cielo con un anteojo y encontrarse con un Universo nuevo en el que divisó manchas en el Sol, cráteres en la Luna, una forma peculiar en Saturno y cuatro lunas girando alrededor de Júpiter. No hay que olvidar tampoco que en 1609, Kepler anuncia dos de sus famosas leyes del movimiento orbital de los planetas.

Se pretende fundamentalmente con esta iniciativa estimular el interés por esta ciencia y contribuir a su estudio para su desarrollo teniendo como consecuencia el beneficio cultural y social que conlleva.

La IAU pretende realizar una serie de actividades en todo el planeta a todos los niveles: local, regional, nacional e internacional.

Para coordinar las actividades en cada país se han constituido nodos para una mejor gestión de los recursos. En España, la sede del nodo se ha establecido en el Instituto de Astrofísica de Andalucía y en él participan como miembros tanto centros profesionales de docencia e investigación, como asociaciones de astrónomos aficionados interesados en participar en esta iniciativa. Cada país tendrá además un coordinador que tendrá, entre otros cometidos, organizar las actividades a nivel nacional, buscar financiación y servir de contacto con la IAU y el resto de nodos nacionales. En España la coordinadora del nodo es la científica titular del CSIC, Montserrat Villar Martín del IAA.

Desde el nodo español se ha creado una web específica http://www.astronomia2009.es para informar de las distintas actividades a realizar así como de facilitar un punto de contacto de todos los participantes con los organizadores.

La estructura de coordinación en España es la siguiente:
-International Astronomical Union (IAU)
-Comisión Nacional de Astronomía (CNA)
-Coordinadora del AIA-IYA 2009
-Comité de Honor (presidido por el Príncipe de Asturias)
-Comité de Coordinación (formado por Montserrat Villar, Emilio Alfaro, Guillem Anglada, Rafael Bachiller, Jaime Pérez de Val, José Miguel Rodríguez Espinosa y Jordi Torra)
-Equipo de Trabajo (formado por Montserrat Villar, Manuel Baixauli, Francesca Figueras, David Galadí, Aurelia Teresa Gallego Calvente, Emilio José García Gómez-Caro, Ana Inés Gómez de Castro, Fernando Jáuregui, Silbia López Lacalle, Benjamín Montesinos, Amelia Ortiz Gil, Juan Ramón Pardo, Enrique Pérez Jiménez, Rosa Mª Ros, Marcos Pérez, Asunción Sánchez, Blanca Troughton y Ana Ulla Miguel)
-Participantes (prácticamente todos los centros de enseñanza e investigación en Astronomía así como numerosas asociaciones de astrónomos aficionados).

La inauguración oficial del Año Internacional de la Astronomía tendrá lugar en la sede de la UNESCO en París los días 15 y 16 de enero de 2009. Además de las palabras del director general de la UNESCO, Koïchiro Matsuura y de la presidenta de la IAU, Catherine Cesarsky tienen previsto su intervención los astrónomos: Franco Pacini, Juan Antonio Belmonte, Julieta Fierro, George Saliba, Françoise Balibar, André Brahic, Robert W. Wilson, Martin Rees, Michel G. Mayor, Baruch S. Blumberg, Kevin Govender, José-Francisco Salgado, André Brack, Hubert Reeves, Jocelyn Bell Burnell, Silvia Torres-Peimbert, Ken´ichi Nomoto, Reinhard Genzel, Jonathan P. Gardner y David Southwood.
Está prevista la presencia de más de 500 astrónomos invitados de todo el mundo. Entre la representación española se cuenta con la presencia de: Emilio Alfaro, Juan Antonio Belmonte, Guillermo Bernabeu, Francisco Diego, José Ángel Docobo, Annia Domenech, Álvaro Giménez, Ángel Gómez Roldán, Garik Israelian, Terence Mahoney, Cipriano Marín, Luis Martínez, David Martínez Delgado, Rafael Rodrigo, Rosa María Ros, Ana Isabel Salvador Junco, María San Segundo, Francisco Sánchez y Montserrat Villar Martín.

Por otra parte, está prevista otra inauguración del evento en el estado Español para el día 27 de enero de 2009 en la sede del CSIC en Madrid. Este evento estará presidido por el Príncipe de Asturias Felipe de Borbón.

BIBLIOGRAFÍA

http://www.astronomia2009.es (Página web oficial del nodo español del Año Internacional de la Astronomía).

CAPÍTULO V: ENCUESTA

RESULTADOS DE UNA ENCUESTA

Motivación:
Con el fin de completar el trabajo de recogida y ampliación de información de los distintos centros, hemos creido necesario la elaboración de una encuesta dirigida tanto a astrónomos españoles (ejerciendo dentro o fuera de España) como a astrónomos extranjeros con fuertes vinculaciones laborales en España.
La encuesta versó sobre distintos aspectos del pasado, presente y futuro de la Astronomía española.

Trabajo previo:
El trabajo previó se dividió en dos partes. Por una parte estaba la preparación de la encuesta y por otra la elaboración de un listado de correos electrónicos de astrónomos. Por lo que respecta al primer punto se tuvo claro desde el principio la división en cuatro grandes bloques. El primero serían las preguntas (variables) destinadas a la clasificación de los astrónomos según los siguientes aspectos: centro de trabajo, puesto de trabajo, edad, sexo, centro de elaboración de la tesis doctoral, universidad en la que defendió la tesis, tipo de investigación que realiza, región del espectro en la que habitualmente trabaja o especialidad. Al tratarse de una Memoria sobre la Historia de la Astronomía, se tenía claro desde el principio que la variable "Edad" jugaría un papel primordial a la hora de exponer los resultados. Los siguientes tres bloques constarían de distintas preguntas sobre el pasado, presente y futuro respectivamente.
En cuanto a la elaboración del listado de correos electrónicos se tomó como punto de partido el listado de miembros de la Sociedad Española de Astronomía (SEA) disponible en la página web de la misma. A esta lista se le añadieron otros correos electrónicos de astrónomos españoles no miembros de la SEA, disponibles en páginas web de centros, congresos y publicaciones. Además solicitamos el envío de direcciones de correo electrónico de los centros más veteranos de la Astronomía española (el Real Instituto y Observatorio de la Armada –ROA- y el Observatorio Astronómico Nacional –OAN-).

Primer envío:
Antes del envío de la encuesta se dirigió una carta a la comunidad astronómica informando tanto sobre la investigación que se quería llevar a cabo como del tratamiento de los datos facilitados de forma anónima y confidencial. Aparte de la finalidad explicativa, este envío tenía también como objetivo el conocer el número de correos devueltos, bien por errores al confeccionar la lista o bien por ser direcciones no operativas.
Se enviaron 726 correos electrónicos que se podrían dividir de la siguiente forma:
330 direcciones de miembros numerarios de la SEA.
15 direcciones de miembros asociados de la SEA.
210 direcciones de miembros juniors de la SEA.
171 direcciones de astrónomos españoles que no son miembros de la SEA.
De los 726 correos que se enviaron fueron devueltos 68 (27 de miembros numerarios, 27 de miembros juniors, 6 de miembros asociados y 8 de no miembros).

Depuración del listado de correos electrónicos:
De los 726 correos electrónicos se eliminaron 4 direcciones (1 mail se correspondía con un astrónomo que falleciera recientemente, 2 mails de personas que declinaron

participar en la encuesta y 1 persona que estaba repetido en dos grupos) quedando pues un listado de 722 mails.
De los 68 correos devueltos se corrigieron 43 direcciones. Se realizó un nuevo envío a estas 43 direcciones resultando devueltos 8 correos. Por lo tanto, una vez finalizada la corrección llegaron 35 mensajes y 33 no llegaron, lo que significó que el número de cartas válidas enviadas fue de 722-33=689.
Posteriormente se envió la carta inicial a 16 direcciones de correo electrónico que se habían conseguido posteriormente, de las que no fueron devueltas ninguna. El número total de direcciones válidas fue finalmente de 705.

Envío de la encuesta:
Entre los días 12 y 13 de abril de 2007 se envió la encuesta a las 705 direcciones de correo electrónico válidas.
Dichas direcciones se dividen de la siguiente manera:

- 322 direcciones de miembros numerarios de la SEA.
- 193 direcciones de miembros juniors de la SEA.
- 10 direcciones de miembros asociados de la SEA.
- 180 direcciones de astrónomos no miembros.

Exponemos en este momento, la encuesta enviada a los astrónomos españoles:

ENCUESTA SOBRE EL PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA ASTRONOMÍA EN ESPAÑA

1- ¿En qué Centro trabaja? Indicar: (variable CENTRO)

2- ¿Cuál es su puesto de trabajo? (variable PUESTO)
( ) Personal de plantilla (valor 1 de la variable)
( ) Beca o contrato postdoctoral (valor 2)
( ) Beca o contrato predoctoral (valor 3)
( ) Otros. Indicar: (valor 4)

3- Edad (variable EDAD)
( ) <= 35 años (valor 1 de la variable)
( ) 35<x<= 45 años (valor 2)
( ) 45<x<= 55 años (valor 3)
( ) >55 años (valor 4)

4- Sexo (variable SEXO)
( ) Femenino (valor 1)
( ) Masculino (valor 2)

5- ¿En qué Centro elaboró/está elaborando su tesis doctoral? (variable ELABTESIS)
Indicar:
( ) No procede

6- ¿En qué Universidad defendió su tesis? (variable DEFTESIS)
Indicar:
( ) No procede

7- ¿Qué tipo de investigación realiza? (variable TIPOINV)

( ) Teórica (valor 1)
( ) Observacional (valor 2)
( ) Ambas (valor 3)

8- Indique por favor en qué región del espectro trabaja habitualmente.

( ) Rayos cósmicos (variable REGION1)
( ) Rayos gamma (variable REGION2)
( ) Rayos X (variable REGION3)
( ) Ultravioleta (variable REGION4)
( ) Visible (variable REGION5)
( ) Infrarrojo (variable REGION6)
( ) Microondas (variable REGION7)
( ) Radio (variable REGION8)
( ) No procede

9- Especialidad

( ) Astrometría y/o Astronomía de posición (variable ESPEC1)
( ) Mecánica Celeste (variable ESPEC2)
( ) Sistema Solar y/o Planetas Extrasolares (variable ESPEC3)
( ) Física Solar (variable ESPEC4)
( ) Física Estelar (variable ESPEC5)
( ) Astronomía galáctica (variable ESPEC6)
( ) Astronomía extragaláctica (variable ESPEC7)
( ) Cosmología (variable ESPEC8)
( ) Otros. Indicar: (variable ESPEC9)

10- Línea/s habitual/es de investigación. Indicar: (variable LINEAS)

11- Aparte de su/s línea/s habitual/es de investigación, ¿qué otras líneas de trabajo potenciaría en España? (variable OTRASLINEAS)

12- Diga, hasta un límite de cinco, los centros (Universidades, Institutos, Observatorios...) no necesariamente españoles, en los que haya trabajado y de los cuales se sienta más satisfecho: (variables SATISF1, SATISF2, SATISF3, SATISF4, SATISF5)

13- Indique tres países con los que tiene mayor contacto profesional (de más a menos)
1- (variable CONTACTO1)
2- (variable CONTACTO2)
3- (variable CONTACTO3)

14- ¿Con cuántos grupos españoles colabora habitualmente? Indicar: (variable COLAB)

15- ¿Ha formado parte alguna vez de un comité científico internacional (Congreso, TAC, IAU, etc.)? (variable COMITE)

( ) Sí (valor 1)
( ) No (valor 0)

16- Indique tres revistas (por orden de importancia) por las que tiene preferencia a la hora de publicar un artículo científico.
1- (variable REVISTAS1)
2- (variable REVISTAS2)
3- (variable REVISTAS3)

17- ¿Echa de menos la existencia de una revista de prestigio internacional editada en España? (variable REVESP)

( ) Sí (valor 1)
( ) No (valor 0)

18- En relación con el potencial actual de la Astronomía española. ¿Echa de menos más libros de referencia de Astronomía en castellano? (valor LIBCAST)

( ) Sí (valor 1)
( ) No (valor 0)

19- ¿Cómo considera la actual política de A&A en relación con la aceptación de artículos? (variable AYA)

( ) Rigurosa (valor 1)
( ) Aceptable (valor 2)

Califique de 1 a 5 (de menor a mayor importancia) lo que a su juicio supuso para el desarrollo de la Astronomía en España desde los años setenta hasta la actualidad.

20-La aportación de las antiguas cátedras de Astronomía (variable ANTCAT)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

21-El trabajo previo de instituciones como el OAN o el ROA (variable TRABPREV)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

22- El establecimiento del CAHA (variable ESTCAHA)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

23- La creación del IAA (variable CREIAA)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

24-La creación del IAC (variable CREIAC)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

25-El establecimiento de VILSPA (variable ESTVILSPA)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

26-El desarrollo de la Radioastronomía en el OAN (variable DESRADIO)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

27-La firma de los Acuerdos de Cooperación en Astrofísica en 1979 (variable FIRMA)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

28-Las directrices de la Comisión Nacional de Astronomía (variable DIRCNA)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

29-La organización de las extintas Asambleas Nacionales de Astronomía y Astrofísica (variable ORGANAA)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

30-La creación de la Sociedad Española de Astronomía (variable CRESEA)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

31- Las primeras cátedras de Astrofísica (variable ASTROFIS)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

32-Las pruebas de idoneidad de 1984 (variable IDON)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

33-El establecimiento del Programa de Astrofísicos Residentes (variable PAR)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

34-La dotación de plazas de profesorado en universidades clásicas y de nueva creación (variable DOT)
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( ) Lo desconozco

35-Indicar otros factores importantes en el desarrollo de la Astronomía española en el período mencionado: (variable OTROS35)

36- ¿Qué pensó cuando se dio luz verde al GTC? (variable GTC)
( ) Es muy conveniente, no sólo para la Astronomía sino también para el desarrollo tecnológico español. (valor 1)
( ) Es una locura tanto en lo económico como en lo tecnológico (valor 2)
( ) Es lo que necesita la astronomía española para un despegue definitivo (val. 3)
( ) Es un oportunismo del IAC (valor 4)
( ) Es el mayor logro de la Astronomía española (valor 5)
( ) No es necesario, es mejor emplear el dinero en otras necesidades de la astronomía española (valor 6)
( ) Otros. Especificar: (valor 7)
( ) Lo desconozco (valor 8)

37- ¿Qué opina del desarrollo de la Radioastronomía en el OAN? (variable RADIOOAN)
( ) Fenomenal, era una región del espectro poco estudiada en España (valor 1)
( ) Bien, aunque se debió seguir potenciando el óptico (valor 2)
( ) Demasiado ambicioso, sobre todo en el aspecto instrumental. (valor 3)
( ) Otros. Especificar: (valor 4)
( ) Lo desconozco (valor 5)

38- ¿Qué opina de la participación española en ALMA? (variable ALMA)

( ) Fenomenal, es una inversión muy necesaria (valor 1).
( ) Bien, aunque hay otras necesidades más importantes (valor 2).
( ) Es demasiado caro para lo que se va a aprovechar (valor 3).
( ) Otros. Especificar: (valor 4)
( ) Lo desconozco (valor 5)

39- ¿Qué pensó cuando se dio luz verde a la entrada de España en ESO? (variable ESO)

( ) ¡Ya era hora! Debimos entrar hace muchos años (valor 1).
( ) Era la máxima ambición de la Astronomía española (valor 2)
( ) La astronomía española tiene otras necesidades más importantes (valor 3).
( ) Un privilegio para unos pocos, sin becas para jóvenes investigadores no sirve (valor 4).
( ) Otros. Especificar: (valor 5)
( ) Lo desconozco (valor 6)

40- ¿Qué opina de la participación española en los proyectos de la ESA? (variable PROYESA)

( ) Está a un gran nivel tanto en la parte científica como en desarrollo instrumental (valor 1).
( ) Buen nivel en lo científico pero no en el desarrollo instrumental (valor 2)
( ) Buen nivel en desarrollo de instrumentación pero no en la parte científica (valor 3).
( ) El nivel es bajo tanto en lo científico como en lo tecnológico (valor 4).
( ) Otros. Especificar: (valor 5)
( ) Lo desconozco (valor 6)

Por favor, valore de 1 a 3 las siguientes cuestiones.

41- Situación de la Astronomía española a nivel mundial (variable SITAST)

( ) 3- La astronomía española está en primera línea.
( ) 2- Estamos en el buen camino.
( ) 1- El nivel en otros países es mucho más alto.
( ) Lo desconozco

42- Situación de su grupo de investigación en el ámbito de la Astronomía española (variable SITGRUP)

( ) 3- Nuestro grupo está en primera línea.
( ) 2- Estamos progresando rápidamente.
( ) 1- El nivel de otros grupos en mi especialidad en España es más alto.
( ) Lo desconozco

43- ¿Cómo valora su trabajo de cara a la sociedad? (variable VALORTRAB)

( ) 3- Nuestro trabajo es fundamental.
( ) 2- Es importante.
( ) 1- Hay trabajos más importantes.
( ) Lo desconozco

44- ¿Y cómo cree que la sociedad valora el trabajo del astrónomo? (variable VALORSOC)
( ) 3- Lo valora muy bien.
( ) 2- Lo valora bien
( ) 1- No lo valora suficientemente.
( ) Lo desconozco

45- ¿Y su sueldo en relación con otras carreras profesionales? (variable SUELDO)
( ) 3- Mi sueldo se corresponde con mis méritos.
( ) 2- Debería ser mejor.
( ) 1- Mi sueldo es bajo con respecto a otras carreras.
( ) Lo desconozco

46- ¿Cómo ve el Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica con respecto a otros planes nacionales? (variable PNAYA)
( ) 3- El PNAYA tiene mayor financiación que otros programas.
( ) 2- Es similar a otros programas
( ) 1- Está peor valorado que otros programas.
( ) Lo desconozco

47- ¿Cómo ve su futuro profesional? (variable FUTURO)
( ) 3- Resuelto.
( ) 2- Lo veo con optimismo, pero es difícil colocarse
( ) 1- Difícil.
( ) Lo desconozco

48- Indique cuáles son hoy las mayores necesidades de la Astronomía española. En el informe del estado de la investigación en Astonomía del año 2002 se daban algunas de estas sugerencias (dotación de más contratos postdoctorales, dotación de más contratos predoctorales, dotación de más contratos de personal de apoyo, dotación de infraestructura, estabilización del personal investigador, etc.)
1- (variable NECES1)
2- (variable NECES2)
3- (variable NECES3)

49- ¿Qué percepción tiene del trabajo realizado globalmente por los astrónomos españoles los últimos años (incluyendo publicaciones, desarrollo intrumental, etc? (variable TRABGLOB)
( ) Muy buena (valor 4)
( ) Buena (valor 3)
( ) Aceptable (valor 2)
( ) Mediocre (valor 1)

50- Indique todo aquello que desee aportar para mejorar esta encuesta: (variables APORT1, APORT2, APORT3)

Comencemos ya con los resultados. Para la obtención de dichos resultados se ha utilizado el software estadístico SPSS (versión 14.0). En primer lugar vamos a "encasillar" a los astrónomos que han respondido a la encuesta según las variables que se han definido previamente.

- Así, según el Centro de trabajo (pregunta 1), se han obtenido los siguientes resultados. Se han recibido encuestas procedentes de 33 centros a los que hay que añadir el grupo de astrónomos españoles que están ejerciendo en el extranjero. Se puede ver una relación de todos ellos en el siguiente recuadro.

CENTRO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	CAHA	3	1,6	1,6	1,6
	CIEMAT	1	,5	,5	2,2
	EHU	3	1,6	1,6	3,8
	EMPRIVAD	1	,5	,5	4,4
	ESAC	4	2,2	2,2	6,6
	EXT	17	9,3	9,3	15,8
	IAA	26	14,2	14,2	30,1
	IAC	47	25,7	25,7	55,7
	ICE-IEEC	5	2,7	2,7	58,5
	IFCA	6	3,3	3,3	61,7
	LAEFF	7	3,8	3,8	65,6
	OAN	5	2,7	2,7	68,3
	OARMA	5	2,7	2,7	71,0
	PLANMAD	1	,5	,5	71,6
	ROA	3	1,6	1,6	73,2
	TNG	1	,5	,5	73,8
	UA	2	1,1	1,1	74,9
	UB	11	6,0	6,0	80,9
	UCA	1	,5	,5	81,4
	UCM	5	2,7	2,7	84,2
	UDC	2	1,1	1,1	85,2
	UEM	1	,5	,5	85,8
	UGR	3	1,6	1,6	87,4
	UIB	2	1,1	1,1	88,5
	ULR	1	,5	,5	89,1
	UNICAN	1	,5	,5	89,6
	UNIOVI	1	,5	,5	90,2
	UNIZAR	5	2,7	2,7	92,9
	UPC	3	1,6	1,6	94,5
	UPN	1	,5	,5	95,1
	UPV	1	,5	,5	95,6
	URV	2	1,1	1,1	96,7
	USAL	1	,5	,5	97,3
	UV	5	2,7	2,7	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Como era lógico, el mayor número de astrónomos que han respondido a la encuesta trabajan en los dos centros con mayor plantilla, el IAC (con el 25,7% de las encuestas recibidas) y el IAA (con un 14,2 %). Le siguen en porcentaje los astrónomos españoles que trabajan en el extranjero (un 9,3%) y los que trabajan para la Universitat de Barcelona –en el Departamento de Astronomía y Meteorología- con un 6%.
Han contestado astrónomos de casi todos los centros.

