

Astronomía y Universidad

José María Quintana González

Departamento de Astronomía extragaláctica
Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC)
C/ Camino Bajo de Huétor, 50, 18008 Granada

Resumen: Se comentan los momentos históricos en los que la Astronomía española ha progresado de forma más sobresaliente así como la contribución de las universidades a estos progresos en cada uno de ellos. Se distinguen cuatro etapas: Edad Media a partir del siglo X, época de la Ilustración, primeros años del siglo XX y segunda mitad de este mismo siglo XX.

Summary: The historical periods when the Spanish Astronomy has advanced more notoriously and the contribution of the Universities in each period are commented. Four epochs are distinguished: Middle Age from the 10th century, Illustration, first years of the 20th century and second half of this 20th century.

Resum: Es comenten les èpoques històriques en que l'Astronomia espanyola ha tingut els seus progressos més notables i la contribució de les universitats en cada una d'elles. Es distingeixen quatre etapes: Edat Mitjana a partir del segle X, anys de la Il·lustració, primers anys del segle XX y segona meitat d'aquest mateix segle XX.

Conocer el pasado suele ser un factor fundamental para entender el presente y tratar de construir el futuro. Y, si esta aseveración tiene un carácter general, resulta especialmente significativa cuando el objeto de nuestra atención es el hecho científico. No es posible poder predecir un eclipse si anteriormente no hemos observado con detalle los movimientos de los cuerpos celestes involucrados. Del mismo modo, para conocer y comprender mejor la situación de nuestra Astronomía, es necesario tener algunas referencias del pasado. De igual modo sucede con los condicionantes que han influido en su trayectoria, desde los contextos sociales en cada momento hasta el papel que pueden jugar algunas instituciones, como sucede en el caso de la Universidad.

En mi opinión, los momentos de cierta relevancia científica en la historia de la Astronomía española se reducen a cuatro etapas:

1) Edad Media, a partir del siglo X, con la aportación de las versiones árabes de los textos clásicos y los efectos que ello comporta en la ciencia y la cultura occidental.

2) La época de la Ilustración, uno de los más notables intentos de acercar nuestra cultura a las pautas europeas del momento.

3) Los primeros años del siglo XX, con la caída del Imperio español y la necesidad de establecer nuevos objetivos y formas de convivencia para la sociedad de la época.

4) La segunda mitad del siglo XX, con la nueva configuración de la Astronomía moderna y la consolidación de esta actividad científica.

Es evidente que no existe homogeneidad alguna, ni en la duración temporal de estos periodos ni en el peso específico de cada uno de ellos, pero también me parece que esto no es otra cosa que el reflejo de nuestra historia. Así pues, en mi opinión, este modo de plantear el problema puede servir a nuestros fines, que no son otros que los de apuntar una serie de hechos que nos ayuden a entender por qué y cómo hemos llegado a la situación actual.

1

Astronomía española en la Edad Media.

La Astronomía hispanoárabe

No cabe duda de que esta etapa es una de las más brillantes y fecundas de la astronomía española. La aportación cultural hispanoárabe al mundo occidental tiene un valor indiscutible en al Andalus a partir del siglo X, gracias al impulso que Abd al Rahmán II –y sus privilegiadas relaciones con el imperio árabe oriental– proporciona a la cultura musulmana en España. Aportaciones tales como el “Almagesto”, nombre árabe con el que llega a Occidente la traducción de la desaparecida “Syntaxis” de Ptolomeo, la introducción de la Trigonometría, como nuevo método de cálculo desarrollado por los astrónomos hindúes, las geniales aportaciones del matemático persa al Jwarizmi (la numeración decimal y posicional y los fundamentos del álgebra), las notables observaciones astronómicas realizadas por al Battani, los desarrollos instrumentales son solamente una pequeña muestra de estas contribuciones del Oriente.

Comienza así a fraguarse un desarrollo propio que, basado en los conocimientos allegados por las versiones árabes de los tratados clásicos griegos, junto a las aportaciones de otras culturas desarrolladas en oriente (egipcias, caldeo-babilónicas, persas, índicas, etc.), establecen las bases para conferir una personalidad propia a la cultura hispanoárabe que, en un rapidísimo desarrollo, se convierte en referencia inexcusable para la cultura medieval europea y occidental. Es así como se introducen en el mundo cristiano no sólo las ideas, ya olvidadas, de los grandes pensadores griegos, sino también las que otras civilizaciones orientales pudieron elaborar en su día y que eran totalmente novedosas.