- En cuanto al puesto de trabajo (pregunta 2):

PUESTO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	87	47,5	47,8	47,8
	2	33	18,0	18,1	65,9
	3	42	23,0	23,1	89,0
	4	20	10,9	11,0	100,0
	Total	182	99,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	,5		
Total		183	100,0		

La mayoría de los encuestados que han respondido se corresponde con la situación de personal en plantilla (con el 47,5%). El 18% con el de beca o contrato postdoctoral y el 23% con contrato o beca predoctoral. Un 10,9 % indicó “Otra situación”.

- En cuanto a la edad (pregunta 3):

EDAD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	80	43,7	44,0	44,0
	2	56	30,6	30,8	74,7
	3	33	18,0	18,1	92,9
	4	13	7,1	7,1	100,0
	Total	182	99,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	,5		
Total		183	100,0		

El 43,7% de los que han respondido se corresponde con el tramo de edad de menor o igual a 35 años. El 30,6% los mayores de 35 y menores (o iguales) de 45 años. El 18% pertenecerían al tramo de mayores de 45 años y menores (o iguales) de 55 años. Finalmente el grupo de mayores de 55 años que ha respondido a la encuesta suponen el 7,1% del total.

- En cuanto al sexo (pregunta 4):

SEXO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	54	29,5	29,5	29,5
	2	129	70,5	70,5	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Han respondido un 29,5% de mujeres y un 70,5% de hombres.

- En cuanto al centro dónde el astrónomo ha elaborado (o está elaborando) la tesis doctoral (pregunta 5) se han obtenido los siguientes resultados:

ELABTESIS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		7	3,8	3,8	3,8
	CAHA	1	,5	,5	4,4
	CEABCSIC	1	,5	,5	4,9
	EHU	2	1,1	1,1	6,0
	EXT	22	12,0	12,0	18,0
	IAA	18	9,8	9,8	27,9
	IAC	49	26,8	26,8	54,6
	IEEC	4	2,2	2,2	56,8
	IFCA	4	2,2	2,2	59,0
	LAEFF	3	1,6	1,6	60,7
	NP	3	1,6	1,6	62,3
	OAN	4	2,2	2,2	64,5
	OARMA	1	,5	,5	65,0
	ROA	2	1,1	1,1	66,1
	UA	1	,5	,5	66,7
	UAM	4	2,2	2,2	68,9
	UB	17	9,3	9,3	78,1
	UCM	8	4,4	4,4	82,5
	UDC	1	,5	,5	83,1
	UGR	2	1,1	1,1	84,2
	UIB	2	1,1	1,1	85,2
	ULL	2	1,1	1,1	86,3
	ULR	1	,5	,5	86,9
	UNICAN	4	2,2	2,2	89,1
	UNIZAR	6	3,3	3,3	92,3
	UPC	1	,5	,5	92,9
	UPN	1	,5	,5	93,4
	URV	1	,5	,5	94,0
	USC	1	,5	,5	94,5
	UV	7	3,8	3,8	98,4
	UVIGO	1	,5	,5	98,9
	VILSPA	2	1,1	1,1	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Destaca el 26,8% de los encuestados que afirman haber elaborado (o estar realizando) la tesis doctoral en el IAC, seguido por este orden de centros en el extranjero (12%), en el IAA (el 9,8%), en la Universitat de Barcelona (el 9,3%) y en la Universidad Complutense de Madrid (4,4%).
Entre el 2% y el 4% se encuentran varios centros como la Universitat de Valencia (3,8%), Universidad de Zaragoza (3,3%) y centros como el IEEC, IFCA, OAN, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Cantabria con el 2,2%.

- En cuanto a la universidad en que se ha defendido la tesis doctoral (pregunta 6):

DEFTESIS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	EHU	3	1,6	1,6	1,6
	EXT	17	9,3	9,3	10,9
	NP	56	30,6	30,6	41,5
	UA	1	,5	,5	42,1
	UAM	5	2,7	2,7	44,8
	UB	14	7,7	7,7	52,5
	UCA	1	,5	,5	53,0
	UCM	15	8,2	8,2	61,2
	UGR	11	6,0	6,0	67,2
	UIB	1	,5	,5	67,8
	ULL	36	19,7	19,7	87,4
	UNICAN	5	2,7	2,7	90,2
	UNIZAR	7	3,8	3,8	94,0
	UPC	1	,5	,5	94,5
	UPN	1	,5	,5	95,1
	USC	2	1,1	1,1	96,2
	UV	7	3,8	3,8	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 30,6% aún no ha defendido la tesis. Este dato es consecuente con el 23% de becarios o contratados predoctorales a los que se les une un cierto porcentaje cuya situación era Otros.
Un 19,7% de los astrónomos que han respondido a la encuesta han defendido su tesis en la Universidad de la Laguna. Este porcentaje no se contradice con respecto al 26,8% que ha elaborado la tesis en el IAC, ya que hay personas que aún están elaborando la tesis y otras que han podido defender la tesis en una universidad distinta a la Laguna.
El 9,3% han defendido su tesis en alguna universidad en el extranjero, el 8,2% en la Universidad Complutense de Madrid, un 7,7% en la Universitat de Barcelona, y un 6% en la Universidad de Granada.
Con porcentajes entre el 2% y el 4% tenemos la Universitat de Valencia y la Universidad de Zaragoza (3,8%), y la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de Cantabria (con un 2,7%).

- En cuanto al tipo de investigación que realizan los astrónomos (pregunta 7):

TIPOINV

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	1	,5	,6	,6
	1	31	16,9	17,1	17,7
	2	89	48,6	49,2	66,9
	3	60	32,8	33,1	100,0
	Total	181	98,9	100,0	
Perdidos	Sistema	2	1,1		
Total		183	100,0		

El 16,9% de los que han respondido dicen que realizan una investigación preferentemente teórica y un 48,6% preferentemente observacional.
Un 33% indica realizar ambas tareas de forma habitual.

En el Informe sobre el Estado de la investigación de Astronomía en España (1999-2001) se presentaron estos datos:

Herramientas	Porcentaje
Teoría, modelado y numérico	44%
Observación	52%
Otros	4%

- Región del espectro electromagnético en la que trabaja habitualmente (pregunta 8):

REGION1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	177	96,7	96,7	96,7
	1	6	3,3	3,3	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 3,3% de los que han respondido la encuesta se dedican a Rayos Cósmicos.

REGION2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	172	94,0	94,0	94,0
	1	11	6,0	6,0	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 6% de los que han respondido se dedican a Rayos Gamma. En el Informe sobre el estado de la investigación de la Astronomía (1999-2001) se registró un porcentaje del 5% para investigadores que trabajan en Rayos Gamma y Rayos Cósmicos.

REGION3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	151	82,5	82,5	82,5
	1	32	17,5	17,5	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 17,5% trabaja en Rayos X. El porcentaje en el Informe sobre el estado de la investigación en Astronomía era del 5%.

REGION4

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	156	85,2	85,2	85,2
	1	27	14,8	14,8	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 14,8% trabaja en Ultravioleta. En el informe sobre el estado de la investigación en Astronomía era del 2%.

REGION5

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	62	33,9	33,9	33,9
	1	121	66,1	66,1	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

La gran mayoría de los astrónomos que han respondido trabajan en el visible (66,1%). En el informe sobre el estado de la investigación en Astronomía era del 52%.

REGION6

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	110	60,1	60,1	60,1
	1	73	39,9	39,9	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 39,9% de los que han respondido se dedican a trabajar en la banda del Infrarrojo (IR). En el informe sobre el estado de la investigación en Astronomía era del 17%.

REGION7

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	166	90,7	90,7	90,7
	1	17	9,3	9,3	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 9,3% trabaja en Microondas.

REGION8

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	154	84,2	84,2	84,2
	1	29	15,8	15,8	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 15,8% trabaja en Radioastronomía. En el informe sobre el estado de la investigación en Astronomía el porcentaje en Radio, milimétricas y submilimétricas era del 19%.

REGION9

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	163	89,1	89,1	89,1
	1	20	10,9	10,9	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 10,9% indica que no trabaja en ninguna banda del espectro (trabajo teórico)

- Especialidad (pregunta 9).

ESPEC1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	164	89,6	89,6	89,6
	1	19	10,4	10,4	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 10,4% de los que han respondido indica dedicarse a la Astrometría y/o Astronomía de Posición.

ESPEC2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	170	92,9	92,9	92,9
	1	13	7,1	7,1	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 7,1% indica dedicarse a la Mecánica Celeste.

ESPEC3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	162	88,5	88,5	88,5
	1	21	11,5	11,5	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 11,5% se dedica a Sistema Solar y/o Planetas Extrasolares. En el informe sobre el estado de la investigación en Astronomía (1999-2001) el porcentaje en Sistema Solar era del 10%.

ESPEC4

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	176	96,2	96,2	96,2
	1	7	3,8	3,8	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 3,8% se dedica a Física Solar. En el informe sobre el estado de la investigación en Astronomía el porcentaje de los estudiosos del Sol era del 6%.

ESPEC5

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	128	69,9	69,9	69,9
	1	55	30,1	30,1	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 30,1% se dedica a Física Estelar.

ESPEC6

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	141	77,0	77,0	77,0
	1	42	23,0	23,0	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

El 23% se dedica a Astronomía Galáctica. En el informe sobre el estado de la investigación en Astronomía el porcentaje de los investigadores en Estrellas y la Galaxia era del 42%.

ESPEC7

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	118	64,5	64,5	64,5
	1	65	35,5	35,5	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 35,5% se dedica a Astronomía Extragaláctica.

ESPEC8

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	151	82,5	82,5	82,5
	1	32	17,5	17,5	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 17,5% se dedica a Cosmología. En el informe sobre el estado de la investigación en Astronomía el porcentaje de investigadores en Extragaláctica (que incluía Cosmología) era del 24%.

ESPEC9

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	153	83,6	83,6	83,6
	1	30	16,4	16,4	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 16,4% indica dedicarse a otras especialidades.

- Líneas habituales de investigación (pregunta 10): No se presentan resultados estadísticamente relevantes ya que hay prácticamente tantas líneas como respuestas.

- ¿Qué otras líneas de investigación potenciaría en España? (pregunta 11)

OTRASLINEAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		70	38,3	38,3	38,3
	ALTASENE	4	2,2	2,2	40,4
	ARQUEOA	2	1,1	1,1	41,5
	ASTROFIS	2	1,1	1,1	42,6
	ASTROMET	1	,5	,5	43,2
	ASTROSIS	1	,5	,5	43,7
	ASTX	1	,5	,5	44,3
	BIOFIS	1	,5	,5	44,8
	COSMOL	6	3,3	3,3	48,1
	CTGD	1	,5	,5	48,6
	DIVULG	1	,5	,5	49,2
	ECDIFER	1	,5	,5	49,7
	ESPECTR	2	1,1	1,1	50,8
	ESPOLMET	1	,5	,5	51,4
	EVQUIGAL	1	,5	,5	51,9
	FISESTEL	3	1,6	1,6	53,6
	FISOLAR	3	1,6	1,6	55,2
	FORMEST	1	,5	,5	55,7
	INSTRUM	26	14,2	14,2	69,9
	INTERFER	2	1,1	1,1	71,0
	INVESP	2	1,1	1,1	72,1
	IR	1	,5	,5	72,7
	MATOSC	1	,5	,5	73,2
	METEOROL	1	,5	,5	73,8
	MODELOS	1	,5	,5	74,3
	OBSVIRT	2	1,1	1,1	75,4
	PEXTRASO	1	,5	,5	76,0
	RADIO	3	1,6	1,6	77,6
	RFM	1	,5	,5	78,1
	SISTSOL	2	1,1	1,1	79,2
	TEORICO	1	,5	,5	79,8
	TODAS	12	6,6	6,6	86,3
	VARIAB	1	,5	,5	86,9
	VARIOS	24	13,1	13,1	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un 38,3% de los que respondieron dejaron este apartado en blanco. Del 61,7% restante destaca significativamente un 14,2% de encuestados que respondieron que es necesario un impulso en Instrumentación. Un 6,6% indica que deben de potenciarse todas las líneas de trabajo. Un 3,3% impulsaría la Cosmología y un 2,2% la Astronomía de Altas Energías.

- Centros (hasta un máximo de cinco) en los que ha trabajado y se sienta más satisfecho (pregunta 12): El tratamiento de este ítem no presenta resultados estadísticamente significativos.

-Países con los que (de mayor a menor) mantiene un mayor contacto profesional (pregunta 13):

CONTACTO1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		8	4,4	4,4	4,4
	ALEMANIA	26	14,2	14,2	18,6
	ARGENTIN	3	1,6	1,6	20,2
	ARMENIA	1	,5	,5	20,8
	AUSTRIA	1	,5	,5	21,3
	BELGICA	3	1,6	1,6	23,0
	BRASIL	1	,5	,5	23,5
	CANADA	1	,5	,5	24,0
	CHILE	2	1,1	1,1	25,1
	ESLOVAQ	1	,5	,5	25,7
	ESP	24	13,1	13,1	38,8
	FRANCIA	25	13,7	13,7	52,5
	HOLANDA	5	2,7	2,7	55,2
	ITALIA	13	7,1	7,1	62,3
	MEXICO	9	4,9	4,9	67,2
	POLONIA	2	1,1	1,1	68,3
	RUSIA	2	1,1	1,1	69,4
	SUIZA	1	,5	,5	69,9
	UCRANIA	1	,5	,5	70,5
	UK	16	8,7	8,7	79,2
	USA	38	20,8	20,8	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Los países del exterior con los que se mantiene un mayor contacto son:

1- Estados Unidos: 20,8%
2- Alemania: 14,2%
3- Francia: 13,7%
4- Reino Unido: 8,7%
5- Italia: 7,1%

Un 13,1% indicó España y un 4,4% dejó este apartado en blanco.

CONTACTO2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		23	12,6	12,6	12,6
	ALEMANIA	27	14,8	14,8	27,3
	ARGENTIN	2	1,1	1,1	28,4
	AUSTRAL	1	,5	,5	29,0
	AUSTRIA	2	1,1	1,1	30,1
	BELGICA	3	1,6	1,6	31,7
	CANADA	1	,5	,5	32,2
	CHILE	1	,5	,5	32,8
	COREA	1	,5	,5	33,3
	DINAMARC	1	,5	,5	33,9
	EGIPTO	1	,5	,5	34,4
	ESP	8	4,4	4,4	38,8
	FRANCIA	21	11,5	11,5	50,3
	HOLANDA	4	2,2	2,2	52,5
	INDIA	1	,5	,5	53,0
	ITALIA	17	9,3	9,3	62,3
	MEXICO	5	2,7	2,7	65,0
	NZ	1	,5	,5	65,6
	POLONIA	1	,5	,5	66,1
	RUSIA	5	2,7	2,7	68,9
	SUDAFRIC	1	,5	,5	69,4
	SUIZA	1	,5	,5	69,9
	TAIWAN	1	,5	,5	70,5
	UK	10	5,5	5,5	76,0
	USA	43	23,5	23,5	99,5
	VENEZUEL	1	,5	,5	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

En cuanto a la segunda opción de países del exterior con mayor contacto figuran:

1- Estados Unidos: 23,5%
2- Alemania: 14,8%
3- Francia: 11,5%
4- Italia: 9,3%
5- Reino Unido: 5,5%

Un 12,6% dejó este apartado en blanco.

CONTACTO3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		42	23,0	23,0	23,0
	ALEMANIA	10	5,5	5,5	28,4
	ARGENTIN	2	1,1	1,1	29,5
	ARMENIA	2	1,1	1,1	30,6
	AUSTRAL	2	1,1	1,1	31,7
	BELGICA	2	1,1	1,1	32,8
	CANADA	3	1,6	1,6	34,4
	CHEQUIA	1	,5	,5	35,0
	CHILE	2	1,1	1,1	36,1
	CHINA	1	,5	,5	36,6
	DINAMARC	1	,5	,5	37,2
	ESP	4	2,2	2,2	39,3
	FINLAND	1	,5	,5	39,9
	FRANCIA	14	7,7	7,7	47,5
	GEORGIA	1	,5	,5	48,1
	HOLANDA	5	2,7	2,7	50,8
	INDIA	3	1,6	1,6	52,5
	IRLANDA	1	,5	,5	53,0
	ITALIA	15	8,2	8,2	61,2
	JAPON	4	2,2	2,2	63,4
	LITUANIA	1	,5	,5	63,9
	MEXICO	6	3,3	3,3	67,2
	NZ	1	,5	,5	67,8
	POLONIA	1	,5	,5	68,3
	RUSIA	2	1,1	1,1	69,4
	SUDAFRIC	1	,5	,5	69,9
	SUIZA	2	1,1	1,1	71,0
	TAIWAN	2	1,1	1,1	72,1
	TURQUIA	1	,5	,5	72,7
	UK	25	13,7	13,7	86,3
	USA	24	13,1	13,1	99,5
	VENEZUEL	1	,5	,5	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Y en cuanto a la tercera opción se obtiene:
1- Reino Unido: 13,7%
2- Estados Unidos: 13,1%
3- Italia: 8,2%
4- Francia: 7,7%
5- Alemania: 5,5%

Un 23% dejó en blanco este apartado. Resulta curioso que ninguno de los que respondieron la encuesta tenga contactos profesionales con astrónomos suecos dadas las instalaciones que Suecia tiene en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

- Número de grupos españoles con los que colabora habitualmente (pregunta 14):

COLAB

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	28	15,3	16,7	16,7
	1	40	21,9	23,8	40,5
	2	44	24,0	26,2	66,7
	3	35	19,1	20,8	87,5
	4	13	7,1	7,7	95,2
	5	4	2,2	2,4	97,6
	6	3	1,6	1,8	99,4
	7	1	,5	,6	100,0
	Total	168	91,8	100,0	
Perdidos	Sistema	15	8,2		
Total		183	100,0		

El 65% de los que respondieron indicaron que colabora con 1,2 o 3 grupos. El 15,3% no colabora con ningún otro grupo español. El 11,4% colabora con más de 3 grupos. Hay un 8,2% de valores en blanco.

- ¿Ha formado parte de un Comité Científico Internacional? (pregunta 15)

COMITE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	107	58,5	58,8	58,8
	1	75	41,0	41,2	100,0
	Total	182	99,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	,5		
Total		183	100,0		

Un 41% indicó que sí ha tomado parte en un CCI.