En general, las concepciones árabes no se caracterizaban por promover el conocimiento por sí mismo, sino que buscaban la utilidad de esas concepciones; se trataba de conocer las leyes de la Naturaleza para beneficiarse de su aplicación, excluyendo cualquier intención metafísica. Su cultura científica se basa en el conocimiento práctico, aplicable, que se adquiere con la experiencia y la observación. Por eso, en Astronomía, los árabes dan una gran importancia a la confección de “Tablas astronómicas” y a la mejora de los instrumentos de observación. Por otra parte, aunque las bases fundamentales de la cultura árabe son las heredadas de los griegos, la diversidad de las aportaciones de las otras culturas que, con el tiempo, se van añadiendo a esa estructura básica, acaban conformando una concepción muy amplia y heterogénea de sus ideas, aunque ello conlleve una notable falta de rigor conceptual debido a la ausencia de un cuerpo de doctrina coherente.

El siglo XI representa la época de mayor esplendor de la Astronomía hispanoárabe. La influencia de los mejores astrónomos árabes (al Jwarizmi, al Battani, etc.) en los astrónomos de la escuela cordobesa de Maslama al Mayriti y su capacidad para construir y usar la esfera armilar o el astrolabio, potenciaron la elaboración de observaciones propias que, unidas a las recensiones de las mejores obras disponibles en sus bibliotecas, convirtieron a dicha escuela en la más adelantada del mundo occidental. Se trataba de discernir, usando sus propios datos, cual de los diferentes sistemas conocidos era el más adecuado a lo que ellos mismos habían observado. Evidentemente, ese modo de actuar incluía un proceso de análisis crítico, de métodos y concepciones utilizados, lo que prestaba un valor añadido a la mera confección de las tablas astronómicas elaboradas.

Donde más esplendor alcanza la astronomía hispanoárabe es en Toledo. Allí, el caid Ibn Said (Said de Toledo), crea la mejor escuela andalusí con un equipo de astrónomos de primera calidad, entre los que destacan Alí ibn Jálaf o Ibn al Zargala (Azarquiel). Ellos confeccionaron las célebres “Tabulae Toletanae” que rectificaron las de Ptolomeo. Basadas en muy cuidadosas medidas, estas observaciones fueron muy pronto conocidas en toda Europa. En ellas se fija el meridiano de las Islas Afortunadas en lugar del meridiano central de Arín (Ceilán) que, hasta ese momento, era la referencia obligada, lo que significaba el establecimiento del primer meridiano de Oeste a Este capaz de permitir la corrección de un viejo error que afectaba a la extensión del Mediterráneo que, ya desde Ptolomeo, atribuía a dicho mar una dimensión de hasta unos 15 grados mayor de lo que en realidad le correspondía.

Alí Ibn Jalaf aplicó por primera vez la proyección estereográfica meridiana a un instrumento astronómico, de la que nació la idea de confeccionar la “Lámina Universal”, el primer instrumento capaz de realizar observaciones en todas las latitudes. Su tratado sobre éste instrumento se conserva en los “Libros del Saber” de la Astronomía, junto con los detalles para su construcción. En cuanto a Azarquiel –probablemente el “primer astrónomo de Europa hasta Kepler” –hay que destacar sus tratados sobre el movimiento del Sol y las estrellas (descubre el movimiento propio del apogeo solar). Es autor del almanaque más antiguo de Europa después del de Alejandría y principal impulsor de la confección de las famosas “Tabulae Toletanae” que, poco después, constituirían la base de las no menos famosas “Tablas Alfonsinas”, e inventor de un nuevo tipo de astrolabio universal conocido con el nombre de *azafea*, instrumento que resolvía con una sola lámina el engorroso problema del astrolabio tradicional, necesitado del uso específico de una lámina concreta para cada latitud considerada. La entrada de los cristianos en Toledo le obligó a trasladarse a Córdoba donde instaló un pequeño observatorio junto con sus discípulos, que no fueron capaces de proseguir sus trabajos. Con su muerte desaparece también la época más floreciente de la Astronomía hispanoárabe.