- Revistas (3 por orden de importancia) por las que tiene preferencia a la hora de publicar un artículo científico (pregunta 16):

REVISTAS1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		12	6,6	6,6	6,6
	A&A	69	37,7	37,7	44,3
	AJ	6	3,3	3,3	47,5
	ApJ	49	26,8	26,8	74,3
	ApJL	3	1,6	1,6	76,0
	AppOptic	1	,5	,5	76,5
	CelMech	3	1,6	1,6	78,1
	ICARUS	4	2,2	2,2	80,3
	IJBC	1	,5	,5	80,9
	JGCD	1	,5	,5	81,4
	JGR	2	1,1	1,1	82,5
	MNRAS	14	7,7	7,7	90,2
	NAT	10	5,5	5,5	95,6
	PhY D	1	,5	,5	96,2
	PhyRev	2	1,1	1,1	97,3
	PRL	1	,5	,5	97,8
	SCIENCE	3	1,6	1,6	99,5
	SJSC	1	,5	,5	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Por orden de importancia como primera opción los astrónomos que han respondido a la encuesta indican:

1- Astronomy & Astrophysics (A&A): 37,7%
2- Astrophysical Journal: 26,8%
3- Monthly Notices Royal Astronomical Society (MNRAS): 7,7%
4- Nature: 5,5%
5- Astronomical Journal (AJ): 3,3%

REVISTAS2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		16	8,7	8,7	8,7
	A&A	38	20,8	20,8	29,5
	AinSR	1	,5	,5	30,1
	AJ	14	7,7	7,7	37,7
	ApJ	56	30,6	30,6	68,3
	ApJL	1	,5	,5	68,9
	C&AM	1	,5	,5	69,4
	C&QG	1	,5	,5	69,9
	CinA	1	,5	,5	70,5
	CSF	1	,5	,5	71,0
	GRL	1	,5	,5	71,6
	JAS	1	,5	,5	72,1
	JGCA	2	1,1	1,1	73,2
	JGR	1	,5	,5	73,8
	JGRP	1	,5	,5	74,3
	JoG	1	,5	,5	74,9
	JOSA	1	,5	,5	75,4
	MNRAS	31	16,9	16,9	92,3
	NAT	4	2,2	2,2	94,5
	NI&MPRB	1	,5	,5	95,1
	NM	1	,5	,5	95,6
	NONLIN	1	,5	,5	96,2
	P&SS	1	,5	,5	96,7
	PASP	2	1,1	1,1	97,8
	PhyRev	1	,5	,5	98,4
	SCIENCE	3	1,6	1,6	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Como segunda opción los astrónomos que han respondido indican:

1- Astrophysical Journal: 30,6%
2- Astronomy & Astrophysics: 20,8%
3- Monthly Notices Royal Astronomical Society: 16,9%
4- Astronomical Journal: 7,7%
5- Nature: 2,2%

REVISTAS3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		34	18,6	18,6	18,6
	A&A	33	18,0	18,0	36,6
	A&SS	2	1,1	1,1	37,7
	AC&P	1	,5	,5	38,3
	AJ	14	7,7	7,7	45,9
	ApJ	27	14,8	14,8	60,7
	CA	1	,5	,5	61,2
	ChJAA	1	,5	,5	61,7
	CM&A	1	,5	,5	62,3
	IJNLM	1	,5	,5	62,8
	JCAM	1	,5	,5	63,4
	JCP	1	,5	,5	63,9
	JGRP	1	,5	,5	64,5
	JHA	1	,5	,5	65,0
	M&PS	1	,5	,5	65,6
	MNRAS	39	21,3	21,3	86,9
	NAT	2	1,1	1,1	88,0
	NimA	1	,5	,5	88,5
	P&SS	2	1,1	1,1	89,6
	PASP	4	2,2	2,2	91,8
	PhyRev	1	,5	,5	92,3
	PhyRevL	3	1,6	1,6	94,0
	RMAA	2	1,1	1,1	95,1
	SCIENCE	1	,5	,5	95,6
	SFN	1	,5	,5	96,2
	SIAM	1	,5	,5	96,7
	SolarPhy	5	2,7	2,7	99,5
	SPIE	1	,5	,5	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Y en cuanto a la tercera opción:
1- Monthly Notices Royal Astronomical Society: 21,3%
2- Astronomy & Astrophysics: 18%
3- Astrophysical Journal: 14,8%
4- Astronomical Journal: 7,7%
5- Solar Physics: 2,7%

Sorprende quizá que no aparezca la revista Science entre las preferencias de los astrónomos que han respondido a la encuesta.
En el informe sobre el estado de la Astronomía (1999-2001) se cita el número de publicaciones por revista presentando estos resultados:

1- Astronomy & Astrophysics: 379 artículos
2- Astrophysical Journal: 291 artículos
3- Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: 147 artículos
4- Astronomical Journal: 63 artículos
5- Astronomy & Astrophysics Supplement Series: 59 artículos

- ¿Echa de menos la existencia de una revista de prestigio internacional editada en España? (pregunta 17)

REVESP

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	119	65,0	66,9	66,9
	1	59	32,2	33,1	100,0
	Total	178	97,3	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,7		
Total		183	100,0		

El 32,2% indica que sí echa de menos una revista de prestigio editada en España frente a un 65% que no la echa de menos.

- ¿Echa de menos más libros de referencia de Astronomía en castellano en relación con el potencial de la Astronomía española? (pregunta 18)

LIBCAST

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	79	43,2	43,9	43,9
	1	101	55,2	56,1	100,0
	Total	180	98,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,6		
Total		183	100,0		

El 43,2% indica que no hecha de menos más libros de referencia en castellano frente a un 55,2% que sí lo hecha de menos.

- ¿Cómo considera la política de A&A en relación con la aceptación de artículos? (pregunta 19)

AYA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	39	21,3	24,2	24,2
	2	122	66,7	75,8	100,0
	Total	161	88,0	100,0	
Perdidos	Sistema	22	12,0		
Total		183	100,0		

Un 21,3% indica que la política es rigurosa, frente a un 66,7% que la considera aceptable.

Se refleja a continuación la valoración (de 1 a 5 de menor a mayor importancia) de 15 cuestiones en relación con el desarrollo de la Astronomía española en el último tercio del siglo XX.

1- Aportación de las antiguas cátedras de Astronomía (pregunta 20).

ANTCAT

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	103	56,3	56,9	56,9
	1	20	10,9	11,0	68,0
	2	22	12,0	12,2	80,1
	3	16	8,7	8,8	89,0
	4	12	6,6	6,6	95,6
	5	8	4,4	4,4	100,0
	Total	181	98,9	100,0	
Perdidos	Sistema	2	1,1		
Total		183	100,0		

El nivel de desconocimiento de este ítem es del 56,3%. No se valoran bien, por parte de los que respondieron a la encuesta, las aportaciones de las cátedras ya que sólo el 19,8% da una puntuación de 3 o más puntos.

2- Trabajo previo de instituciones como el OAN o el ROA (pregunta 21).

TRABPREV

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	83	45,4	45,6	45,6
	1	15	8,2	8,2	53,8
	2	33	18,0	18,1	72,0
	3	25	13,7	13,7	85,7
	4	18	9,8	9,9	95,6
	5	8	4,4	4,4	100,0
	Total	182	99,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	,5		
Total		183	100,0		

El nivel de desconocimiento es del 45,4%. No se valora bien las aportaciones de estas instituciones aunque se valora algo mejor que el trabajo realizado desde las cátedras de Astronomía.

3- Establecimiento del CAHA (pregunta 22)

ESTCAHA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	44	24,0	24,3	24,3
	1	9	4,9	5,0	29,3
	2	20	10,9	11,0	40,3
	3	34	18,6	18,8	59,1
	4	51	27,9	28,2	87,3
	5	23	12,6	12,7	100,0
	Total	181	98,9	100,0	
Perdidos	Sistema	2	1,1		
Total		183	100,0		

Sobre el establecimiento del Centro Astronómico Hispano-Alemán (CAHA) el nivel de desconocimiento baja al 24% por ser una instalación muy conocida en la Península Ibérica. El 59,1% le dio una puntuación de 3 o superior, aunque la máxima valoración sólo fue aportada por el 12,6% de los que respondieron a la encuesta.

4- La creación del Instituto de Astrofísica de Andalucía –IAA- (pregunta 23)

CREIAA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	29	15,8	16,1	16,1
	1	9	4,9	5,0	21,1
	2	11	6,0	6,1	27,2
	3	39	21,3	21,7	48,9
	4	59	32,2	32,8	81,7
	5	33	18,0	18,3	100,0
	Total	180	98,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,6		
Total		183	100,0		

De nuevo el porcentaje de desconocimiento es bajo (15,8%) por tratarse de una de las instituciones insignia de la Astronomía española en la actualidad. El 71,5% le dio una puntuación de 3 o más puntos (un 18% le dio una puntuación de 5 puntos).

5- La creación del Instituto de Astrofísica de Canarias –IAC- (pregunta 24)

CREIAC

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	13	7,1	7,3	7,3
	1	7	3,8	3,9	11,2
	2	5	2,7	2,8	14,0
	3	5	2,7	2,8	16,8
	4	44	24,0	24,6	41,3
	5	105	57,4	58,7	100,0
	Total	179	97,8	100,0	
Perdidos	Sistema	4	2,2		
Total		183	100,0		

El nivel de desconocimiento de lo que supuso la creación del IAC en la Astronomía española baja al 7,1%. El 84,1% de los que respondieron le da una puntuación de 3 o más puntos (el 57,4% le da la máxima puntuación).

6- El establecimiento de VILSPA (pregunta 25)

ESTVILSPA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	57	31,1	31,8	31,8
	1	7	3,8	3,9	35,8
	2	14	7,7	7,8	43,6
	3	40	21,9	22,3	65,9
	4	41	22,4	22,9	88,8
	5	20	10,9	11,2	100,0
	Total	179	97,8	100,0	
Perdidos	Sistema	4	2,2		
Total		183	100,0		

El nivel de desconocimiento sobre lo que ha supuesto VILSPA en la Astronomía española es del 31,1%, un porcentaje sensiblemente superior con respecto a los casos del IAA y del IAC que se crearon en la misma época. El 55,2% le dio una puntuación de 3,4 o 5 puntos a esta cuestión (siendo el 10,9% los que le dieron la máxima valoración).

7- El desarrollo de la Radioastronomía en el OAN (pregunta 26)

DESRADIO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	66	36,1	36,7	36,7
	1	8	4,4	4,4	41,1
	2	20	10,9	11,1	52,2
	3	47	25,7	26,1	78,3
	4	25	13,7	13,9	92,2
	5	14	7,7	7,8	100,0
	Total	180	98,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,6		
Total		183	100,0		

El 36,1% de los encuestados que respondieron desconoce lo que ha supuesto para la Astronomía española el desarrollo de la Radioastronomía por parte de los miembros del OAN a partir de los años setenta. El 47,1% le da una valoración de 3 o más puntos (sólo el 7,7% le da la máxima puntuación).

8- La firma de los Acuerdos de Cooperación en Astrofísica en 1979 (pregunta 27)

FIRMA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	114	62,3	63,3	63,3
	1	3	1,6	1,7	65,0
	2	2	1,1	1,1	66,1
	3	7	3,8	3,9	70,0
	4	23	12,6	12,8	82,8
	5	31	16,9	17,2	100,0
	Total	180	98,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,6		
Total		183	100,0		

La firma de estos Acuerdos supuso entre otras cosas la instalación en las islas Canarias de instrumentación astronómica de alto nivel y de la utilización del 20% del tiempo disponible de observación en dichas instalaciones por parte española. El 62,3% de los que respondieron a la encuesta desconoce este hecho.

9- Las directrices de la Comisión Nacional de Astronomía (pregunta 28)

DIRCNA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	97	53,0	54,5	54,5
	1	20	10,9	11,2	65,7
	2	19	10,4	10,7	76,4
	3	29	15,8	16,3	92,7
	4	9	4,9	5,1	97,8
	5	4	2,2	2,2	100,0
	Total	178	97,3	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,7		
Total		183	100,0		

El nivel de desconocimiento de lo que ha supuesto el papel de la CNA en la Astronomía española es del 53%. Y del 47% restante el 37,1% le da una puntuación de 3 puntos o inferior lo que da una valoración muy negativa del funcionamiento de esta Comisión.

10- Organización de las Asambleas Nacionales de Astronomía y Astrofísica (pregunta 29)

ORGANAA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	105	57,4	58,3	58,3
	1	18	9,8	10,0	68,3
	2	17	9,3	9,4	77,8
	3	16	8,7	8,9	86,7
	4	17	9,3	9,4	96,1
	5	7	3,8	3,9	100,0
	Total	180	98,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,6		
Total		183	100,0		

El nivel de desconocimiento sobre lo que ha supuesto la organización de las Asambleas es del 57,4%. En cuanto al 42,6% restante las valoraciones tienden ligeramente a puntuaciones bajas.

11- La creación de la Sociedad Española de Astronomía (pregunta 30)

CRESEA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	19	10,4	10,7	10,7
	1	9	4,9	5,1	15,7
	2	21	11,5	11,8	27,5
	3	38	20,8	21,3	48,9
	4	56	30,6	31,5	80,3
	5	35	19,1	19,7	100,0
	Total	178	97,3	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,7		
Total		183	100,0		

Saltamos en el tiempo a principios de los noventa. Al ser un hecho que acaeció hace relativamente poco tiempo el nivel de desconocimiento es bajo (10,4%). En general entre los que han respondido a la encuesta dan una puntuación alta al desarrollo de la Astronomía española que ha producido la creación de la SEA. El 70,5% le da una puntuación de 3 o más puntos.

12- Las primeras cátedras de Astrofísica (pregunta 31)

ASTROFIS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	80	43,7	44,4	44,4
	1	8	4,4	4,4	48,9
	2	16	8,7	8,9	57,8
	3	38	20,8	21,1	78,9
	4	24	13,1	13,3	92,2
	5	14	7,7	7,8	100,0
	Total	180	98,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,6		
Total		183	100,0		

El nivel de desconocimiento es del 43,7%. Entre el 56,3% restante las valoraciones tienden a ser positivas ya que el 41,6% le da una puntuación superior a 2 puntos.

13- Las pruebas de idoneidad de 1984 (pregunta 32)

IDON

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	127	69,4	71,3	71,3
	1	13	7,1	7,3	78,7
	2	16	8,7	9,0	87,6
	3	8	4,4	4,5	92,1
	4	6	3,3	3,4	95,5
	5	8	4,4	4,5	100,0
	Total	178	97,3	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,7		
Total		183	100,0		

El desconocimiento de lo que han supuesto estas pruebas por las que un numeroso grupo de docentes universitarios alcanzaron la estabilidad en sus puestos de trabajo es muy alto del 69,4%. Del 30,6% restante las valoraciones tienden a ser negativas (el 20,2% le da una puntuación de 3 o inferior).

14- El establecimiento del Programa de Astrofísicos Residentes (pregunta 33)

PAR

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	42	23,0	23,5	23,5
	1	6	3,3	3,4	26,8
	2	8	4,4	4,5	31,3
	3	37	20,2	20,7	52,0
	4	49	26,8	27,4	79,3
	5	37	20,2	20,7	100,0
	Total	179	97,8	100,0	
Perdidos	Sistema	4	2,2		
Total		183	100,0		

El nivel de desconocimiento de lo que ha supuesto este Programa es del 23%. Del 77% restante las valoraciones son positivas (el 67,2% le da una puntuación de 3 o superior).

15- La dotación de plazas de profesorado en universidades clásicas y de nueva creación (pregunta 34)

DOT

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	38	20,8	21,1	21,1
	1	1	,5	,6	21,7
	2	14	7,7	7,8	29,4
	3	28	15,3	15,6	45,0
	4	64	35,0	35,6	80,6
	5	35	19,1	19,4	100,0
	Total	180	98,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,6		
Total		183	100,0		

Aquí el nivel de desconocimiento es del 20,8% y del 79,2% restante las valoraciones tienden a ser positivas.

Resulta interesante en esta Memoria de Historia de la Astronomía describir las diferencias sobre estas últimas cuestiones en las valoraciones de los astrónomos según su grupo de edad. Puede decirse con poco riesgo de error lo siguiente:

- El grupo de edad 1 es el de menor o igual a 35 años (es decir, nacidos después de 1972).
- Grupo de edad 2. Mayor de 35 años y menor o igual a 45. Nacidos entre 1962 y 1972.
- Grupo de edad 3. Mayor de 45 y menor o igual a 55. Nacidos entre 1952 y 1962.
- Grupo de edad 4. Mayores o iguales de 55 años. Nacidos antes de 1952.

* Opinión según grupo de edad con respecto a las antiguas cátedras de Astronomía.

Tabla de contingencia EDAD * ANTCAT

			ANTCAT						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	65	3	4	4	3	1	80
		% de EDAD	81,3%	3,8%	5,0%	5,0%	3,8%	1,3%	100,0%
	2	Recuento	30	9	9	5	2	1	56
		% de EDAD	53,6%	16,1%	16,1%	8,9%	3,6%	1,8%	100,0%
	3	Recuento	7	7	6	4	5	3	32
		% de EDAD	21,9%	21,9%	18,8%	12,5%	15,6%	9,4%	100,0%
	4	Recuento	1	1	3	3	2	2	12
		% de EDAD	8,3%	8,3%	25,0%	25,0%	16,7%	16,7%	100,0%
Total		Recuento	103	20	22	16	12	7	180
		% de EDAD	57,2%	11,1%	12,2%	8,9%	6,7%	3,9%	100,0%

Como es lógico el nivel de desconocimiento disminuye con la edad (el 81,3% de los menores de 35 años frente al 8,3% de los mayores de 55 años). El grupo de mayor edad es el que mejor valora porcentualmente la labor de las antiguas cátedras.

* Opinión según grupo de edad con respecto al trabajo previo de instituciones como el ROA o el OAN.

Tabla de contingencia EDAD * TRABPREV

			TRABPREV						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	56	1	6	9	6	2	80
		% de EDAD	70,0%	1,3%	7,5%	11,3%	7,5%	2,5%	100,0%
	2	Recuento	22	5	13	7	6	3	56
		% de EDAD	39,3%	8,9%	23,2%	12,5%	10,7%	5,4%	100,0%
	3	Recuento	5	4	11	6	5	1	32
		% de EDAD	15,6%	12,5%	34,4%	18,8%	15,6%	3,1%	100,0%
	4	Recuento	0	5	3	3	1	1	13
		% de EDAD	,0%	38,5%	23,1%	23,1%	7,7%	7,7%	100,0%
Total		Recuento	83	15	33	25	18	7	181
		% de EDAD	45,9%	8,3%	18,2%	13,8%	9,9%	3,9%	100,0%

El nivel de desconocimiento del grupo de menos de 35 años es del 70%. Las valoraciones más frecuentes son las de 2 y 3 puntos.

* Opinión según grupo de edad con respecto al establecimiento del CAHA.

Tabla de contingencia EDAD * ESTCAHA

			ESTCAHA						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	27	1	3	12	26	10	79
		% de EDAD	34,2%	1,3%	3,8%	15,2%	32,9%	12,7%	100,0%
	2	Recuento	10	3	6	13	18	5	55
		% de EDAD	18,2%	5,5%	10,9%	23,6%	32,7%	9,1%	100,0%
	3	Recuento	6	2	8	6	7	4	33
		% de EDAD	18,2%	6,1%	24,2%	18,2%	21,2%	12,1%	100,0%
	4	Recuento	1	3	3	3	0	3	13
		% de EDAD	7,7%	23,1%	23,1%	23,1%	,0%	23,1%	100,0%
Total		Recuento	44	9	20	34	51	22	180
		% de EDAD	24,4%	5,0%	11,1%	18,9%	28,3%	12,2%	100,0%

El nivel de desconocimiento en este apartado baja al 34,2% en el primer grupo de edad.

* Opinión según grupo de edad con respecto a la creación del IAA.

Tabla de contingencia EDAD * CREIAA

			CREIAA						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	18	2	2	16	23	18	79
		% de EDAD	22,8%	2,5%	2,5%	20,3%	29,1%	22,8%	100,0%
	2	Recuento	7	3	6	10	20	9	55
		% de EDAD	12,7%	5,5%	10,9%	18,2%	36,4%	16,4%	100,0%
	3	Recuento	4	4	1	10	10	4	33
		% de EDAD	12,1%	12,1%	3,0%	30,3%	30,3%	12,1%	100,0%
	4	Recuento	0	0	2	3	6	1	12
		% de EDAD	,0%	,0%	16,7%	25,0%	50,0%	8,3%	100,0%
Total		Recuento	29	9	11	39	59	32	179
		% de EDAD	16,2%	5,0%	6,1%	21,8%	33,0%	17,9%	100,0%

Para el grupo de edad de menos de 35 años el nivel de desconocimiento desciende al 22,8%. La valoración más habitual en todos los grupos es de 4.

* Opinión según grupo de edad con respecto a la creación del IAC.

Tabla de contingencia EDAD * CREIAC

			CREIAC						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	8	2	1	2	22	43	78
		% de EDAD	10,3%	2,6%	1,3%	2,6%	28,2%	55,1%	100,0%
	2	Recuento	3	2	3	1	14	32	55
		% de EDAD	5,5%	3,6%	5,5%	1,8%	25,5%	58,2%	100,0%
	3	Recuento	1	3	1	0	5	23	33
		% de EDAD	3,0%	9,1%	3,0%	,0%	15,2%	69,7%	100,0%
	4	Recuento	1	0	0	2	3	6	12
		% de EDAD	8,3%	,0%	,0%	16,7%	25,0%	50,0%	100,0%
Total		Recuento	13	7	5	5	44	104	178
		% de EDAD	7,3%	3,9%	2,8%	2,8%	24,7%	58,4%	100,0%

La valoración más habitual en todos los grupos de edad es la máxima puntuación (5).

* Opinión según grupo de edad con respecto al establecimiento de VILSPA.

Tabla de contingencia EDAD * ESTVILSPA

			ESTVILSPA						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	38	0	5	12	16	8	79
		% de EDAD	48,1%	,0%	6,3%	15,2%	20,3%	10,1%	100,0%
	2	Recuento	10	5	3	14	16	7	55
		% de EDAD	18,2%	9,1%	5,5%	25,5%	29,1%	12,7%	100,0%
	3	Recuento	6	1	4	8	9	4	32
		% de EDAD	18,8%	3,1%	12,5%	25,0%	28,1%	12,5%	100,0%
	4	Recuento	3	1	2	6	0	0	12
		% de EDAD	25,0%	8,3%	16,7%	50,0%	,0%	,0%	100,0%
Total		Recuento	57	7	14	40	41	19	178
		% de EDAD	32,0%	3,9%	7,9%	22,5%	23,0%	10,7%	100,0%

El nivel de desconocimiento del grupo de menos de 35 años es bastante alto (48,1%) en comparación con otras instituciones que nacieron en la misma época (IAA e IAC). Sin embargo los que conocen su influencia le suelen dar 4 puntos como valoración más habitual (a excepción del grupo de más de 55 años que la mitad puntúa con 3 puntos).

* Opinión según grupo de edad con respecto al desarrollo de la Radioastronomía en el OAN.

Tabla de contingencia EDAD * DESRADIO

			DESRADIO						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	41	2	5	16	10	5	79
		% de EDAD	51,9%	2,5%	6,3%	20,3%	12,7%	6,3%	100,0%
	2	Recuento	14	2	6	20	9	4	55
		% de EDAD	25,5%	3,6%	10,9%	36,4%	16,4%	7,3%	100,0%
	3	Recuento	9	2	7	7	6	2	33
		% de EDAD	27,3%	6,1%	21,2%	21,2%	18,2%	6,1%	100,0%
	4	Recuento	2	2	2	4	0	2	12
		% de EDAD	16,7%	16,7%	16,7%	33,3%	,0%	16,7%	100,0%
Total		Recuento	66	8	20	47	25	13	179
		% de EDAD	36,9%	4,5%	11,2%	26,3%	14,0%	7,3%	100,0%

La puntuación más habitual en este apartado es de 3 puntos.

* Opinión según grupo de edad con respecto a la firma de los Acuerdos de Cooperación en Astrofísica.

Tabla de contingencia EDAD * FIRMA

			FIRMA						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	57	0	0	5	6	10	78
		% de EDAD	73,1%	,0%	,0%	6,4%	7,7%	12,8%	100,0%
	2	Recuento	36	2	1	2	8	6	55
		% de EDAD	65,5%	3,6%	1,8%	3,6%	14,5%	10,9%	100,0%
	3	Recuento	16	0	0	0	6	11	33
		% de EDAD	48,5%	,0%	,0%	,0%	18,2%	33,3%	100,0%
	4	Recuento	5	1	1	0	3	3	13
		% de EDAD	38,5%	7,7%	7,7%	,0%	23,1%	23,1%	100,0%
Total		Recuento	114	3	2	7	23	30	179
		% de EDAD	63,7%	1,7%	1,1%	3,9%	12,8%	16,8%	100,0%

Es sorprendente que más de la mitad de los menores de 45 años desconozca la importancia de estos Acuerdos que permitieron el establecimiento de importantes instalaciones en los Observatorios situados en las Islas Canarias. Los que sí conocen este hecho valoran con la máxima puntuación este apartado (a excepción del grupo de edad que va entre 35 y 45 años cuya valoración más habitual es de 4 puntos).

* Opinión según grupo de edad con respecto a las directrices de la CNA.

Tabla de contingencia EDAD * DIRCNA

			DIRCNA						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	65	1	0	7	4	1	78
		% de EDAD	83,3%	1,3%	,0%	9,0%	5,1%	1,3%	100,0%
	2	Recuento	24	9	8	10	3	1	55
		% de EDAD	43,6%	16,4%	14,5%	18,2%	5,5%	1,8%	100,0%
	3	Recuento	7	5	9	7	2	2	32
		% de EDAD	21,9%	15,6%	28,1%	21,9%	6,3%	6,3%	100,0%
	4	Recuento	1	5	2	4	0	0	12
		% de EDAD	8,3%	41,7%	16,7%	33,3%	,0%	,0%	100,0%
Total		Recuento	97	20	19	28	9	4	177
		% de EDAD	54,8%	11,3%	10,7%	15,8%	5,1%	2,3%	100,0%

El nivel de desconocimiento va bajando a medida que aumenta la edad (83,3%, 43,6%, 21,9% y 8,3%). La valoración sobre el papel de la CNA es bastante baja por lo general.

* Opinión según grupo de edad con respecto a la organización de las extintas ANAA.

Tabla de contingencia EDAD * ORGANAA

			ORGANAA						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	66	0	2	6	3	2	79
		% de EDAD	83,5%	,0%	2,5%	7,6%	3,8%	2,5%	100,0%
	2	Recuento	30	11	6	4	3	1	55
		% de EDAD	54,5%	20,0%	10,9%	7,3%	5,5%	1,8%	100,0%
	3	Recuento	7	6	5	4	9	2	33
		% de EDAD	21,2%	18,2%	15,2%	12,1%	27,3%	6,1%	100,0%
	4	Recuento	2	1	4	1	2	2	12
		% de EDAD	16,7%	8,3%	33,3%	8,3%	16,7%	16,7%	100,0%
Total		Recuento	105	18	17	15	17	7	179
		% de EDAD	58,7%	10,1%	9,5%	8,4%	9,5%	3,9%	100,0%

El nivel de desconocimiento baja a medida que aumenta la edad (83,5%, 54,5%, 21,2%, y 16,7%). Las valoraciones son bastante dispares según el grupo de edad. 3 es la valoración más habitual para el grupo 1. 1 para el grupo 2. 4 para el grupo 3. Y 2 para el grupo 4.

* Opinión según grupo de edad con respecto a la creación de la SEA.

Tabla de contingencia EDAD * CRESEA

			CRESEA						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	15	2	9	15	24	13	78
		% de EDAD	19,2%	2,6%	11,5%	19,2%	30,8%	16,7%	100,0%
	2	Recuento	3	4	8	16	12	12	55
		% de EDAD	5,5%	7,3%	14,5%	29,1%	21,8%	21,8%	100,0%
	3	Recuento	0	3	3	4	15	8	33
		% de EDAD	,0%	9,1%	9,1%	12,1%	45,5%	24,2%	100,0%
	4	Recuento	1	0	1	3	4	2	11
		% de EDAD	9,1%	,0%	9,1%	27,3%	36,4%	18,2%	100,0%
Total		Recuento	19	9	21	38	55	35	177
		% de EDAD	10,7%	5,1%	11,9%	21,5%	31,1%	19,8%	100,0%

Los niveles de desconocimiento son bajos ya que la SEA es una agrupación de "reciente creación" en comparación con otros aspectos de esta parte de la encuesta. Las valoraciones más habituales son de 4 puntos.

* Opinión según grupo de edad con respecto a las nuevas cátedras de Astrofísica.

Tabla de contingencia EDAD * ASTROFIS

			ASTROFIS						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	46	2	5	11	8	5	77
		% de EDAD	59,7%	2,6%	6,5%	14,3%	10,4%	6,5%	100,0%
	2	Recuento	23	4	8	14	5	2	56
		% de EDAD	41,1%	7,1%	14,3%	25,0%	8,9%	3,6%	100,0%
	3	Recuento	9	1	2	6	10	5	33
		% de EDAD	27,3%	3,0%	6,1%	18,2%	30,3%	15,2%	100,0%
	4	Recuento	2	1	1	7	0	2	13
		% de EDAD	15,4%	7,7%	7,7%	53,8%	,0%	15,4%	100,0%
Total		Recuento	80	8	16	38	23	14	179
		% de EDAD	44,7%	4,5%	8,9%	21,2%	12,8%	7,8%	100,0%

Las valoraciones más habituales son de 3 puntos, a excepción del grupo 3 (de 45 a 55 años) que lo valoran con 4 puntos.

* Opinión según grupo de edad con respecto a las pruebas de idoneidad.

Tabla de contingencia EDAD * IDON

			IDON						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	71	0	3	2	0	2	78
		% de EDAD	91,0%	,0%	3,8%	2,6%	,0%	2,6%	100,0%
	2	Recuento	39	9	2	3	0	1	54
		% de EDAD	72,2%	16,7%	3,7%	5,6%	,0%	1,9%	100,0%
	3	Recuento	14	3	7	2	4	3	33
		% de EDAD	42,4%	9,1%	21,2%	6,1%	12,1%	9,1%	100,0%
	4	Recuento	3	1	4	1	1	2	12
		% de EDAD	25,0%	8,3%	33,3%	8,3%	8,3%	16,7%	100,0%
Total		Recuento	127	13	16	8	5	8	177
		% de EDAD	71,8%	7,3%	9,0%	4,5%	2,8%	4,5%	100,0%

Entre los que afirman conocer las repercusiones de las pruebas de idoneidad las valoraciones más habituales son de 2 puntos a excepción del grupo 2 (de 35 a 45 años) cuya valoración más habitual es de 1 punto.

* Opinión según grupo de edad con respecto al Programa de Astrofísicos Residentes.

Tabla de contingencia EDAD * PAR

			PAR						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	25	2	2	10	21	17	77
		% de EDAD	32,5%	2,6%	2,6%	13,0%	27,3%	22,1%	100,0%
	2	Recuento	11	2	3	15	16	9	56
		% de EDAD	19,6%	3,6%	5,4%	26,8%	28,6%	16,1%	100,0%
	3	Recuento	2	1	3	9	9	9	33
		% de EDAD	6,1%	3,0%	9,1%	27,3%	27,3%	27,3%	100,0%
	4	Recuento	4	1	0	3	3	1	12
		% de EDAD	33,3%	8,3%	,0%	25,0%	25,0%	8,3%	100,0%
Total		Recuento	42	6	8	37	49	36	178
		% de EDAD	23,6%	3,4%	4,5%	20,8%	27,5%	20,2%	100,0%

El que el grupo 4 (mayores de 55 años) tenga el mayor nivel de desconocimiento puede deberse a que ellos no podían disfrutar de esas ayudas al iniciar los estudios. De los que opinan las valoraciones suelen ser altas: 4 puntos para los grupos 1 y 2. Misma valoración porcentual de 3,4 y 5 puntos en el grupo 3 y misma valoración de 3 y 4 puntos en el grupo 4.

* Opinión según grupo de edad con respecto a la dotación de nuevas cátedras.

Tabla de contingencia EDAD * DOT

			DOT						Total
			0	1	2	3	4	5	
EDAD	1	Recuento	24	0	5	12	24	13	78
		% de EDAD	30,8%	,0%	6,4%	15,4%	30,8%	16,7%	100,0%
	2	Recuento	9	1	9	7	19	11	56
		% de EDAD	16,1%	1,8%	16,1%	12,5%	33,9%	19,6%	100,0%
	3	Recuento	3	0	0	5	15	10	33
		% de EDAD	9,1%	,0%	,0%	15,2%	45,5%	30,3%	100,0%
	4	Recuento	2	0	0	4	5	1	12
		% de EDAD	16,7%	,0%	,0%	33,3%	41,7%	8,3%	100,0%
Total		Recuento	38	1	14	28	63	35	179
		% de EDAD	21,2%	,6%	7,8%	15,6%	35,2%	19,6%	100,0%

La valoración más habitual en todos los grupos es de 4 puntos.

Asociada a estas 15 cuestiones se ofreció a los encuestados que indicaran otros factores importantes que según ellos también hubiesen influido en el gran desarrollo de la Astronomía española (pregunta 35).

OTROS35

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		111	60,7	60,7	60,7
	ACCESO	1	,5	,5	61,2
	ADMCyT	1	,5	,5	61,7
	BECAS	2	1,1	1,1	62,8
	CCAA	1	,5	,5	63,4
	CIELO	1	,5	,5	63,9
	CREAC	1	,5	,5	64,5
	CSIC	1	,5	,5	65,0
	DINERO	2	1,1	1,1	66,1
	DIVULG	4	2,2	2,2	68,3
	ENTUS	1	,5	,5	68,9
	ESA	2	1,1	1,1	69,9
	ESFUERZ	1	,5	,5	70,5
	ESOGTC	1	,5	,5	71,0
	EXT	4	2,2	2,2	73,2
	FONDAEXT	1	,5	,5	73,8
	FPIFPU	1	,5	,5	74,3
	GTC	1	,5	,5	74,9
	INTEGRA	1	,5	,5	75,4
	INTERCAM	1	,5	,5	76,0
	OBS	12	6,6	6,6	82,5
	PEQGRUP	1	,5	,5	83,1
	PLANNAC	5	2,7	2,7	85,8
	POSTDOC	2	1,1	1,1	86,9
	RADIOUB	1	,5	,5	87,4
	RETDINOS	1	,5	,5	88,0
	RETORNO	6	3,3	3,3	91,3
	SITECON	3	1,6	1,6	92,9
	VARIOS	13	7,1	7,1	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

El 29,3% de los encuestados que respondieron aportan algún que otro factor. Sorprende que el 6,6% dijera que un factor muy importante fue la instalación de los Observatorios en las Islas Canarias cuando ya se les había consultado por la firma de los Acuerdos que posibilitaron la colocación en suelo español de dichas instalaciones. El 3,3% ha indicado que ha sido muy importante el retorno de astrónomos españoles que se formaron en el extranjero. El 2,7% destaca la importancia de la implantación de los planes nacionales, especialmente el dedicado a Astronomía y Astrofísica. El 2,2% indica la importancia de la divulgación de la Astronomía y el mismo porcentaje destaca

la interacción con científicos del exterior como un motor de empuje de la Astronomía española.

A continuación se sometió a los encuestados a que opinaran sobre los proyectos de actualidad en los que más dinero se estaba invirtiendo: sobre el GTC (pregunta 36), la Radioastronomía en el OAN (pregunta 37), la participación de España en ALMA (pregunta 38), la entrada de España en ESO (pregunta 39) y la participación española en los proyectos de la ESA (pregunta 40).
Veamos los resultados sobre estas cuestiones de actualidad:

GTC

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	120	65,6	66,7	66,7
	2	5	2,7	2,8	69,4
	3	11	6,0	6,1	75,6
	4	6	3,3	3,3	78,9
	5	4	2,2	2,2	81,1
	6	9	4,9	5,0	86,1
	7	17	9,3	9,4	95,6
	8	8	4,4	4,4	100,0
	Total	180	98,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,6		
Total		183	100,0		

El 65,6% de los que respondieron a la encuesta indicó que cuando se dio luz verde al proyecto de construcción del GTC pensaron que era algo muy conveniente, no sólo para la Astronomía española sino también para el desarrollo tecnológico español.

RADIOOAN

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	59	32,2	32,6	32,6
	2	30	16,4	16,6	49,2
	3	6	3,3	3,3	52,5
	4	17	9,3	9,4	61,9
	5	69	37,7	38,1	100,0
	Total	181	98,9	100,0	
Perdidos	Sistema	2	1,1		
Total		183	100,0		

El desconocimiento de las actividades que realiza el OAN en Radioastronomía es alto (37,7%). El 32,2% indica que el desarrollo en la banda de radio por parte de esta institución es fenomenal ya que es una región poco estudiada en España. Un porcentaje a tener en cuenta (el 16,4%) indica que el desarrollo en radio está bien pero que no debería abandonar el óptico.

ALMA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	99	54,1	54,7	54,7
	2	25	13,7	13,8	68,5
	3	6	3,3	3,3	71,8
	4	10	5,5	5,5	77,3
	5	41	22,4	22,7	100,0
	Total	181	98,9	100,0	
Perdidos	Sistema	2	1,1		
Total		183	100,0		

El 54,1% de los que respondieron indica que la inversión española en ALMA es muy necesaria. El 22,4% desconoce en qué consiste la participación española en este ambicioso proyecto.

ESO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	141	77,0	77,0	77,0
	2	7	3,8	3,8	80,9
	3	6	3,3	3,3	84,2
	4	13	7,1	7,1	91,3
	5	10	5,5	5,5	96,7
	6	6	3,3	3,3	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

Un contundente 77% se alegra de que por fin España entrara a formar parte de este consorcio europeo.

PROYESA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	32	17,5	17,5	17,5
	2	55	30,1	30,1	47,5
	3	17	9,3	9,3	56,8
	4	28	15,3	15,3	72,1
	5	14	7,7	7,7	79,8
	6	37	20,2	20,2	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

La opción más votada entre los que respondieron a la encuesta indica que España participa a un buen nivel en el aspecto científico pero no a nivel de desarrollo instrumental. Son similares los porcentajes de los que opinan que la participación está a un buen nivel en ambos aspectos (científico e instrumental) como de los que opinan que el nivel es bajo. El porcentaje de los que opinan que en el aspecto instrumental el nivel

es bueno y en el aspecto científico es bajo es del 9,3%. El 20,2% afirma desconocer en qué nivel está la participación española en los proyectos de la ESA.

A continuación indicamos la opinión de los astrónomos que han respondido a la encuesta sobre una serie de siete variables (que había que valorar de 1 a 3) que hemos denominado "variables sociológicas".

1- Situación de la Astronomía a nivel mundial (pregunta 41).

SITAST

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	5	2,7	2,9	2,9
	1	14	7,7	8,2	11,2
	2	125	68,3	73,5	84,7
	3	26	14,2	15,3	100,0
	Total	170	92,9	100,0	
Perdidos	Sistema	13	7,1		
Total		183	100,0		

El 68,3% indicó que estamos en el buen camino. El 14,2% que la Astronomía española está en 1ª línea y un 7,7% que el nivel de otros países es mucho más alto.

2- Situación de su grupo de investigación en el ámbito de la Astronomía española (pregunta 42)

SITGRUP

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	10	5,5	5,7	5,7
	1	8	4,4	4,6	10,3
	2	49	26,8	28,0	38,3
	3	108	59,0	61,7	100,0
	Total	175	95,6	100,0	
Perdidos	Sistema	8	4,4		
Total		183	100,0		

El 59% indica que su grupo está en 1ª línea. El 26,8% indica que está progresando rápidamente. El 4,4% indica que el nivel de otros grupos de su misma especialidad en España es más alto.

3- ¿Cómo valora su trabajo de cara a la sociedad? (pregunta 43)

VALORTRAB

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	2	1,1	1,1	1,1
	1	55	30,1	31,4	32,6
	2	102	55,7	58,3	90,9
	3	16	8,7	9,1	100,0
	Total	175	95,6	100,0	
Perdidos	Sistema	8	4,4		
Total		183	100,0		

El 55,7% indica que su trabajo es importante de cara a la sociedad. El 8,7% dice que es fundamental, mientras que el 30,1% indica que hay otros trabajos más importantes.

4- ¿Cómo cree que la sociedad valora el trabajo del astrónomo? (pregunta 44)

VALORSOC

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	4	2,2	2,2	2,2
	1	62	33,9	34,6	36,9
	2	103	56,3	57,5	94,4
	3	10	5,5	5,6	100,0
	Total	179	97,8	100,0	
Perdidos	Sistema	4	2,2		
Total		183	100,0		

El 56,3% percibe que la sociedad valora bien el trabajo de un astrónomo. Un 33,9% percibe que su trabajo no es valorado suficientemente por la sociedad. Sólo un 5,5% indica que la sociedad valora muy positivamente su labor.

5- ¿Cómo es su sueldo con respecto a otras carreras profesionales? (pregunta 45)

SUELDO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	9	4,9	5,1	5,1
	1	70	38,3	40,0	45,1
	2	54	29,5	30,9	76,0
	3	42	23,0	24,0	100,0
	Total	175	95,6	100,0	
Perdidos	Sistema	8	4,4		
Total		183	100,0		

El 23% indica que su sueldo se corresponde con sus méritos. El 29,5% indica que debería ser mejor y el 38,3% que es bajo con respecto a otras carreras.

6- ¿Cómo ve el Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica con respecto a otros planes nacionales? (pregunta 46)

PNAYA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	104	56,8	57,8	57,8
	1	13	7,1	7,2	65,0
	2	50	27,3	27,8	92,8
	3	13	7,1	7,2	100,0
	Total	180	98,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,6		
Total		183	100,0		

Más de la mitad de los que han respondido a la encuesta (el 56,8%) desconoce la valoración del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica respecto a otros programas.

7- ¿Cómo ve su futuro profesional? (pregunta 47)

FUTURO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	4	2,2	2,3	2,3
	1	47	25,7	26,6	28,8
	2	48	26,2	27,1	55,9
	3	78	42,6	44,1	100,0
	Total	177	96,7	100,0	
Perdidos	Sistema	6	3,3		
Total		183	100,0		

El 42,6% ve su futuro resuelto y más de la mitad de los que han contestado ve difícil su futuro en el campo de investigación en el que está trabajando.

En este momento nos gustaría "rescatar" algunos resultados obtenidos en un estudio sociológico de la profesión de astrónomo en España realizado en el año 1998 por Julio Iglesias de Ussel y otros (Astrophysics and Space Science 257: 237-248, 1998).

Se dividió en varias partes.

1- Estudio sociodemográfico.

En este apartado se obtuvo que:
-La edad media de un astrónomo era de 34 años cuando se realizó el estudio. El 60% estaba por debajo de 35 años y el 90% tenía su edad comprendida entre 25 y 45 años.
-Un 78% eran hombres y un 22% mujeres (más que la media europea que se situaba en 1996 en el 10,5%).
-La razón más habitual por la que escogieron su profesión fue la vocación. El 85% volvería a estudiar la misma carrera. El 40% tenía claro ser astrónomo desde su época

de estudios del bachillerato, el 33% mientras estudiaba la carrera y el 27% restante después de terminar la carrera.
-La mayoría de los astrónomos nacieron en un entorno urbano (por ejemplo, un 33% en Madrid y Barcelona).
-Un 50% de los astrónomos están casados y un 55% no tiene hijos. En cuanto a sus cónyuges el nivel de estudios universitarios es el que más predomina.
-El tiempo medio de trabajo es de 9 horas y las tareas de tiempo libre más frecuentes son las de ver la televisión, leer y realizar las tareas domésticas.