Durante el siglo XII decae el interés por la observación a la vez que se tiende a teorizar sin demasiado fundamento. En éste campo destacan personalidades tales como Ibn Bayya (Avempace), Ibn Rushd (Averroes), Ibn Tufail (Abetofail) y al Bitruyi (Alpetragius), cuyo esfuerzo sirve de poco para continuar con los trabajos anteriores, pero representa todavía una importante contribución al progreso de la Astronomía en el mundo occidental. Poco después de esta época sobreviene la decadencia de esta ciencia en Al-Andalus, coincidente con el de la desintegración política (la separación en pequeños reinos o Taifas) y el avance de la Reconquista. Mientras tanto, se ha ido produciendo un lento despertar en la España cristiana que, poco a poco, va asimilando el legado árabe y, a la vez, se ha establecido un *punte cultural* con el resto de Europa asentado en los dos principales centros de traducción instalados en Toledo y Cataluña. Cada vez son más las personalidades europeas que se van involucrando en este quehacer pero, para nuestros fines, interesa destacar el papel que las universidades jugaron en este proceso.

Al contrario de lo que sucede con las *madrasas* árabes, las universidades cristianas se convierten en los grandes centros abiertos a la difusión de los saberes de la época, lo que facilitaba su aplicación a actividades econó-

micas y sociales de gran relevancia (navegación, determinación de distancias, astrología, cosmología, religión, etc.) Estas concepciones se llegan a materializar en la aparición de las ideas renacentistas y su posterior desarrollo, ideas a las que la cultura hispanoárabe sigue sirviendo de base y de plataforma de lanzamiento. Un ejemplo de hasta qué punto estas ideas fueron determinantes en el futuro inmediato de Europa es el de la decisiva influencia de los trabajos de Azarquiel en la confección de las (llamadas) ya citadas “Tablas Alfonsinas”, elaboradas por deseo explícito de Alfonso X el Sabio, casi doscientos años después de la muerte del astrónomo toledano. Durante siglos se convirtieron en referencias inexcusables para la Astronomía, prestando inestimables servicios a la Náutica en la Época de los Descubrimientos.

2 Astronomía española en la Ilustración

Frente a la cada vez menor influencia árabe en el mundo occidental, comienza a aparecer una importante etapa de progreso en la Europa cristiana del momento. En España, no obstante, estas corrientes se desarrollan con menor efectividad. Nuestro país, volcado en el increíble esfuerzo americano, experimenta cada vez más un cierto distanciamiento de las ideas europeas, parcial e irregular, pero que tiene mucha importancia en la sociedad española. El desarrollo de las universidades españolas, condicionadas por la necesidad de disponer urgentemente de personal capacitado para poder gestionar y administrar los intereses americanos, se estanca en un momento en el que los conocimientos y transformaciones sociales crecen rápidamente en el mundo occidental. Toda la sociedad española se va aislando del resto de las sociedades europeas y, con ello, se va apartando también de las grandes creaciones científicas y sociales que emergen en este importante periodo histórico.

Ya hemos indicado más arriba que, como no puede ser de otra forma, este distanciamiento del resto de Europa es parcial e irregular. Existen muchos claroscuros en esta situación, cuyo análisis nos llevaría más lejos de lo que aquí podemos llegar. Pero, en definitiva, podemos considerar que la época de aislamiento cultural perjudicó mucho a la sociedad española en su conjunto. Tampoco las universidades en Europa atravesaban por sus mejores momentos debido a su falta de adaptación a la evolución cultural y científica que conllevaba la adopción del método empírico, propio de la nueva filosofía racionalista, frente a la rutina instalada en el sistema universitario tradicional. De ahí que se fomente la aparición de otro tipo de nuevas insti-

tuciones (Academias, Reales Sociedades, Reales Estudios, Escuelas Técnicas, Colegios profesionales, Reales Gabinetes, Ateneos, etc.), surgidas en toda Europa como fórmulas alternativas a la inoperancia de las instituciones docentes –especialmente de las universidades–, recreadas en España a imagen y semejanza de las foráneas. Estas nuevas formas de actuación aún eran capaces de establecer puentes culturales con sus homólogas en Europa, manteniendo un cordón umbilical con las nuevas ideas emergentes en el mundo occidental.