2- Educación y estudios

-El 90% realizaron la carrera de Físicas.
-El 50% se licenció en Madrid o Barcelona. Del 50% restante la mayoría lo ha hecho en Granada, Valencia, Zaragoza o La Laguna (las ciudades en las que se encuentran centros de investigación relevantes).
-El 80% terminó su carrera en 5 años.
-Al valorar el programa de estudios de la facultad en la que efectuaron sus estudios (en una escala de menor a mayor de 1 a 10) el 90% le da puntuaciones de 5 o superior, siendo los valores más habituales de 6 y 7 puntos (el 60% de los que respondieron). La facultad mejor valorada fue la de Zaragoza seguido de la Laguna.
-Al valorar el plan de estudios, los astrónomos echan de menos estudiar más sobre Métodos Numéricos y Técnicas, Computación y Estadística.

3- Doctorado

-El 67% tiene estudios de doctorado y el 30% estaba realizando la tesis.
-El 75% comienza el doctorado justo después de su graduación.
-La mayoría concluyó su tesis en 4 años, el 23% en 5 años y el 21% en 3 años.
-El 40% hizo su doctorado en una universidad distinta a la de su graduación.
-El 43% afirma que realizó la mayor parte de su tesis en universidades. El 33% indica que la mayor parte de su tesis fue realizada en otros centros de su investigación (de este porcentaje, un 33% realizó su tesis en el IAC, un 20% en el IAA y el 24% en el extranjero).
-Al valorar el programa de doctorado que han realizado la mayoría de las puntuaciones están entre 7 y 9 puntos (la valoración era de 1 a 10 de menor a mayor valoración).
-El 70% de los doctorados trabajan en el área de investigación en la que focalizaron su tesis.

4- Formación en el extranjero.

-El 40% de los astrónomos españoles ha realizado viajes de estudios al extranjero (de al menos un año de duración).
-Los países más habituales donde se realizan estas estancias formativas son: Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Francia e Italia.
-El 91% publicó algún artículo científico con sus colegas extranjeros.

5- Previsiones de trabajo (una vez formados)

-La mayoría de los astrónomos han encontrado trabajo al poco de graduarse (el 70% en menos de 1 año, el 15% después de 1 año y el 8% después de 2 años).
-Los graduados entre 1970 y 1975 encontraron trabajo enseguida (el 90% en menos de 1 año). Este dato contrasta con los graduados después de 1991 que lo habitual es que encuentren trabajo pasados 2 años.

-El 93% de los astrónomos trabajan en universidades o en centros de investigación (en una proporción de 50-50).
-El 60% de los que respondieron son astrónomos profesionales desde hace 10 años al menos (el 35% 5 años o menos y el 25% entre 6 y 10 años). El 20% ha trabajado más de 16 años (la mitad de ellos supera los 20 años de experiencia).

6- Astronomía como disciplina

-El 38% de los astrónomos que respondieron creen que el prestigio de la Astronomía es poco o ninguno. El 31% piensan que es el adecuado.

Volviendo a "nuestra" encuesta, nos queda conocer cuál es la valoración global del estado de la Astronomía española en 2007 y las aportaciones personales para mejorar la encuesta.

- Mayores necesidades de la Astronomía española (pregunta 48).
No se han obtenido datos estadísticamente significativos a este ítem.

- Valoración global (pregunta 49)

TRABGLOB

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	2	1,1	1,1	1,1
	2	19	10,4	10,5	11,6
	3	103	56,3	56,9	68,5
	4	57	31,1	31,5	100,0
	Total	181	98,9	100,0	
Perdidos	Sistema	2	1,1		
Total		183	100,0		

La valoración que se ha obtenido es: Muy buena (31,1%), Buena (56,3%), Regular (10,4%) y Mediocre (1,1%).

- Aportaciones de los astrónomos españoles a la encuesta (pregunta 50)

APORT1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos		1	,5	,5	,5
	0	145	79,2	79,2	79,8
	1	37	20,2	20,2	100,0
	Total	183	100,0	100,0	

De los 183 astrónomos que respondieron a la encuesta, 37 (el 20,2%) han querido aportar sus ideas. Veámoslas.

Distinguiremos dos clases de aportaciones. Por una parte, impresiones sobre la encuesta o preguntas que echan de menos y por otra parte valoraciones personales sobre algún aspecto actual de la Astronomía española.

Entre las primeras, hemos recibido algunos comentarios sobre la confusión que podía producir algunas preguntas entre la 41 y la 47. En esas preguntas se pedía valorar una serie de cuestiones de 1 a 3 cuando quizás hubiese sido más correcto haber indicado señalar con una X dónde procediese.
Otro comentario radica en que la encuesta debió haberse realizado en un formulario web y no en un correo electrónico. Como respuesta a este comentario debemos decir que se utilizó la segunda opción por optimización. La elaboración de un formulario web que permita enviar una encuesta de forma anónima es sencilla, pero no lo es si se quiere asegurar que quién responde es quién verdaderamente lo tiene que hacer, lo que consumiría demasiado tiempo para los fines que se perseguían.
También se han recibido comentarios de los astrónomos españoles que están realizando su trabajo en el extranjero si deberían cubrir la encuesta. Por supuesto, la respuesta es afirmativa y sus opiniones son de mucho interés a la hora de valorar una cuestión desde dentro o desde fuera.
Otra opinión fue sobre la subjetividad de la encuesta y sobre la importancia dada al OAN en la misma. Sobre lo primero es obvio, toda encuesta es subjetiva por quién la elabora. Sobre lo segundo se justifica en la tradición de la institución, el papel que representa, la dotación económica que maneja y los cambios importantes en su política científica que ha habido en las últimas décadas.
Otro comentario indica que no se contempla que la Astronomía actual está basada en que los astrónomos pueden utilizar instrumentación multirango en cualquier observatorio del mundo, siempre y cuando sean capaces de realizar propuestas competitivas y que tampoco se contempla la importancia fundamental de estancias postdoctorales de los doctores españoles en centros de referencia internacional, que ha permitido la incorporación de nuevas líneas de investigación a la Astronomía española.
Como comentario a esto decir que hemos realizado 50 preguntas que consideramos de interés y que dichas sugerencias y otras cuestiones han quedado fuera para no hacer la encuesta más tediosa.
Ha habido también varias opiniones felicitándonos por esta iniciativa y por el interés de los resultados.

Entre las preguntas que se podrían añadir se señalan las siguientes:

- Más preguntas sobre el futuro laboral incierto de los investigadores.
- ¿Cuántos investigadores que han leído la tesis continúan con la investigación?
- ¿Cuánto tiempo real se emplea en elaborar una tesis? ¿De qué manera influye en los investigadores para su continuidad en la investigación?
- Preguntas destinadas a técnicos y a la relación entre científicos y técnicos.
- Debería preguntarse por el año en la que comenzó la carrera investigadora y el año en la que se leyó la tesis.
- ¿Cuáles son los métodos de ingreso para el personal científico en plantilla?
- Faltan preguntas sobre los criterios y baremos que se aplican en la carrera investigadora.
- Más cuestiones referentes a la ESA y al Plan Nacional del Espacio.
- Algunas preguntas de tipo sociológico como estado civil o número de hijos.
- Alguna pregunta sobre divulgación de la Astronomía
- ¿Cuál fue su primer contacto con la Astronomía?

Citamos a continuación opiniones personales sobre el estado de la Astronomía española en la actualidad.

- Debería haber financiación específica para los centros de investigación con el fin de gestionar ellos mismos programas de doctorado y becas predoctorales independientes del Ministerio. Se debería además poder aceptar estudiantes internacionales y no estar sujeto a un tema o director de tesis determinado.
- La Astronomía española ha mejorado pero sigue por debajo de la italiana, francesa, alemana y británica. Será clave sacar el máximo rendimiento científico al GTC y que éste produzca un gran impacto científico.
- Debería haber más mujeres en puestos de dirección, gestión y decisión.
- Debe definirse claramente una carrera investigadora.
- Debería pasarse la página del voluntarismo a la de una administración que planifique inversiones para desarrollo de instrumentación a largo plazo.
- El OAN se ha olvidado de su papel institucional y se ha mostrado muy crítico con todo lo que no es Radioastronomía. No debió dejar de lado el óptico.
- La calidad científica debería primar por encima del amiguismo y de aspectos políticos a la hora de ocupar un determinado puesto.
- Aunque es necesario que los puestos de trabajo se estabilicen, mi sensación es que cuando un astrónomo consigue una plaza fija su producción científica baja considerablemente. Por otra parte se gastan muchos recursos de forma innecesaria que con una simple colaboración podrían ahorrarse.
- Creo que el mundo de los satélites está bastante abandonado en España, la prueba es que a pesar de tener la sala de control del XMM-Newton en Villafranca el número de investigadores en España trabajando en Astronomía X es escaso.
- La divulgación y comunicación de la Astronomía es un aspecto a potenciar y mejorar. No todo el colectivo astronómico ve con buenos ojos esta actividad.
- Tras el gran avance en infraestructuras ahora toca que España también sea un referente en Ciencia, que haya grupos españoles participando en descubrimientos y grandes avances.
- Para desarrollar la investigación en España deberían crearse contratos y no becas, ayudas ni contratos en prácticas. Esto se debería contemplar dentro del planteamiento de una carrera investigadora con garantías.
- La participación en grandes proyectos implica grandes riesgos para los científicos: no se puede publicar ciencia hasta que el instrumento funciona y las revistas como A&A no publican estudios de desarrollo de misiones e instrumentos impidiendo que los doctorandos que participan en estos proyectos tengan CV competitivos. Este “hueco” editorial podría servir para crear una revista internacional.
- A pesar de la aprobación del Estatuto del becario esto aún no llega a todos. Estudiantes haciendo la tesis gratis o con becas es un síntoma de que algo no funciona. No es razonable que en el gremio científico buena parte de sus trabajadores estén sin contrato.
- La Astronomía va creciendo bien y lo seguirá haciendo en personal y dotaciones. Socialmente está bien considerada. Pero se están montando mafias de amiguetes que promocionan y ayudan a quienes quieren. Este problema, difícil de erradicar, será la principal rémora de la Astronomía española y de la Ciencia en general.

ANEXOS

ANEXO I: CENTROS ESPAÑOLES (O CON PRESENCIA ESPAÑOLA) EN LOS QUE ACTUALMENTE SE INVESTIGA Y/O SE IMPARTE DOCENCIA EN ASTRONOMÍA

CENTROS E INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN NO UNIVERSITARIOS (ORDENADOS POR ANTIGÜEDAD)

- Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA)
- Observatorio Astronómico Nacional (OAN)
- Observatori Fabra (OF)
- Observatori de l´Ebre (OE)
- Centro Astronómico Hispano-Alemán (CAHA)
- Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA)
- Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)
- European Space Astronomy Center (ESAC)
- Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM)
- Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF)
- Institut d´Estudis Espacials de Catalunya (IEEC)
- Instituto de Estructura de la Materia (IEM), a través del Departamento de Astrofísica Molecular e Infrarroja (DAMIR)
- Centro de Investigaciones Energéticas Medio Ambientales y Tecnológicas (CIEMAT), a través de la División de Astrofísica de Partículas.
- Centro de Astrobiología (CAB)

CENTROS UNIVERSITARIOS

ANDALUCÍA
- Universidad de Granada (Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Facultad de Ciencias)
- Universidad de Sevilla (Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Facultad de Física)
- Universidad de Cádiz (Laboratorio de Astronomía y Geodesia, Facultad de Ciencias)
- Universidad de Jaén (Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior)
- Universidad de Almería (Facultad de Matemáticas)

ARAGÓN
- Universidad de Zaragoza (Grupo de Mecánica Espacial, Facultad de Ciencias)

ASTURIAS
- Universidad de Oviedo (Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas)

BALLEARS, ILLES
- Universitat de les Illes Balears (Departamento de Física, Facultad de Ciencias)

CANARIAS, ISLAS

- Universidad de la Laguna (Departamento de Astrofísica, Facultad de Matemáticas, Facultad de Física)
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Escuela Universitaria Politécnica)

CANTABRIA
- Universidad de Cantabria (Departamento de Física Moderna, Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias)

CASTILLA Y LEÓN
- Universidad de Salamanca (Departamento de Física Fundamental, Facultad de Ciencias, Escuela Politécnica Superior de Ávila)
- Universidad de Valladolid (Sección departamental de Matemática Aplicada, Facultad de Ciencias)
- Universidad de León (Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de Ponferrada)

CATALUNYA
- Universitat de Barcelona (Departamento de Astronomía y Meteorología, Departamento de Física Fundamental, Departamento de Matemática Aplicada y Análisis, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Matemáticas, Facultad de Físicas)
- Universitat Autònoma de Barcelona (Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias)
- Universitat Politècnica de Catalunya (Grupo de investigación en Astronomía y Geomática, Grupo de Astronomía y Astrofísica, Facultad de Matemáticas y Estadística)
- Universitat de Girona (Dpartamento de Informática y Matemática)
- Universitat de Vic (Departamento de Física y Matemática Aplicada)

EXTREMADURA
- Universidad de Extremadura (Departamento de Física, Centro Universitario de Mérida)

GALICIA
- Universidade de Santiago de Compostela (Observatorio Astronómico Ramón María Aller, Departamento de Física de Partículas, Facultad de Matemáticas, Facultad de Física, Escuela Politécnica Superior de Lugo)
- Universidade de Vigo (Departamento de Física Aplicada)
- Universidade da Coruña (Departamento de Ciencias Náuticas y de la Tierra)

MADRID
- Universidad Complutense de Madrid (Sección departamental de Astronomía y Geodesia, Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica II, Departamento de Física Atómica Molecular y Nuclear, Facultad de Ciencias Matemáticas, Facultad de Ciencias Físicas)
- Universidad Autónoma de Madrid (Departamento de Física Teórica, Facultad de Ciencias)
- Universidad de Alcalá de Henares (Grupo de Investigación Espacial, Edificio Politécnico)

- Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Física Aplicada, Departamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos, Escuela Técnica Superior de Ingeniería en Topografía, Geodesia y Cartografía)
- Universidad Europea de Madrid (Departamento de Ciencias)

MURCIA
- Universidad de Murcia (Departamento de Matemática Aplicada, Facultad de Química)
- Universidad Politécnica de Cartagena (Departamento de Matemática Aplicada y Estadística)

PAÍS VASCO
- Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (Grupo de Atmósferas Planetarias, Facultad de Ciencias y Tecnología, Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz)

RIOJA, LA
- Universidad de la Rioja (Departamento de Matemáticas y Computación)

VALENCIANA, COMUNITAT
- Universitat de València (Observatorio Astronómico de la Universitat de Valéncia, Departamento de Astronomía y Astrofísica, Grupo de Astronomía y Ciencias del Espacio, Facultad de Ciencias Matemáticas, Facultad de Física)
- Universitat d´Alacant (Departamento de Física Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Departamento de Física Aplicada, Departamento de Matemática Aplicada)
- Universitat Politécnica de València (Departamento de Física Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica Cartográfica y Topográfica)
- Universitat Jaume I deCastelló. (Departamento de Matemáticas)
- Universidad Miguel Hernández deElche(Departamento de Física y Arquitectura de Computadores)

CENTROS MIXTOS

- Instituto de Astronomía y Geodesia –IAG- (CSIC-UCM)
- Instituto de Física de Cantabria –IFCA- (CSIC-UC)

ANEXO II: LIBROS DE TEXTO DE ASTRONOMÍA DESTINADOS A LA DOCENCIA UNIVERSITARIA ESCRITOS POR AUTORES ESPAÑOLES.

Las referencias bibliográficas figuran ordenadas cronológicamente de las más antiguas a las más recientes. No se incluyen traducciones.

CERDÁ, T. (S.J.). *Tratado de astronomía* / interpretació del manuscrit, introducció i notes a cura de Lluís Gassiot i Matas; amb un pròleg de Manuel García Doncel. Edita: Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, 1999 Edición 1ª ed. 162 p. Nota: Manuscrito autógrafo de Tomás Cerdá (Cortes 9/2792) conservado en el Archivo de la Real Academia de la Historia de Madrid, que se publica con la debida autorización Contribución Curso dictado el año 1760 a la Real Cátedra de Matemáticas del Colegio de Sant Jaume de Cordelles, inspirado en la "Philosophia britannica" de Benjamin Martin.

MONTENEGRO, A. *Elementos de geografía astronómica y física*. Publicación: Madrid (Imp. de E. Aguado). 1828. 125 p. 21 cm.

REGUERO ARGUELLES, J. *Astronomía física: nociones de esta ciencia sublime*. Edita: Imprenta del Seminario e Ilustración, Madrid. 1850-1851.

ARBIOL, M. *Tratado elemental de cosmografía*. Publicación Cádiz (Imprenta y Librería de la Revista Médica). 1853. 243 p. 21 cm.

ANCHORIZ, J. M. *Elementos de geografía astronómica, física y política*. Publicación: Valencia (José Rius). 1867. 267 p. 20 cm.

ECHEVARRÍA, A. *Tratado elemental de astronomía*. Editado en Madrid, 1879. 372 p. 23 cm. + atlas de lám.

FERNÁNDEZ, F. *Curso de astronomía náutica y navegación: acompañado de unos elementos de trigonometría, de una colección de tablas para abreviar cálculos de importante y frecuente uso y de algunas nociones y tablas meteorológicas*. 2ª ed. /ilustrada con 7 lám. y 200 grab. intercalados en el texto. Impreso en Cádiz. 1880. 24 cm.

LANDERER, J. J. *Introducción á la astronomía física*. Publicación: Barcelona (Redacción y administración de la "Crónica científica"). 1889. 180 p. 28 cm.

GALÁN, G. *Apuntes para un curso elemental de geodesia. Parte 1, Astronomía*. Editado en Madrid. 1897. 271 p.

CASTRO PULIDO, J. *Nociones de geografía astronómica*. Edita: Fortanet, Madrid. 1900. 98 p.

PUENTE, C. COS, F**.** *Nociones de geografía astronómica y física*. Edita: Estab. Tipog. de los Sucesores de Cuesta, Madrid. 1901. 84 p.

CASTRO PULIDO, J. *Nociones de física del globo*. Imprenta de Fortanet, Madrid. 1903. 143 p.

GALAN, G. *Teoría de los sistemas de unidades para la astronomía y la física matemática*. Publicación: Impr. de Antonio Marzo (Madrid). 1904. 72 p. 24 cm.

ALBIZANDA, M. *Lecciones de astronomía elemental y su relación con la topografía: Primera parte*. Impreso en Segovia (Imp. de la Academia de Artillería). 1919. 110 p. 21 cm.

VELA, A. *Introducción al estudio de la Astronomía esférica*. Edita: Instituto Geográfico, Madrid, 1923. 279 p.

COMAS SOLÁ, J. *Astronomía*. Publicación: Barcelona (Labor), 1925. (Al menos tiene cuatro ediciones más, la segunda en 1927, la tercera en 1933, la cuarta en 1942 y la quinta en 1952)

GALÁN, G. *Lecciones de astronomía general y geodesia*. Edita: Tip. La Académica. Zaragoza, 1929. 286 p.

RIBERA, J. L. *Tratado de astronomía*. Editado en Madrid. 1930.

ALLER ULLOA, R. M. *Introducción a la astronomía*. Edita: CSIC. Madrid, 1943. 486 p. (Tiene una segunda edición en 1957)

LANGREO Y CONTRERAS, M. *Lecciones de astronomía esférica: teoría y uso del teodolito*. Edita: Publicaciones de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, Madrid, 1944. 224 p.

FEBRER CARBÓ, J., CABAL DALBY, E. *Lecciones de astronomía elemental: propias para los cursos de astronomía general de las facultades de ciencias*. Editorial Reverté. Barcelona, 1948. 727 p.

ANÓNIMO. *Curso de astronomía geodésica. vol.3, Determinaciones de precisión*. Edita: Servicio Geográfico del Ejército, Escuela de Geodesia y Topología. Madrid. 1950. 2ª ed. 274 p.

ARMENTER, F. *Astronomía y astronáutica*. Publicación Barcelona (De Gassó).1962. Edición 2a ed., corregida y aumentada por Antonio Paluzie. 513 p. 20 cm.

DE PAULA Y PARDAL, J. *Apuntes de radioastronomía*. Editado en la Ciudad Universitaria. Madrid. 1966. 136 p.

CATURIA SANCHEZ DE NEIRA, J. *Curso de astronomía geodésica: complementos sobre definición, conservación y distribución del tiempo*. Edita: Servicio Geográfico del Ejército, Escuela de Geodesia y Topografia. Madrid. 1969. 274 p.

VERGÉS, M. comp. *Problemas de Astronomía*. Edita: Cátedra de Astronomía de la Universitat de Barcelona. 1969. 190 p. D.L. B. 4540-1970.