Comenzaba a tomar forma la idea de que en España las cosas no funcionaban, que su administración era corrupta e inoperante, que el mantenimiento del imperio americano conllevaba un lastre imposible de soportar y que la propia monarquía carecía de soluciones y significaba cada vez menos. En este estado de cosas, se produce en nuestro país un serio intento de alinearnos con las formas de proceder más comunes en los países europeos, tratando de asimilar lo más rápidamente posible las ideas y procedimientos vigentes en los países europeos más desarrollados. La llegada de los Borbones supone un cambio de actitud de la monarquía. Felipe V inicia el acercamiento a formas institucionales comunes a la Europa del momento, especialmente a las de origen francés, colaborando en todos los campos en que fuese posible hacerlo.

La organización de una expedición científica auspiciada por la Academia de Ciencias francesa para tratar de medir un grado cuadrado de la esfera terrestre cercano al ecuador en las proximidades de Quito, Virreinato del Perú, se convirtió en una oportunidad de intensificar la colaboración con la Astronomía francesa, al condicionar la concesión de los permisos oportunos a la posible inclusión de científicos españoles en la propia expedición. Tras el correspondiente acuerdo, se designó a dos jóvenes oficiales de marina, Jorge Juan y Antonio de Ulloa, con 19 y 21 años, como agregados a la expedición por parte española, para que participaran plenamente en la experiencia junto a los académicos Bouguer y La Condamine. Entre 1735 y 1744 se llevaron a cabo con éxito los trabajos previstos, alcanzando los oficiales españoles un alto grado de formación y un notable prestigio en el mundo científico, lo que sirvió de base para que, a propuesta de Jorge Juan, se decidiera crear un observatorio astronómico, anejo a la renombrada Academia de Guardia Marinas de Cádiz. El Marqués de la Ensenada aceptó la idea y en 1753, en el reinado de Fernando VI, entró en funcionamiento como Real Observatorio de Cádiz, concebido a imagen y semejanza del *Royal Greenwich Observatory* inglés creado en 1675 por Carlos II para el estudio de la



Figura 1: Vista panorámica del observatorio de San Fernando en 1928 (cortesía del Real Instituto y Observatorio de la Armada en San Fernando).

Figure 1: Panoramic view of the observatory of San Fernando in 1928 (courtesy of the Real Instituto y Observatorio de la Armada en San Fernando).

Astronomía, con una importante dedicación a la navegación. En 1793 el Real Observatorio de Cádiz fue trasladado a la localidad próxima de San Fernando, donde hoy sigue realizando una importante labor, superando vaivenes políticos y dificultades económicas, en un tono profesional digno del máximo respeto, vinculado siempre a la Marina y, al día de hoy, dependiente del Estado Mayor de la Armada (Fig. 1).

El caso del Observatorio de Madrid es diferente. Aunque creado por Carlos III, inicia sus trabajos en 1790, en el reinado de Carlos IV, dos años después de la muerte de su padre. Nacido con la ambición de parecerse al *Observatoire de Paris*, primero de los grandes observatorios europeos creado por Luis XIV en 1672, el Real Observatorio de Madrid se inició con grandes expectativas, equipado con un material excelente que incluía un telescopio dotado de un espejo de 40 cm, fabricado por el propio William Herschel (Fig. 2), convertido en el segundo más grande de Europa en esa época.

En 1802 se recibieron otros excelentes instrumentos con los que se dotó inicialmente al Observatorio, que fueron convenientemente instalados poco después. Sin embargo, la difícil situación política del momento y la Guerra de la Independencia que sobrevino después, impidieron sacar partido a esos instrumentos, puesto que los edificios e instalaciones del Observatorio fueron incautados por los ejércitos franceses para ser usados como Cuartel General de alguno de sus destacamentos en Madrid. Finalizada la guerra, todo el material científico había desaparecido y solamente algunos restos de la instrumentación dotacional permitían apreciar la magnitud del daño. La

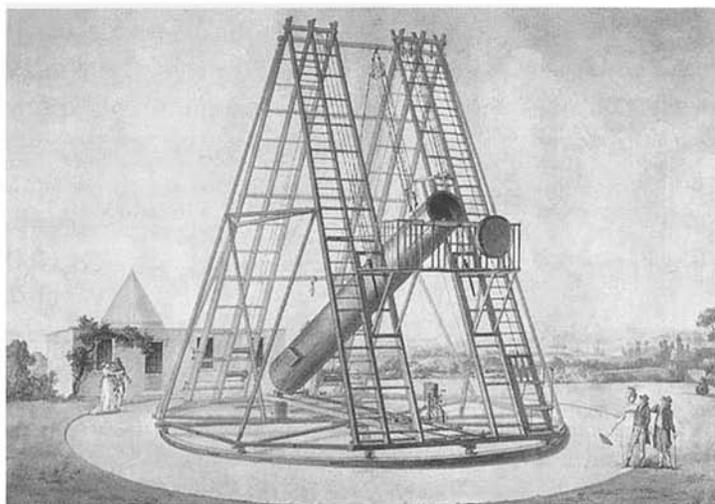


Figura 2: Telescopio de Herschel de 25 pies de longitud (cortesía del Observatorio Astronómico de Madrid).