CID R. *Curso de Astronomía*. Edita: Universidad de Zaragoza. 1970. 161 p. D.L. Z. 359-1970.

VIVES, T. *Astronomía de posición: espacio y tiempo*. Editado por Alhambra, Madrid. 1971. 372 p. D.L. BI. 1452-1971.

MARTÍN ASÍN, F. *Problemas de Astronomía*. Edita: Instituto Geográfico y Catastral. Madrid. 1973. ISBN: 84-600-5846-8. (Tiene 3 ediciones más. La segunda editada por Paraninfo e ISBN 84-283-1041-6 es de 1980. La cuarta es de 1990 y está editada también por Paraninfo)

MARTÍN ASÍN, F. *Astronomía*. Edita: Paraninfo, Madrid. 1979. 424 p. 21 cm. ISBN: 8430071636. (Tiene dos ediciones más. La segunda en 1982 y la tercera de 1990).

MARTÍN ASÍN, F. *Geodesia y Cartografía matemática*. Edita Paraninfo, Madrid. 1983. 422 p. 24 cm. ISBN: 84-398-0248-X. (Tiene dos ediciones más. La segunda edición es de 1987 y la tercera en 1990).

DOCOBO, J. A., ELIPE, A. *Astronomía: 280 problemas resueltos*. Edita: Servizo de Publicacións e Intercambio Científico da Universidade de Santiago, 1983. ISBN 84-300-9278-1. (Tiene dos ediciones más. La segunda edición es de 1998 y la tercera de 2004).

CID, R. *Curso de geodesia. Tomo I, Teorías auxiliares y geodesia geométrica*. Publicación: Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias, Cátedra de Astronomía y Geodesia, 1985.

FABREGAT, J., GARCIA, M. R., SENDRA, R. *Curso de astronomía: teórica y práctica*. Edita: Ecir, Valencia, 1986. ISBN 84-7065-124-2.

ORUS, J. J. y CATALA, M. A. *Apuntes de astronomía*. Publicación Barcelona: (Universitat de Barcelona. Facultat de Física). 1987. 2 v. (282, 269 p.). 22 cm.
18-REGO, M., FERNÁNDEZ, M. J. *Astrofísica.* Edita: EUDEMA, Madrid, 1988. ISBN 84-7754-027-6.

SEVILLA, M. J. N. *Mecánica celeste clásica*. Editado en Madrid (Instituto de Astronomía y Geodesia). 1989. 290 p. 32 cm. ISBN: 84-87488-00-5.

ESTALELLA, R., ANGLADA, G. *Introducción a la física del medio interestelar*. Publicación Barcelona (Edicions Universitat de Barcelona). 1997. ISBN 8489829004. (Tiene una segunda edición de 1999 con ISBN 8483380986).

CID, R., FERRER, S. *Geodesia. Geométrica, Física y por Satélites*. Edita: Instituto Geográfico Nacional. Madrid. 1997. ISBN: 84-7819-085-6.

CUESTA, R. *Apuntes de Astronomía práctica*. Edita: Equipo Sirius, Madrid, 1998. ISBN 84-86639-85-9

GIMÉNEZ, A. CASTRO-TIRADO, A. J. *Astronomía X*. Edita: Equipo Sirius, Madrid, 1998. ISBN 84-86639-83-2

BATTANER, E. *Introducción a la astrofísica*. Edita: Alianza, Madrid, 1999. ISBN 84-206-5745-X.

REGO, M. FERNÁNDEZ, M. J. *Antares: curso de astronomía y astrofísica*. Edita: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Secretaría General Técnica, Madrid, 2000. ISBN 84-369-3357-5.

GIL CRUZ, A. J., RODRIGUEZ CADEROT, M. G. *Problemas resueltos de Astronomía*. Edita: Equipo Sirius, Madrid, 2000. ISBN 84-86639-97-2.

BATTANER, E., FLORIDO, E. *100 problemas de Astrofísica*. Edita: Alianza, Madrid, 2001. ISBN 84-206-8676-X.

GALADI-ENRIQUEZ, D., GUTIERREZ, J. *Astronomía general: Teoría y Práctica*. Edita: Omega. Barcelona, 2001. ISBN 84-282-1168-X.

MARTINEZ, V. et al. *Astronomia fonamental*. Publicación: València (Universitat de València). 2001. ISBN: 8437051274. (Tiene una segunda edición de 2008 con ISBN 9788437068961).

ABAD, A., DOCOBO, J. A., ELIPE, A. *Curso de Astronomía*. Edita: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2002. ISBN 84-7733-586-9.

BERROCOSO, M. *Notas y apuntes de trigonometría esférica y astronomía de posición*. Edita: Servicio de Publicaciones Universidad de Cádiz, 2003. ISBN 84-7786-651-1.

MARTINEZ, V.et al. *Astronomía fundamental*. Edita: Universitat de València, 2005. ISBN: 84-370-6104-0.

BARRENA, R. ET AL. *Problemas de Astrofísica*. Editorial Abecedario. Badajoz. 2006. ISBN: 84-96560-09-0.

CEPA, J. *Cosmología física*. Editado por Akal (Tres Cantos, Madrid). 2007. 476 p. 24 cm. ISBN: 978-84-460-2533-7.

ORUS NAVARRO, J. J., CATALA POCH, M. A., NUÑEZ DE MURGA, J. *Astronomía esférica y Mecánica Celeste*. Edita: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2007. ISBN: 978-84-475-3059-5.

FUENTES:

- Catálogo de la Red de Bibliotecas del CSIC
- Catálogo de la Biblioteca de la Universidade de Santiago de Compostela
- Catálogo de la Biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid.
- Catálogo de la Biblioteca de la Universitat de Barcelona.
- Catálogo de la Biblioteca de la Universitat de Valencia.

- Catálogo de la Biblioteca de la Universidad de Zaragoza.
- Catálogo de la Biblioteca de la Universidad de Granada.
- Catálogo de la Biblioteca de la Universidad de la Laguna.

NOTA:
Además de las obras arriba consignadas existen colecciones de apuntes mecanografiados correspondientes a determinadas cátedras de Astronomía que no llegaron a tener el status de publicación pero sí una gran difusión entre el alumnado. Entre estos podemos mencionar a los elaborados por el profesor Cid Palacios: Curso de Mecánica Celeste, Transformaciones canónicas, Problema de N cuerpos, Figuras de cuerpos celestes, entre otros.

ANEXO III: LISTADO HISTÓRICO DE PUBLICACIONES PERIÓDICAS DE ASTRONOMÍA EDITADAS EN ESPAÑA

PUBLICACIONES PERIÓDICAS EDITADAS EN UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

*Almanaque Náutico. Pie imprenta San Fernando. 1853-1959. Periodicidad anual. ISSN: 0080-5963. Publicación cerrada. Continuada por "Efemérides astronómicas" (ISSN 0080-5971). Es continuación de "Almanaque náutico y efemérides astronómicas" (ISSN 0210-7368)

*Anuario del Real Observatorio de Madrid. Pie imprenta Madrid 1860-1868. Periodicidad anual. ISSN: 1579-6205. Publicación cerrada. Continuada por "Anuario del Observatorio de Madrid".

*Anuario del Observatorio de Madrid. Pie imprenta Madrid. 1869-1926. Periodicidad anual. ISSN 0210-7619. Publicación cerrada. Continuada por "Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid".

*Boletín mensual del Observatorio de Granada: observaciones meteorológicas y sísmicas. Pie imprenta Granada. 1903-? Periodicidad irregular. ISSN: 9941-418X. Publicación cerrada. Continuada por "Boletín mensual del Observatorio de Cartuja. Observaciones astronómicas, meteorológicas y sísmicas".

*Boletín mensual del Observatorio del Ebro. Pie imprenta Tortosa. 1910-1935. Periodicidad mensual. ISSN 0211-5123. Continuada por "Boletín mensual del Observatorio del Ebro. Serie A" y por "Boletín mensual del Observatorio del Ebro. Serie B"

*Butlletí de l'Observatori Fabra. Secció astronòmica. Pie imprenta Barcelona (Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona). 1919- . Periodicidad irregular. ISSN: 9938-9002. Publicación abierta.

*Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid. Pie imprenta Madrid. 1927- . Periodicidad Anual. ISSN 0373-5125. Es continuación de "Anuario del Observatorio de Madrid". Publicación abierta.

*Boletín astronómico del Observatorio de Madrid. Pie imprenta Madrid.1932- . Periodicidad anual. ISSN 0373-7101.

*Boletín mensual del Observatorio de Cartuja. Observaciones astronómicas, meteorológicas y sísmicas. Pie imprenta Granada. 1934-1948. Periodicidad mensual. ISSN 9941-4198. Publicación cerrada. Es continuación de "Boletín mensual del Observatorio de Granada: observaciones meteorológicas y sísmicas" (ISSN 9941-418X). Continuada por "Boletín mensual del Observatorio de Cartuja: observaciones astronómicas y sísmicas".

*Boletín mensual del Observatorio del Ebro. Serie A. Heliofísica, meteorología y sismología. Pie imprenta Tortosa. 1935-1947. Periodicidad mensual. ISSN: 0366-208X. Escindida en 5 publicaciones (entre ellas "Boletín mensual del Observatorio del Ebro. Heliofísica".

*Urania. Pie imprenta Barcelona (Sociedad Astronómica de España y América). 1935- . Periodicidad Anual. ISSN 0211-4884. Publicación cerrada. Es continuación de "Revista de la Sociedad Astronómica de España y América". Desde 1949 es también órgano de difusión de la UNACA.

*Publicaciones del Observatorio de Santiago. Pie imprenta Santiago de Compostela. 1944-1977. Periodicidad Irregular. ISSN 1130-0906. Publicación cerrada.

*Publicaciones del Observatorio del Ebro. Miscelánea. Pie imprenta Tortosa. 1947- . ISSN: 0211-4534. Periodicidad irregular.

*Boletín del Observatorio del Ebro. Heliofísica. Pie imprenta Tortosa. 1948-1970. ISSN: 0211-5131.

*Publicaciones de la Cátedra de Astronomía de la Universidad de Barcelona. Pie imprenta Barcelona: [s.n., s.a.]. Periodicidad irregular. Publicación cerrada.

*Publicación - Seminario de Astronomía y Geodesia. Pie imprenta Madrid. 1949-1983. Periodicidad Irregular. ISSN 0211-8289. Continuada por "Publicación Instituto de Astronomía y Geodesia". Publicación cerrada.

*Boletín mensual del Observatorio de Cartuja: observaciones astronómicas y sísmicas. 1950-1957. ISSN: 9941-4260. Publicación cerrada. Continuada por "Boletín mensual del Observatorio de Cartuja: observaciones astronómicas y microsísmicas".

*Boletín mensual del Observatorio de Cartuja: observaciones astronómicas y microsísmicas. 1959-1961. ISSN 9967-8969. Publicación cerrada.

*Efemérides astronómicas (San Fernando). Pie imprenta San Fernando (Cádiz). 1960- . Periodicidad Anual. ISSN 0080-5971. Es continuación de Almanaque náutico (San Fernando. 1853). Publicación abierta.

*Boletín de la Sección de Astronomía del Seminario Matemático de Barcelona. Pie imprenta Barcelona: Universidad de Barcelona. Facultad de Ciencias, 1961-1972. Periodicidad irregular. ISSN 0408-5418. Publicación cerrada.

*Almanaque náutico (San Fernando. 1961). Pie imprenta San Fernando (Cádiz). 1961- . Periodicidad anual. ISSN 0210-735X. Publicación abierta.

*Publicaciones del Observatorio del Teide. Pie imprenta Tenerife. 1967-?. Periodicidad irregular.

*Instituto y Observatorio de Marina. Serie C. Rotación de la tierra. Pie imprenta San Fernando, Cádiz. 1970- . Periodicidad irregular. ISSN 0210-6485. Publicación cerrada.

*Publicaciones del Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos. Serie M. Miscelánea. Pie imprenta Barcelona (Universidad de Barcelona): [s.n., s.a.]. Periodicidad irregular. Publicación cerrada.

*Publicaciones del Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos. Serie A. Astronomía y Astrofísica. Pie imprenta Barcelona (Universidad de Barcelona): [s.n.,s .a.]. Periodicidad irregular. Publicación cerrada.

*Publicaciones del Observatorio de Santiago. II Época. Pie imprenta Santiago de Compostela. 1983- . Periodicidad irregular. ISSN 1130-0892. Publicación abierta.

*Publicación - Instituto de Astronomía y Geodesia. Pie imprenta Madrid. 1984- . Periodicidad irregular. ISSN 0213-6198. Publicación abierta.

*Boletín IOM. Pie imprenta San Fernando (Cádiz): Instituto y Observatorio de Marina. 1986-1986. Periodicidad Desconocida. ISSN 1131-5032. Continuada por Boletín ROA. Publicación cerrada.

*Noticias (Instituto de Astrofísica de Canarias). Pie imprenta La Laguna (Tenerife). 1986-1991. Periodicidad irregular. ISSN 0213-893X. Continuada por IAC noticias. Publicación cerrada.

*Boletín ROA. Pie imprenta San Fernando (Cádiz), 1987- . Periodicidad irregular. ISSN 1131-5040. Es continuación de Boletín IOM. Publicación abierta.

*IAC noticias. Edita: Instituto de Astrofísica de Canarias. 1992- . Periodicidad trimestral. ISSN 0213-893X. Publicación abierta.

*LAEFF reporter. Pie imprenta Madrid. 1995- . Periodicidad irregular. ISSN 1135-1802. Publicación abierta.

*Boletín de la Sociedad Española de Astronomía. 1998- . Periodicidad semestral. ISSN 1575-3476.

*IAA. Información y actualidad astronómica (Ed. impresa). Pie imprenta Granada. Instituto de Astrofísica de Andalucía, 2000- . Periodicidad cuatrimestral. ISSN 1576-5598. Publicación abierta.

REVISTAS DE DIVULGACIÓN

*Astronomía y astrofotografía técnica. Pie imprenta Lleida: IMVO, 1982-1984. Periodicidad trimestral. ISSN 0211-8467. Publicación cerrada. Continuada por "Astronomía, astrofotografía y astronáutica".

*Astronomía, astrofotografía y astronáutica Edita: SADEYA. 1985- .Periodicidad bimestral. ISSN 0213-621X.

*Tribuna de astronomía. Pie imprenta Madrid: Equipo Sirus, 1985-1999. Periodicidad mensual. ISSN 0213-5892. Publicación cerrada. Fusionada con “Universo” para formar “Tribuna de astronomía y universo”.

*Universo. Pie imprenta Barcelona: Antares, Ciencia y Ediciones, 1995-1999. Periodicidad mensual. ISSN 1135-2876. Publicación cerrada. Fusionada con “Tribuna de astronomía” para formar “Tribuna de astronomía y universo”.

*Tribuna de astronomía y universo. Pie imprenta Madrid: Equipo Sirius, 1999-2004. Periodicidad mensual. ISSN 1699-7735. Publicación cerrada. Desde 2005 con el título de “Astronomía”.

*Astronomía. Pie imprenta Madrid: Equipo Sirius. 2005- . Periodicidad mensual Continuación de “Tribuna de astronomía y universo”. ISSN: 1699-7751. Publicación abierta.

PUBLICACIONES EDITADAS POR ASOCIACIONES DE ASTRÓNOMOS AMATEURS

*Boletín de la Sociedad Astronómica de Barcelona Pie imprenta Barcelona .1910-? . Periodicidad mensual. Publicación cerrada.

*Revista de la Sociedad Astronómica de España y de América. Pie imprenta Barcelona. 1911-1934. Publicación cerrada. Continuada por “Urania”.

*Aster (1948). Pie imprenta Barcelona (Agrupación Astronómica Aster), 1948-1981. Periodicidad mensual. ISSN 0373-6903. Publicación cerrada. Continuada por Aster (1982).

*Astrum. Pie imprenta Sabadell (Agrupación Astronómica de Sabadell), 1966- . Periodicidad irregular. ISSN 0210-4105. Publicación abierta.

*Boletín de información - Asociación Valenciana de Astronomía. Pie imprenta Valencia (AVA), 1972-1988. Periodicidad mensual. ISSN 1578-2921. Publicación cerrada.

*Agrupación astronómica de Sabadell. Circular informativa. Pie imprenta Sabadell, 1979- . Periodicidad mensual. Publicación abierta (sólo para socios).

*Aster (1982). Pie imprenta. Barcelona, 1982- . Periodicidad mensual. ISSN 0212-6036. Es continuación de Aster (1948). Publicación abierta.

*Aster: butlletí secció de heliofisica. Pie imprenta Barcelona (Agrupació Astronomica Aster), 1993- .

*Agrupación astronómica Albireo. Pie imprenta Sevilla: [s.n., s.a.]. Periodicidad bimestral.

*Boletín informativo - Agrupación Astronómica de Madrid. Pie imprenta Madrid: [s.n., s.a.]. Periodicidad mensual. Publicación cerrada. Continuada por Circular mensual - Agrupación Astronómica de Madrid.

*Circular mensual Agrupación Astronómica de Madrid. Pie imprenta Madrid: [s.n., s.a.]. Periodicidad mensual. Publicación cerrada. Es continuación de Boletín informativo - Agrupación Astronómica de Madrid. Continuada por "Neomenia".

*Neomenia. Edita: Agrupación astronómica de Madrid. 2002- . Publicación trimestral. ISSN: 1887-4258. Publicación abierta.

*Efemérides. Pie imprenta Valencia (Asociación Valenciana de Astronomía): [s.n., s.a.]. Periodicidad anual. Publicación cerrada.

*Halley /Sociedad Astronómica Granadina. Pie imprenta Granada: [s.n., s.a.]. Periodicidad irregular.

*Boletín de información de la Sociedad Malagueña de Astronomía. Pie imprenta Málaga: [1975, 2003]. Periodicidad mensual. Actualmente se edita en formato digital con la denominación "Alrucaba".

*Grupo de estudios astronómicos. Pie imprenta Cerdanyola: [s.n., s.a.]. Periodicidad irregular.

*Sargas. Edita: Sociedade astronómica da Estrada.

*Estela. Edita: Agrupación astronómica cántabra. 1983- . Periodicidad bimestral. ISSN 1888-4679.

*Boletín de Astronomía. Edita: Sociedad de Ciencias Aranzadi. 1987- . ISSN: 1132-2306.

*Meteors. Edita: SOMYCE. 1987- . Periodicidad cuatrimestral.

*Butlletí d´astronomia. Edita: Cosmos, Grup d´Astronomia del Casal Aliança. Mataró. 1988- . Periodicidad trimestral.

*Rigel. Edita: Asociación Valenciana de Astronomía. 1988- . ISSN: 1578-2905. Publicación abierta. Es continuación de "Boletín de información de la AVA".

*Boletín de información de la Asociación Leonesa de Astronomía. 1990-1998. ISSN 1697-5189. Publicación cerrada. Continuada por "Leo".

*Spacex 90. Edita: Agrupación astronómica de Gran Canaria. 1991-2002. ISSN: 1886-9882. Publicación cerrada. Continuada por "Tigotán".

*Huygens. Edita: Agrupación astronómica la Safor. 1996- . Periodicidad bimestral. ISSN 1577-3450.

*Cometa. Edita: Agrupación astronómica de San Fernando. 1997- . ISSN 1575-8451.

*Astronomía amateur. Edita: Agrupación astronómica Aller (Vila de Cruces). 1997- .

*Leo. Edita: Asociación Leonesa de Astronomía. 1998- . ISSN: 1967-5170. Es continuación de "Boletín informativo de la Asociación Leonesa de Astronomía".

*Tigotán. Edita: Agrupación astronómica de Gran Canaria. 2002- . ISSN: 1886-9874. Es continuación de "Spacex 90".

*Astrourense. Edita: Agupación Astonómica de Ourense. 2006- .

*Ciencia: Rías Baixas/Agrupación Astronómica Rías Baixas de Vigo. Gráficas Ezponda 2007- . Publicación abierta.

Fuentes:

- Catálogo de revistas del CSIC
- Catálogo de la Biblioteca Nacional.
- Catálogo de revistas de la biblioteca de la Universidade de Santiago de Compostela.
- Catálogo de revistas de la biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid
- Catálogo de revistas de la biblioteca de la Universitat de Barcelona.
- Catálogo de revistas de la biblioteca de la Universitat de Valencia.
- Catálogo de revistas de la biblioteca de la Universidad de Granada.
- Catálogo de revistas de la biblioteca de la Universidad de Zaragoza.
- Catálogo de revistas de la biblioteca de la Universidad de La Laguna.
- Elaboración propia.

Nota: No se incluyen publicaciones online.

ANEXO IV: CONGRESOS INTERNACIONALES DE ASTRONOMIA CELEBRADOS EN ESPAÑA DESDE MEDIADOS DE 1996

INTERNATIONAL WORKSHOP VISUAL DOUBLE STARS: FORMATION DYNAMICS AND EVOLUTIONARY TRACKS
Fechas: 29 de julio-1 de agosto de 1996.
Lugar: Santiago de Compostela.