Figure 2: Herschel telescope with 25 feet of length (courtesy of *Observatorio Astronómico de Madrid*).

recuperación se hizo imposible y la vida del Observatorio languideció durante mucho tiempo a la espera de mejores perspectivas.

El notable impulso cultural de la primera época borbónica quedó cortado de raíz por la Guerra de la Independencia. Los intentos de recuperación de la primera mitad del siglo XIX fracasan sucesivamente dada la conflictiva situación política interna y los problemas en las colonias se agudizan, sin un horizonte de posibles soluciones. En el caso de la universidad, su funcionamiento mejora notablemente durante este periodo en todos los países europeos, hasta el punto de que se puede afirmar que recupera en este siglo el papel de liderazgo cultural que perdió en el siglo XVI. La universidad española, cuyo nuevo modelo de referencia hay que buscarlo en las reformas introducidas por Napoleón en las universidades francesas, experimenta también esa transformación, aunque en un tono mucho más modesto. En nuestro caso, se puede constatar la pugna continua entre lo que los sectores más conscientes necesitan y demandan, frente a la incapacidad y falta de recursos que la Administración ofrece. De ahí que, cuando a finales de siglo comienza a manifestarse nuevamente una inquietud para asumir unos valores intelectuales, ya consolidados en nuestro entorno político, sean algunas instituciones privadas las que tratan de propiciar estos cambios, sin el apoyo estatal que cabría esperar.

3 Los primeros años del siglo XX

Es curioso observar como la pérdida de las colonias tiene como consecuencia indirecta la incorporación a la vida cultural española de un notable número de personas muy experimentadas que, adscritas al aparato del estado colonial o al servicio de instituciones religiosas ligadas al mismo, venían desarrollando muy eficazmente sus actividades en América o en Filipinas. Con ellas, no sólo se incrementan las capacidades reales de la Administración Pública sino que también se enriquece la vida social con la aportación de sus experiencias y deseos de regeneración, en unos momentos tan duros como los que se vivieron a partir de la pérdida de las colonias. En general, se trata de miembros de congregaciones religiosas o del aparato del Estado que venían realizando sus tareas *allende los mares* y que se incorporan a la vida nacional con una fuerte carga de voluntarismo, avalado por experiencias y capacidades bien contrastadas.

En el caso de la Astronomía, la Compañía de Jesús comienza a liderar un movimiento de regeneración científica que tiene como base las experiencias desarrolladas en las colonias con la creación y gestión de los observatorios instalados en los lugares de misión, de tanta importancia para su gestión interna e incluso para la del propio Estado. A finales del siglo XIX, nuevas inquietudes intelectuales intuían la necesidad de comprender mejor los fenómenos naturales para poder avanzar en el conocimiento. Fruto de esa sensibilidad, surgía la convicción de que la observación de la naturaleza constituía un elemento esencial para hacer progresar a la Ciencia.

En particular, los eclipses de Sol de 1900 y 1905, visibles desde la península, propiciaron, en el ambiente anteriormente descrito, la creación de los Observatorios de Cartuja en Granada (1902, véase Fig. 3) y del Ebro en Tortosa (1905), en los que se realizaron importantes esfuerzos, tanto de carácter económico como de dotación de personal. Estos observatorios se estructuraban en tres secciones: Astronomía, Sismología y Meteorología, en forma muy similar a la forma en que se operaba en las colonias y que tan buen rendimiento había dado. Pero aquí la situación no era la misma y el éxito de esta estrategia no iba a ser tan grande, dado que los frecuentes cambios de los responsables de estas instalaciones conllevaban muy a menudo cambios de estrategia en las prioridades científicas de los centros. Esta falta de continuidad en las prioridades de los observatorios supuso una dispersión de esfuerzos que minimizó el rendimiento de los trabajos de forma que, poco a poco, el interés de la Compañía de Jesús fue disminuyendo hasta que la

actividad de los observatorios quedó reducida a la de centros de servicios, más que centros de investigación.