QUASAR HOSTS.
Fechas: 23-27 de septiembre de 1996.
Lugar: Tenerife.

ADVANCES IN THE PHYSICS OF SUNSPOTS (1ST.ASPE EUROCONG).
Fechas: 2-6 de octubre de 1996.
Lugar: Tenerife.

POSITIONAL ASTRONOMY AND CELESTIAL MECHANICS (4TH INTERNATIONAL WORKSHOP).
Fechas: 7-11 de octubre de 1996.
Lugar: Peñíscola.

EVN/JIVE SYMPOSIUM NO. 3.
Fechas: 24-25 de octubre de 1996.
Lugar: Alcalá de Henares (OAN).

OBSERVATIONAL COSMOLOGY WITH THE NEW RADIO SURVEYS.
Fechas: 13-15 de enero de 1997.
Lugar: Tenerife.

BROWN DWARFS AND EXTRASOLAR PLANETS.
Fechas: 17-21 de marzo de 1997.
Lugar: Puerto de la Cruz.

SITE PROPERTIES OF THE CANARIAN OBSERVATORIES.
Fechas: 29-30 de octubre de 1997.
Lugar: Santa Cruz de la Palma.

ULTRAVIOLET ASTROPHYSICS BEYOND THE IUE FINAL ARCHIVE.
Fechas: 11-14 de noviembre de 1997.
Lugar: Sevilla.

FIBER OPTICS IN ASTRONOMY III CONFERENCE.
Fechas: 2-4 de diciembre de 1997.
Lugar: Puerto de la Cruz.

FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMET HALE-BOPP.
Fechas: 2-5 de febrero de 1998.
Lugar: Puerto de la Cruz.

LIBRARY AND INFORMATION SERVICES IN ASTRONOMY III: LISA III.
Fechas: 21-24 de abril de 1998.
Lugar: Puerto de la Cruz.

I WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 10-12 de junio de 1998.
Lugar: San Fernando.

X CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS: GLOBULAR CLUSTERS.
Fechas: 16-27 de noviembre de 1998.
Lugar: La Laguna.

THE EVOLUTION OF GALAXIES ON COSMOLOGICAL TIMESCALES.
Fechas: 30 de noviembre-5 de diciembre de 1998.
Lugar: Puerto de la Cruz.

SCIENCE WITH MINISAT 01.
Fechas: 26-28 de abril de 1999.
Lugar: Madrid.

VALENCIA 99-INTERNATIONAL WORKSHOP ON PARTICLES IN ASTROPHYSICS AND COSMOLOGY.
Fechas: 3-8 de mayo de 1999.
Lugar: Valencia.

II WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 17-18 de junio de 1999.
Lugar: Logroño.

OXFORD VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARCHAEOASTRONOMY AND ASTRONOMY IN CULTURE AND THE S.E.A.C. 1999 ANNUAL MEETING.
Fechas: 21-29 de junio de 1999.
Lugar: La Laguna, Tenerife.

IMACS-ACA'99 SESSION: COMPUTER ALGEBRA FOR DYNAMICAL SYSTEMS AND MECHANICS.
Fechas: 24-27 de junio de 1999.
Lugar: Madrid.

EUROPEAN ASTROPHYSICS DOCTORAL NETWORK TWELFTH PREDOCTORAL SCHOOL TOPICS ON BINARY STARS: OBSERVATIONS AND PHYSICAL PROCESSES.
Fechas: 6-17 de septiembre de 1999.
Lugar: Universidad de La Laguna, Tenerife.

THE ELEVENTH CAMBRIDGE WORKSHOP ON COOL STARS, STELLAR SYSTEMS, AND THE SUN.
Fecha: 4-8 de octubre de 1999.
Lugar: Puerto de la Cruz.

XI CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS GALAXIES AT HIGH REDSHIFT.
Fechas: 15-26 de noviembre de 1999.
Lugar: Santa Cruz de Tenerife.

DISKS, PLANETESIMALS AND PLANETS.
Fechas: 24-28 de enero de 2000.
Lugar: Puerto de la Cruz.

ISO BEYOND THE PEAKS --THE 2ND ISO WORKSHOP ON ANALYTICAL SPECTROSCOPY.
Fechas: 2-4 de febrero de 2000.
Lugar: ISO Data Centre, Villafranca del Castillo Satellite Tracking Station.

III WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 8-9 de junio de 2000.
Lugar: Valladolid.

4TH. INTEGRAL WORKSHOP.
Fechas: 4-8 de septiembre de 2000.
Lugar: Alicante.

THIRD MICROQUASAR WORKSHOP.
Fechas: 11-13 de septiembre de 2000.
Lugar: Granada.

IV SCIENTIFIC MEETING OF THE SPANISH ASTRONOMICAL SOCIETY.
Fechas: 11-14 de septiembre de 2000.
Lugar: Santiago de Compostela.

YOUNG EUROPEAN RADIOASTRONOMERS CONFERENCE.
Fechas: 16-20 de septiembre de 2000.
Lugar: Granada.

HISTORICAL DEVELOPMENT OF MODERN COSMOLOGY.
Fechas: 18-22 de septiembre de 2000.
Lugar: Valencia.

EUROPEAN RESEARCH CONFERENCE-FRONTIERS IN PARTICLE ASTROPHYSICS AND COSMOLOGY.
Fechas: 30 de septiembre-5 de octubre de 2000.
Lugar: San Feliu de Guixols.

INTERNATIONAL SYMPOSIUM: ADAPTIVE OPTICS: FROM TELESCOPES TO THE HUMAN EYE.
Fechas: 13-14 de noviembre de 2000.
Lugar: Murcia.

XII CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS-ASTROPHYSICAL SPECTROPOLARIMETRY.
Fechas: 13-24 de noviembre de 2000.
Lugar: Tenerife.

THE PROMISE OF FIRST.
Fechas: 12-15 de diciembre de 2000.
Lugar: Toledo.

QSO HOSTS AND THEIR ENVIRONMENTS.
Fechas: 10-12 de enero de 2001.
Lugar: IAA, Granada.

THE CALIBRATION LEGACY OF THE ISO MISSION.
Fechas: 5-9 de febrero de 2001.
Lugar: ISO Data Centre, Villafranca del Castillo, Madrid.

THE CENTRAL KPC OF STARBURSTS AND AGNS: THE LA PALMA CONNECTION.
Fechas: 7-11 de mayo de 2001.
Lugar: La Palma.

1ST EDDINGTON WORKSHOP-STELLAR-STRUCTURE AND HABITABLE PLANET FINDING.
Fechas: 11-15 de junio de 2001.
Lugar: Córdoba.

SECOND GRANADA WORKSHOP ON STELLAR STRUCTURE: THE EARLY SUN AND ITS INFLUENCE ON PLANETARY EVOLUTION.
Fechas: 18-20 de junio de 2001.
Lugar: Granada.

SUMMER SCHOOL 2001: MM OBSERVING TECHNIQUES AND APPLICATIONS.
Fechas: 14-21 de septiembre de 2001.
Lugar: Sierra Nevada.

IV WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 20-22 de septiembre de 2001.
Lugar: La Manga del Mar Menor (Murcia).

XIII CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS: COSMOCHEMISTRY. THE MELTING POT OF ELEMENTS.
Fechas: 19-30 de noviembre de 2001.
Lugar: Puerto de la Cruz.

SCIENCE WITH THE GTC 10 M TELESCOPE.
Fechas: 5-8 de febrero de 2002.
Lugar: Granada.

COMMUNICATING ASTRONOMY.
Fechas: 25 de febrero-1 de marzo de 2002.
Lugar: Museo de la Ciencia y el Cosmos, La Laguna, Tenerife.

CLASSICAL NOVAE.
Fechas: 20-24 de mayo de 2002.
Lugar: Sitges (Barcelona).

SYMBIOTIC STARS PROBING STELLAR EVOLUTION.
Fechas: 27-31 de mayo de 2002.
Lugar: La Palma.

V WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 20-21 de junio de 2002.
Lugar: Santa María de Albarracín.

EXPLOITING THE ISO DATA ARCHIVE. INFRARED ASTRONOMY IN THE INTERNET AGE.
Fechas: 24-27 de junio de 2002.
Lugar: Parador de Sigüenza.

X-RAY SURVEYS, IN THE LIGHT OF THE NEW OBSERVATORIES.
Fechas: 4-6 de septiembre de 2002.
Lugar: Santander.

5TH SCIENTIFIC MEETING OF THE SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ASTRONOMIA.
Fechas: 9-13 de septiembre de 2002.
Lugar: Toledo.

STAR FORMATION THROUGH TIME.
Fechas: 24-28 de septiembre de 2002.
Lugar: Granada.

THIRD INTERNATIONAL WORKSHOP ON SOLAR POLARIZATION.
Fechas: 30 de septiembre-4 de octubre de 2002.
Lugar: Puerto de la Cruz.

XIV CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS-DARK MATTER AND DARK ENERGY IN THE UNIVERSE.
Fechas: 18-29 de noviembre de 2002.
Lugar: Puerto de la Cruz.

MAGNETIC FIELDS AND STAR FORMATION: THEORY VERSUS OBSERVATIONS.
Fechas: 21-25 de abril de 2003.
Lugar: Madrid.

ING-IAC JOINT CONFERENCE: SATELLITES AND TIDAL STREAMS.
Fechas: 26-30 de mayo de 2003.
Lugar: La Palma.

HOW DOES THE GALAXY WORK? A GALACTIC TERTULIA WITH DON COX AND RON REYNOLDS.
Fechas: 23-27 de junio de 2003.
Lugar: Granada.

VI WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 2-4 de julio de 2003.
Lugar: Señorío de Bertiz.

APHYS-2003 FIRST INTERNATIONAL MEETING ON APPLIED PHYSICS.
Fechas: 15-18 de octubre de 2003.
Lugar: Badajoz.

XV CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS: PAYLOAD AND MISSION DEFINITION IN SPACE SCIENCES.
Fechas: 17-28 de noviembre de 2003.
Lugar: Tenerife.

THIRD GRANADA WORKSHOP ON STELLAR STRUCTURE: TIDAL EVOLUTION AND OSCILLATIONS IN BINARY STARS.
Fechas: 26-28 de mayo de 2004.
Lugar: Granada.

VII WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 28-30 de junio de 2004.
Lugar: San Fernando.

DATA ANALYSIS IN COSMOLOGY.
Fechas: 6-10 de septiembre de 2004.
Lugar: Valencia.

JENAM '04: THE MANY SCALES IN THE UNIVERSE.
Fechas: 13-17 de septiembre de 2004.
Lugar: Granada.

7TH EVN SYMPOSIUM ON NEW DEVELOPMENTS IN VLBI SCIENCE AND TECHNOLOGY.
Fechas: 2-15 de octubre de 2004.
Lugar: Toledo.

XVI CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS - EXTRASOLAR PLANETS.
Fechas: 22 de noviembre-3 de diciembre de 2004.
Lugar: Puerto de la Cruz.

25 YEARS AFTER THE DISCOVERY: SOME CURRENT TOPICS ON LENSED QSOs.
Fechas: 15-17 de diciembre de 2004.
Lugar: Santander.

STELLAR END PRODUCTS.
Fecha: 13-15 de abril de 2005.
Lugar: Granada.

WORKSHOP ON ADAPTIVE-OPTICS ASSISTED INTEGRAL-FIELD SPECTROSCOPY.
Fecha: 9-11 de mayo de 2005.
Lugar: La Palma.

HOT SUBDWARF STARS AND RELATED OBJECTS.
Fechas: 6-10 de junio de 2005.
Lugar: La Palma.

VIII WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 27-29 de junio de 2005.
Lugar: Rianxo (Galicia).

ULTRA-LOW-MASS STAR FORMATION AND EVOLUTION.
Fechas: 2 de junio-1 de Julio de 2005.
Lugar: La Palma.

XXVIII SPANISH RELATIVITY MEETING-A CENTURY OF RELATIVITY PHYSICS.
Fechas: 6-10 de septiembre de 2005.
Lugar: Oviedo.

THE X-RAY UNIVERSE 2005.
Fechas: 26-30de septiembre de 2005.
Lugar: El Escorial, Madrid.

IRAM OBSERVING SCHOOL: MM OBSERVING TECHNIQUES AND APPLICATIONS.
Fechas: 30 de septiembre-7 de octubre de 2005.
Lugar: Pradollano (Sierra Nevada).

ASTRONOMICAL DATA ANALYSIS SOFTWARE AND SYSTEMS XV (ADASS).
Fechas: 2-5 de octubre de 2005.
Lugar: El Escorial, Madrid.

3D SPECTROSCOPY: XVII CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS.
Fechas: 21 de noviembre-2 de diciembre de 2005.
Lugar: Puerto de la Cruz.

THE NATURE OF V838 MON AND ITS LIGHT ECHO.
Fechas: 16-19 de mayo de 2006.
Lugar: La Palma.

THE METAL RICH UNIVERSE.
Fechas: 12-16 de junio de 2006.
Lugar: Los Cancajos, la Palma.

INTERNATIONAL WORKSHOP: THE DARK SIDE OF THE UNIVERSE (DSU2006).
Fechas: 20-24 de junio de 2006.
Lugar: Universidad Autónoma de Madrid.

IX WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 26-28 de junio de 2006.
Lugar: Jaca.

COSMIC STORIES: BERNARD'S JOURNEY ACROSS THE UNIVERSE.
Fechas: 26-30 de junio de 2006.
Lugar: Valencia.

WORKSHOP ON VARIABLE AND BROAD IRON LINES AROUND BLACK HOLES.
Fechas: 26-28 de junio de 2006.
Lugar: ESAC.

THE MULTI-MESSENGER APPROACH TO HIGH ENERGY GAMMA-RAY SOURCES.
Fechas: 4-7 de Julio de 2006.
Lugar: Barcelona.

KEY APPROACHES TO DARK ENERGY.
Fechas: 7-15 de agosto de 2006.
Lugar: Barcelona.

VIITH SEA SCIENTIFIC MEETING: LOS NUEVOS RETOS DE LA ASTROFÍSICA ESPAÑOLA.
Fechas: 12-15 de septiembre de 2006.
Lugar: Barcelona.

57TH INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL CONGRESS IAC 2006.
Fechas: 13-16 de noviembre de 2006.
Lugar: Valencia.

SCIENCE WITH ALMA: A NEW ERA FOR ASTROPHYSICS.
Fechas: 13-16 de noviembre de 2006.
Lugar: Madrid.

THE EMISSION LINE UNIVERSE: XVIII CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS.
Fechas: 20 de noviembre- 1 de diciembre de 2006.
Lugar: Puerto de la Cruz.

ASTRONOMICAL SPECTROSCOPY AND THE VIRTUAL OBSERVATORY.
Fechas: 21-23 de marzo de 2007.
Lugar: European Space Astronomy Center (ESAC).

TELESCOPE AND INSTRUMENTATION ROBOTIZATION AT DOME C.
Fechas: 26-28 de marzo de 2007.
Lugar: Puerto Santiago (Tenerife Sur).

ANGLES SCHOOL ON GRAVITATIONAL LENS MODELLING.
Fechas: 27-30 de marzo de 2007.
Lugar: Universitat de Valencia.

BILBAO MEETING ON NEW STANDARD COSMOLOGY (BICOS 2007).
Fechas: 10-13 de abril de 2007.
Lugar: Bilbao.

PATHWAYS THROUGH AN ECLECTIC UNIVERSE.
Fechas: 23-27 de abril de 2007.
Lugar: Tenerife.

SPACE ASTRONOMY: THE UV WINDOW TO THE UNIVERSE (DEDICATED TO WILLEM WAMSTEKER).
Fechas: 28 mayo-1 de junio de 2007.
Lugar: El Escorial, Madrid.

XMM-NEWTON: THE NEXT DECADE.
Fechas: 4-6 de junio de 2007.
Lugar: ESAC.

METEOROIDS 2007.
Fechas: 11-15 de junio de 2007.
Lugar: Barcelona.

ASYMMETRICAL PLANETARY NEBULAE IV.
Fechas: 18-22 de junio de 2007.
Lugar: La Pama (Islas Canarias).

VII WORKSHOP ON CATASTROPHIC DISRUPTION IN THE SOLAR SYSTEM.
Fechas: 26-29 de junio de 2007.
Lugar: Alicante.

DAC07. DATA ANALYSIS IN COSMOLOGY 2007.
Fechas: 9-12 de Julio de 2007.
Lugar: Santander.

X-RAYS FROM NEARBY GALAXIES.
Fechas: 5-7 de septiembre de 2007.
Lugar: ESAC.

X WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS.
Fechas: 5-7 de septiembre de 2007.
Lugar: Barcelona.

ENCUENTROS RELATIVISTAS ESPAÑOLES - SPANISH RELATIVITY MEETING.
Fechas: 10-14 de septiembre de 2007.
Lugar: Puerto de la Cruz, Tenerife.

YOUNG MASSIVE STAR CLUSTERS - INITIAL CONDITIONS AND ENVIRONMENTS.
Fechas: 11-14 de septiembre de 2007.
Lugar: IAA, Granada.

LOW DEGREE AND LOW FREQUENCY MODES.
Fechas: 18-21 de septiembre de 2007.
Lugar: La Palma.

USING THE GTC AND THIS DAY ONE INSTRUMENTS.
Fechas: 23-28 de septiembre de 2007.
Lugar: La Palma.

THE IRAM OBSERVING SCHOOL: MM-OBSERVING IN TIMES OF HERSCHEL.
Fechas: 28 de septiembre-5 de octubre de 2007.
Lugar: Sierra Nevada.

SPECTROSCOPY IN COSMOLOGY AND GALAXY EVOLUTION 2005-2015.
Fechas: 3-5 de octubre de 2007.
Lugar: Granada.

SUPERNOVAE: LIGHT IN THE DARKNESS (XXIII TROPBADES CIENTÍFIQUES DE LA MEDITERRÀNIA).
Fechas: 3-5 de octubre de 2007.
Lugar: Maó (Menorca).

XIX CANARY ISLANDS WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS.
Fechas: 19-30 de noviembre de 2007.
Lugar: Tenerife.

THE X-RAY UNIVERSE 2008
Fechas: 27-30 mayo de 2008.
Lugar: Granada.

CALAR ALTO INSTRUMENTATION WORKSHOP
Fechas: 11-13 de junio de 2008
Lugar: Granada.

INTERSTELLAR MEDIUM AND STAR FORMATION WITH ALMA - A WORKSHOP IN THE HONOUR OF TOM WILSON
Fechas: 16-17 de junio de 2008.
Lugar: Madrid.

INTERNATIONAL SCHOOL ON ASTROPARTICLE PHYSICS 2008: DARK MATTER IN ASTROPHYSICS AND PARTICLE PHYSICS
Fechas: 21 de junio-1 de julio de 2008.
Lugar: Miraflores de la Sierra, Madrid.

THE 7TH NEON OBSERVING SCHOOL
Fechas: 23 de junio-5 de julio de 2008.
Lugar: La Palma.

XI WORKSHOP IN CELESTIAL MECHANICS
Fechas: 25-27 de junio de 2008.
Lugar: Ezcaray (La Rioja).

16TH EUROPEAN WHITE DWARF WORKSHOP
Fechas: 30 de junio-4 de julio de 2008.
Lugar: Barcelona.

VIII REUNION CIENTIFICA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ASTRONOMIA
Fechas: 7-11 de julio de 2008.
Lugar: Santander.

INTERNATIONAL SCHOOL ON ASTROPARTICLE PHYSICS (ISAPP) 2008: PART II - PROBING THE UNIVERSE WITH NEUTRINOS
Fechas: 16-26 de julio de 2008.
Lugar: Valencia.

2ND BENASQUE WORKSHOP ON MODERN COSMOLOGY
Fechas: 27 de julio-14 de agosto de 2008.
Lugar: Benasque.

COSMOLOGY ACROSS CULTURES
Fechas: 8-12 de septiembre de 2008.
Lugar: Granada.

XX CANARY ISLAND WINTER SCHOOL OF ASTROPHYSICS : LOCAL GROUP COSMOLOGY
Fechas: 17-28 de noviembre de 2008.
Lugar: Puerto de la Cruz, Tenerife.

FUENTE:
Canadian Astronomy Data Centre (http://www3.cadc-ccda.hia-iha.nrc-cnrc.gc.ca/cadc/) y elaboración propia.

ANEXO V: REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA IAU CELEBRADAS EN ESPAÑA

(1972) May 11 -May 13
IAUS 55. X- and Gamma-ray Astronomy. Madrid.

(1978) May 8 -May 12
IAUS 82. Time and the Earth's Rotation. San Fernando.

(1989) Abr 17 -Abr 21
IAUC 120. Structure and Dynamics of the Interstellar Medium. Granada.

(1989) Jun 27 -Jun 30
IAUC 122. Physics of Classical Novae. Madrid.

(1989) Jul 3 -Jul 9
11th European Regional IAU Meetings La Laguna, Tenerife.