No sólo fue la Compañía de Jesús la que tomó la iniciativa en este intento de participar directamente en el esfuerzo científico europeo. También otras entidades de carácter privado se involucraron en este intento, creándose en esas fechas los observatorios de Fabra en Barcelona (1904) y el de la Universidad de Valencia (1905). Esta Universidad ya lo había intentado en 1786 con la dotación de una Cátedra de Astronomía y su observatorio asociado, proyecto que no llegó a finalizarse. En 1912, el clérigo gallego D. Ramón M^a Aller crea el Observatorio de Lalín que, trasladado en 1939 a otro lugar próximo, se adscribió a la Universidad de Santiago.

Todos estos intentos, iniciados con la mejor voluntad, tropiezan con los problemas derivados de un voluntarismo que, históricamente, ya no es capaz de ser eficaz. A estas alturas, no es posible resolver los problemas característicos de las instituciones científicas con soluciones individuales. Solamente las comunidades científicas vertebradas, con solidez y continuidad en el esfuerzo, están ahora en condiciones de afrontar estos problemas, y la sociedad española de primeros de siglo está muy lejos de poder asegurar esa continuidad en los planteamientos fundacionales. Así, solamente queda el recurso de que la Administración pública asuma estas necesidades, lo que no resulta posible dada la difícil situación económica y política del momento.

4 La segunda mitad del siglo XX

Ya hemos indicado que la mayor parte de las instituciones creadas en los primeros años del siglo XX se mantuvieron activas posteriormente, realizando como buenamente podían las tareas para las que fueron creadas. Sus promotores, como entidades de carácter privado que eran, sabían que la única solución posible para que pudieran seguir realizando sus trabajos era integrarse en alguna estructura de carácter público que pudiese ayudar en su financiación. Las posibles instituciones interesadas en estas tareas se reducían a los departamentos universitarios y a los patronatos de ciertos organismos. Es el caso del Observatorio del Teide, creado en los años sesenta a iniciativa de la Universidad Complutense de Madrid y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.). Este último organismo financiaba también los observatorios de Cartuja y del Ebro.

De este modo, mediados ya los años sesenta, gracias al respaldo de los organismos públicos y con los apoyos económicos necesarios para garantizar

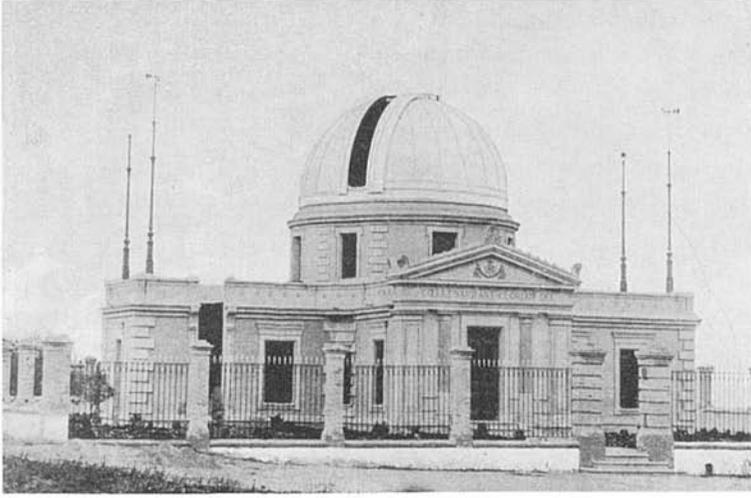


Figura 3: Fotografía del Observatorio de Cartuja recién finalizada su construcción en 1902 (cortesía del Observatorio de Cartuja, Granada).

Figure 3: Photography of the *Observatorio de Cartuja* just finalized its construction in 1902 (courtesy of *Observatorio de Cartuja, Granada*).

la solidez y continuidad que faltaba en los esquemas anteriores, una vez más se pudo iniciar una etapa de puesta al día de los equipos instrumentales, los conocimientos, la formación de personal, la previsión de su futura incorporación, etc., especialmente en los casos de esos tres observatorios. Por otra parte, y a la vista de las buenas condiciones (para llevar a cabo observaciones astronómicas en diversos lugares de nuestro país) que algunos lugares de nuestro país mostraban para la realización de observaciones astronómicas, algunas instituciones europeas establecieron contactos preliminares con otras españolas a fin de considerar las posibilidades de instalar sus instrumentos en España.