(1999) Jun 28 -Jul 2
IAUC 175. The BE Phenomenon in Early-Type Stars. Alicante.

(2002) Ene 21 -Ene 25
IAUC 186. Cometary Science After Hale-Bopp. Puerto de la Cruz.

(2002) Jun 24 -Jun 28
IAUS 212. A Massive Star Odyssey, from Main Sequence to Supernova. Lanzarote.

(2003) Abr 22 -Abr 26
IAUC 192. Supernovae (10 Years of SN1993J). Valencia.

(2006) Dic 10 -Dic 14
IAUS 241. Stellar Populations as Building Blocks of Galaxies. La Palma.

(2008) Nov 3 -Nov 7
IAUS 259. Cosmic Magnetic Fields: from Planets, to Stars and Galaxies. Puerto Santiago, Tenerife.

FUENTE:
http://www.iau.org/

ANEXO VI: MUSEOS DE CIENCIA Y PLANETARIOS EN ESPAÑA

*Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (http://www.mncn.csic.es/). Custodia instrumentación geodésica y algunos meteoritos. Tiene su origen en el Real Gabinete de Historia Natural fundado en 1771.

*Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Madrid (http://www.micinn.es/mnct/index.html). Conserva instrumentos antiguos de astronomía. Creado en 1980.

*Cosmocaixa Barcelona (http://obrasocial.lacaixa.es/centros/cosmocaixabcn_es.html) Tiene planetario. Inaugurado con el nombre de Museu de la Ciencia en 1981. Cambió su denominación en 2004.

*Museos Científicos Coruñeses (http://www.casaciencias.org/) Tiene planetario en la Casa de las Ciencias. Inaugurado en 1985.

*Planetario de Madrid (http://www.planetmad.es/) Inaugurado en 1986.

*Planetario de Castelló (http://planetari.castello.es) Inaugurado en 1991

*Planetario de Cantabria (http://www.unican.es/Centros/nautica/Servicios/Planetario.htm) Instalado en 1990 para uso docente. En 1992 se abrió para el público en general.

*Planetario de Pamplona (http://www.pamplonetario.org/) Inaugurado en 1993.

*Museo de la Ciencia y el Cosmos (Tenerife) (http://www.museosdetenerife.org/). Tiene planetario. Inaugurado en 1993.

*Parque de las Ciencias de Granada (http://www.parqueciencias.com/). Tiene planetario. Inaugurado en 1995.

*Museo de la Ciencia y el Agua (Murcia). (http://www.cienciayagua.org/) Tiene planetario. Inaugurado en 1996.

*Principia Centro de Ciencia (Málaga) (http://www.principia-malaga.com/) Actividades de Astronomía. Inaugurado en 1999.

*Casa de las Ciencias de Logroño (http://casadelasciencias.logro-o.org/) Actividades de Astronomía. Inaugurado en 1999.

*Museo de las Ciencias de Castilla la Mancha (http://www.jccm.es/museociencias/) Tiene planetario. Inaugurado en 1999.

*Museo Elder de la Ciencia y Tecnología (Las Palmas de Gran Canaria) (http://www.museoelder.org/) Con actividades de Astronomía y planetario. Inaugurado en 1999.

*Cosmocaixa Madrid (http://obrasocial.lacaixa.es/centros/cosmocaixamadrid_es.html) Tiene planetario. Inaugurado en 2000.

*Museo virtual de Ciencia (CSIC). (http://museovirtual.csic.es/) Cuenta con una sala virtual de Astronomía. Se creó en el año 2000 con el nombre de Ventana de la Ciencia. Desde 2003 recibe la denominación actual.

*Ciudad de las Artes y las Ciencias (Valencia) (http://www.cac.es/). Actividades de Astronomía en el Museo de Ciencias Príncipe Felipe. Inaugurado en 2000.

*Miramon - Kutxaespacio de la Ciencia (San Sebastian) (http://www.miramon.org/) Tiene telescopio y planetario. Inaugurado en 2001.

*Museo de la Ciencia de Valladolid (http://www.museocienciavalladolid.es/) Tiene planetario. Inaugurado en 2003.

*Planetario de Mallorca (http://www.mallorcaplanetarium.com/) Inaugurado en 2003

ANEXO VII: ASOCIACIONES DE ASTRÓNOMOS AFICIONADOS EN ESPAÑA

Pueden encontrarse facilmente varios listados de asociaciones de astrónomos aficionados en España, como por ejemplo los elaborados en la web de la revista AstronomíA, por la SOMYCE, por la Sociedad Astronómica de Granada, por Ángel Gómez Roldan, por la ASAAF y por la Agrupación Astronómica de Cantabria.
La lista que mostramos aquí se ha elaborado (con algunos añadidos) a partir de la publicada en la web de la revista AstronomíA (http://www.astronomia-e.com/) por estar actualizada a agosto de 2007. Está ordenada por provincias.

ALBACETE
Asociación Astronómica "Alba-5" (Albacete)

ALACANT/ALICANTE
Agrupación Astronómica Universitaria de Alicante (Alacant)
Asociación Astronómica Marina Alta (Dènia)
Agrupación Astronómica de Santa Pola (Santa Pola)
Centro de investigación astronómica de Alicante (Alacant)
Centro Astronómico de Beneixama (Beneixama)
Círculo Astronómico Mediterráneo (Alacant)
Asociación Ilicitana de Astronomía (Elche)
Agrupación Astronómica de Alcoy (Alcoi)
Astroclub (La Mata, Torrevieja)
Ciudad de las estrellas (Alacant)
Asociación de Amigos de la Astronomía de Elda (Alacant)

ALMERÍA
Asociación Astronómica y Cultural Orión (Almería)

ARABA/ÁLAVA
Sociedad Astronómica de Álava (Vitoria-Gasteiz)

ASTURIAS
Sociedad Astronómica Asturiana Omega (Gijón)
Spirit of 33 -International Network of Double Star Observers- (Oviedo)
Aula de Astronomía (Oviedo)

ÁVILA
Centro Astronómico de Ávila (Ávila)

BADAJOZ
Agrupación Astronómica de Mérida (Mérida)
Sociedad Astronómica de Extremadura (Badajoz)

BALEARS, ILLES/ISLAS BALEARES
Agrupación Astronómica de Ibiza
Sociedad de Astronomía Balear
Astromenorca

BARCELONA
Asociación Astronómica de la Autónoma (Universitat Autònoma de Barcelona, Sant Cugat del Vallès)
Agrupació d`Astronomía d`Alella (Can Magarola, Granollers)
Agrupació Astronòmica de Manresa (Manresa)
Agrupació Astronómica de Sabadell (Sabadell)
Agrupación Astronómica de Barcelona ASTER (Barcelona)
Agrupació Astronòmica de Terrassa (Terrassa)
Agrupació Astronòmica d'Osona (Vic)
Agrupació Astronòmica de Castelldefels (Castelldefels)
Grup d'Estudis Astronòmics (Barcelona)
Cosmos. Grup d'Astronomía de Mataró (Mataró)
Grup d'Astronomía de Tiana (Tiana)
Agrupación Astronómica de Gavá (Gavá)
Sociedad Astronómica de España y América –SADEYA- (Barcelona)

BIZKAIA/VIZCAYA
Agrupación Astronómica Vizcaína, Bizkaiko Astronomi Elkartea (Bilbao)
Asociación astronómica de Izarra (Durango)
Asociación Astronómica M 31 (Bilbao)

BURGOS
Asociación Astronómica de Burgos (Burgos)
Agrupación Astronómica Mirandesa Orión (Miranda de Ebro)

CÁCERES
Agrupación Astronómica de Cáceres (Cáceres)
Asesores Astronómicos Cacereños (Cáceres)

CÁDIZ
Agrupación Astronómica de Cádiz Hércules (Cádiz)
Agrupación Astronómica Jerezana Magallanes (Jerez de la Frontera)
Agrupación Astronómica Jerezana Orión (Jerez de la Frontera)
Agrupación Astronómica de San Fernando (San Fernando)
Agrupación Astronómica de Setenil “Stellae” (Setenil de las Bodegas)
Agrupación Astronómica de Castellar “Antares” (Castellar de la Frontera)

CANTABRIA
Agrupación Astronómica Cántabra (Santander)

CASTELLÓ/CASTELLÓN
Societat Astronòmica de Castelló (Castelló)

CIUDAD REAL
Sociedad Astronómica y Geográfica de Ciudad Real (Ciudad Real)
Asociación Daimieleña de Astronomía (Daimiel)
Agrupación Astronómica de Miguelturra (Miguelturra)

CÓRDOBA
Agrupación Astronómica de Córdoba (Córdoba)
Agrupación Astronómica Montillana "Mizar" (Montilla)
Agrupación Astronómica Baenense "Ptolomeo" (Baena)

CORUÑA, A/CORUÑA, LA
Agrupación Astronómica Coruñesa Io (A Coruña)
Clube Compostelán de Astronomía Vega (Santiago de Compostela)
Asociación Astronómica de Bergantiños (Betanzos)
Agrupación Astronómica Cielobarbanza (Sta Uxía de Riveira)
Astronomía na Beirarrúa (Santiago de Compostela)

CUENCA
Agrupación Astronómica de Cuenca (Cuenca)

GIRONA/GERONA
Agrupació d'Afeccionats a l'Astronomia de Girona (Llagostera)
Secció d´Astronomía del Centre Excursionista de Banyoles (Banyoles)
Sociedad Astronómica de Figueres (Figueres)
Associació Astronómica de la Garrotxa (La Garrotxa)

GRANADA
Sociedad Astronómica Granadina (Granada)
Grupo Astrofísico de Granada (Granada)
Vía Láctea. Grupo de aficionados a la observación astronómica (Granada)
Agrupación Astronómica Sexitana Perseo (Almuñécar)

GUIPUZKOA/GUIPÚZCOA
Sociedad de Ciencias Aranzadi (San Sebastián)
Ilatargi Astronomia Taldea (zona Oñati, Arrásate y Bergara)

HUELVA
Agrupación Astronómica Valverdeña CYGNUS (Valverde del Camino)
Asociación cultural Onubense de Astronomía "Andrómeda" (Huelva)
Asociación Astronómica "Pérez Mercader" (Almonte)
Asociación Cultural Amigos de la Física 137 e/hc (Huelva)

HUESCA
Agrupación Astronómica de Huesca (Huesca)

JAÉN
Asociación Astronómica Hubble (Martos)
Asociación Astronómica Quarks (Úbeda)
Sociedad Einstein de Astronomía (Alcalá del Real)

LEÓN
Asociación Leonesa de Astronomía (León)

LLEIDA/LÉRIDA
Societat Astronómica de Lleida (Lleida)
Asociación Astronómica "Josep Mª Esteve" (Montsec de Ager)

LUGO
Asociación Astronómica Cova da Serpe (Lugo)

MADRID
Agrupación Astronómica de la UAM Antares (Madrid)
Agrupación Astronómica Complutense (Alcalá de Henares)
Asociación Astronómica AstroHenares (Coslada)
Agrupación Astronómica de Madrid (Madrid)
Asociación Astronómica Cruz del Norte (Alcobendas)
Asociación de Astronónomos Aficionados de la UCM .ASAAF (Madrid)
Grupo de Protección del Cielo (Madrid)
Grupo M 1 (Collado Villalba)
NTO Nuevas Tecnologías Observacionales (Madrid)

MÁLAGA
Agrupación Astronómica de Málaga SIRIO (Churriana)
Sociedad Malagueña de Astronomía (Málaga)
Astro Ronda (Ronda)

MELILLA
Asociación Rusadir de Astronomía (Melilla)

MURCIA
Agrupación Astronómica de Los Dolores (Los Dolores)
Agrupación Astronómica de la Región de Murcia (Murcia)
Asociación Astronómica de Cartagena (Cartagena)

NAFARROA/NAVARRA
Agrupación Navarra de Astronomía, Nafarroako Astronomia Elkartea (Pamplona, Navarra)

OURENSE/ORENSE
Asociación Astronómica de Ourense (Ourense)
Asociación Cultural Foula (Ourense)

PALENCIA
Agrupación Astronómica Palentina (Palencia)

PALMAS, LAS
Agrupación Astronómica de Gran Canaria (Las Palmas de Gran Canaria)
Asociación de Variabilistas de España (Las Palmas de Gran Canaria)
Grupo de Observadores Astronómicos de Gran Canaria (Gran Canaria)
Grupo SAROS (Vega de San Mateo, Gran Canaria)
Agrupación Astronómica de Fuerteventura (La Oliva, Fuerteventura)
Sociedad de Observadores de Meteoros y Cometas de España –SOMYCE- (Las Palmas de Gran Canaria)
Amigos de la Astronomía de Lanzarote (Lanzarote)

PONTEVEDRA
Asociación Astronómica Sirio de Pontevedra (Pontevedra)
Sociedade Astronómica da Estrada (A Estrada)
Agrupación Astrónómica Rías Baixas (Vigo)
Asociación Astronómica de Vigo (Vigo)

RIOJA, LA
Agrupación Astronómica de La Rioja (Logroño)

SALAMANCA
Organización Salmantina de la Astronáutica y el Espacio (Salamanca)

SEVILLA
Agrupación Astronómica Albireo (Sevilla)
Asociación Astronómica de España (Sevilla)
Asociación Ibn Firnás (La Rinconada)
Asociación Astronómica Cielo del Guadaira (Alcalá de Guadaira)

TARRAGONA
AstroReus (Reus)
Centre d´Astronomia Amateur de Tarragona (Tarragona)
Associació Astronómica Torroja del Priorat

TENERIFE, SANTA CRUZ DE
Agrupación Astronómica de Tenerife (Santa Cruz de Tenerife)
Urania - Sociedad Astronómica de Tenerife (Santa Cruz de Tenerife)
Grupo de Observadores Astronómicos de Tenerife (Santa Cruz de Tenerife)
Asociación Científico-Cultural Shelios (La Laguna)
Agrupación Astronómica Isla de La Palma (Santa Cruz de La Palma)
Agrupación Astronómica Isla de la Gomera (La Gomera)
Cab Astro (La Palma).

TERUEL
Agrupación Astronómica de Teruel Actuel (Teruel)

VALENCIA
Agrupación Astronómica de la Safor (Gandía)
Asociación de Astronomía de la Universitat de Valencia (Valencia)
Astronoms d'Algemesí (Algemesí)
Asociación Valenciana de Astronomía (Valencia)
GEOS - Grupo Europeo de Observadores Estelares (Almàssera)
Grupo de Estudio, Observación y Divulgación de la Astronomía (Valencia)
Agrupación Astronómica de Sagunto (Sagunto)
Grupo de Astronomía de Xàtiva (Xàtiva)

VALLADOLID
Sociedad Astronómica Syrma (Valladolid)

ZARAGOZA
Agrupación Astronómica Aragonesa (Zaragoza)
Grupo Astronómico Silos (Zaragoza)
Grupo Astronómico Universitario Salduie (Zaragoza)
Sociedad Astronómica de Zaragoza (Zaragoza)

EPÍLOGO

Durante la elaboración de esta tesis el doctorando ha realizado los siguientes viajes de investigación:

- Granada (14, 15 y 16 de diciembre de 2005): Durante esta estancia se visitaron las instalaciones del IAA, del Departamento de Física Teórica y del Cosmos y del Observatorio de Cartuja. Se efectuaron entrevistas a los astrónomos Eduardo Battaner, Víctor Costa, Mariano Moles y José María Quintana.

- La Laguna (9 y 10 de febrero 2006): En esta estancia se visitaron la sede del IAC en La Laguna y el Observatorio del Teide. Se efectuaron entrevistas a José Antonio Bonet, Pedro Gómez, Antonio Mampaso, Carlos Martínez, Casiana Muñoz, Mercedes Prieto, Rafael Rebolo, José Miguel Rodríguez Espinosa y Francisco Sánchez.

- Madrid (21, 22, 23 y 24 de marzo de 2006): Se visitaron los siguientes centros: Observatorio Astronómico Nacional (sede del Retiro en Madrid), Departamento de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Física de la Tierra Astronomía y Astrofísica II de la Universidad Complutense Madrid, Sección Departamental de Astronomía y Geodesia de la Complutense, Instituto Geográfico Nacional, ESAC y LAEFF. En estos centros se han efectuado entrevistas a: Rafael Bachiller, Rosa Domínguez Tenreiro, Jesús Gómez, José Félix Lahulla, Carmen Morales, Manuel Rego, Gerardo del Río, Miguel Sevilla y Antonio Talavera. También se efectuó una entrevista a José Pensado Iglesias en su domicilio.

- Valencia (8 y 9 de mayo de 2006): Hemos realizado una visita al Departamento de Astronomía y Astrofísica, Observatorio Astronómico de la Universitat de Valencia tanto en sus modernas instalaciones como en la antigua sede del hoy Rectorado. Se realizaron entrevistas a: Juan Fabregat, Álvaro López y Vicent Martínez.

- Barcelona (29 y 30 de mayo de 2006): Durante esta visita hemos estado en los siguientes centros: Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universitat de Barcelona, sede del IEEC en Bellaterra y el Observatori Fabra. En estos lugares se hicieron entrevistas a: Ramón Canal, Jordi Isern, Jorge Núñez, Eduard Salvador Solé, Blai Sanahuja y Jordi Torra. También se efectuó una entrevista a Asunción Catalá en su domicilio.

- Zaragoza (18 y 19 de octubre de 2007): Hemos entrevistado a Alberto Abad, Manuel Calvo y Antonio Elipe en el edificio de Matemáticas de la Facultad de Ciencias.

- Madrid (26 de marzo de 2008): Durante este desplazamiento hemos visitado la sede del Instituto de Astronomía y Geodesia donde realizamos una entrevista a su director Ricardo Vieira. También hemos estado en el Archivo Histórico de la Universidad Complutense.

Todas estas estancias han sido costeadas con fondos del Observatorio Astronómico Ramón María Aller, de cuyo equipo de investigación forma parte el autor de la Memoria.

CONCLUSIONES

1) Se han descrito los sucesos más relevantes de la Astronomía española desde la época de Alfonso X el Sabio hasta la actualidad.
2) Hemos recogido nuevos resultados sobre la Astronomía española en los siglos XVII y XVIII actualizando los textos clásicos de Historia de la Ciencia en España.
3) Hemos visto cómo afectó al devenir de la Astronomía española el establecimiento en el siglo XVIII del Observatorio de Marina y del Observatorio de Madrid.
4) Se ha descrito someramente cuáles fueron los principales centros donde se enseñó Astronomía fuera de la Universidad, especialmente escuelas de Náutica y escuelas militares.
5) Hemos descrito a los docentes en Astronomía en la universidad española desde mediados del siglo XIX hasta la guerra civil y sus principales contribuciones.
6) Hemos analizado el por qué de la proliferación de varios observatorios astronómicos en España a principios del siglo XX.
7) Se han estudiado una sucesión de hechos relevantes entre 1915 y 1936 que constituyen un período de intensa actividad científica con repercusión internacional.
8) Hemos visto el papel que jugaron las cátedras de Astronomía de la posguerra en mantener vivo el espíritu investigador en momentos muy difíciles y con muy poco apoyo institucional y escasas relaciones internacionales.
9) Se han analizado las claves que influyeron en el despegue de la Astronomía española que tuvo lugar en la década de los setenta y que continúa hasta la actualidad.
10) Se ha dedicado especial atención a los procesos de creación de instituciones punteras como el IAC y el IAA.
11) Se ha analizado el papel jugado por instituciones singulares de la ciencia española como el OAN y el CSIC.
12) Hemos visto la repercusión que ha tenido la creación de la Sociedad Española de Astronomía en el desarrollo de la Astronomía estatal durante los últimos años.
13) Se han descrito los principales logros de los distintos centros de investigación y docencia en Astronomía tanto históricos como surgidos en las últimas décadas.
14) Hemos visto cómo se han ido estableciendo en suelo español distintas instalaciones astronómicas y las consecuencias positivas que han traído consigo.
15) Se ha profundizado en los inicios y en el estado actual de la Astronomía amateur en España.
16) Hemos realizado siete viajes científicos para contactar de primera mano con las personas que representan los pilares básicos de la Astronomía española en la actualidad.
17) Se han realizado entrevistas a destacados astrónomos que han jugado un importante papel en el desarrollo de la Astronomía en España durante las últimas décadas.
18) Hemos visitado algunos de los archivos y bibliotecas que cuentan con información relevante de astrónomos y sobre centros de investigación y docencia en Astronomía.

19) Se ha realizado un estudio pormenorizado sobre los distintos grupos de investigación en Astronomía en las universidades españolas.
20) Hemos descrito las consecuencias de la entrada de España en ESA y ESO.
21) Se ha efectuado una amplia encuesta a la comunidad astronómica española para conocer su estado de opinión sobre diversas cuestiones que le afectan.

Esta Memoria se concluyó durante el mes de enero de 2009, Año Internacional de la Astronomía.

José Ángel Docobo Durántez e Iván Fernández Pérez.