Fruto de estos contactos son los programas de trabajo que se desarrollan entre el *Royal Greenwich Observatory* y el *Max Planck Institut* de Lindau con el Observatorio de Cartuja, a través de los correspondientes acuerdos. Este centro acababa de terminar en esos momentos la instalación de un nuevo y moderno telescopio donado por la Universidad de Georgetown, con su correspondiente equipo instrumental (adecuado para la realización de trabajos en el campo de las medidas fotoeléctricas) optimizado para la realización de observaciones astronómicas en el ámbito de la fotometría fotoeléctrica. La instalación del telescopio exigía la construcción de una nueva estación de



Figura 4: Observatorio de Mojón del Trigo.

Figure 4: Observatory of Mojón del Trigo.

montaña que, financiada con sus propios fondos, se edificó en el Mojón del Trigo (Fig. 4), un lugar situado a 2508 m de altura en la falda de Sierra Nevada, elegido con la ayuda del astrónomo francés Jean Rösch, con magníficas condiciones para la observación astronómica. También en Canarias un grupo de astrónomos franceses había mostrado un interés directo, al desarrollar un programa de estudios de luz zodiacal que permitió poner de manifiesto la calidad de la atmósfera en las islas y disponer de las primeras instalaciones observacionales.

El buen resultado de estas colaboraciones y la constatación definitiva de las excelentes condiciones para la observación astronómica que poseen algunos lugares del sureste peninsular y de las Islas Canarias, llaman la atención de algunos importantes centros de investigación europeos, que empiezan a plantearse la posibilidad de aprovechar esas condiciones tan favorables para instalar allí sus nuevos instrumentos. Así, se inician las negociaciones con Alemania y con el Reino Unido para crear los observatorios de Calar Alto en Almería y de Izaña y Roque de los Muchachos en Tenerife y La Palma, respectivamente.

En este momento y con estos planteamientos, comienza a cambiar definitivamente el panorama de la Astronomía en España y se inicia una nueva época en la que la evolución de las actividades en esta disciplina se desarrolla vertiginosamente. Hay que destacar que, aunque aparentemente la universidad no participa en este proceso, indirectamente está muy involucrada en el

mismo y no solo por lo que se refiere a la relación inicial de la Universidad Complutense con el Observatorio de Izaña, sino también por los apoyos que otras ofrecen a estas actividades, como es el caso de las universidades de Barcelona, Granada, Zaragoza y, en menor medida, Santiago.

Los primeros años de la década de 1970 van consolidando la situación anteriormente expuesta. El interés de los países extranjeros por instalar sus instrumentos en España se va afirmando después de estos primeros escarceos, y las instituciones involucradas van tomando posiciones favorables a esa posibilidad, iniciando los contactos preliminares con Alemania entre el *Max Planck Gesellschaft* y la Comisión Nacional de Astronomía, y con el Reino Unido entre el *Royal Greenwich Observatory* y el C.S.I.C. No mucho después, en 1972, se concretan esos contactos con la firma de unos acuerdos entre España y Alemania para la creación del Centro Astronómico Hispano Alemán de Calar Alto. En estos acuerdos, España ofrece facilidades para establecer y mantener la infraestructura necesaria para el funcionamiento del observatorio y recibe a cambio hasta un 10% del tiempo de observación disponible. Como interlocutor por parte de España actúa la Comisión Nacional de Astronomía, una institución sin personal ni presupuesto propios, y sólo con funciones de asesoramiento para la Dirección General del, entonces, Instituto Geográfico y Catastral. Esta Comisión, evidentemente, no era la más apropiada para ser la contrapartida española de la Sociedad Max Planck, pero no hubo lugar a que el incipiente número de astrónomos que advirtieron de este hecho fuese escuchado en sus propuestas. De esa decisión se derivaría posteriormente una dificultosa relación entre las partes, dada la ostentosa diferencia de entidad existente entre ambas representaciones.

La confirmación de las intenciones de Alemania y los avances en las negociaciones con el Reino Unido animan a que, tanto las universidades activas en este campo como y, sobre todo, el C.S.I.C., se decidan a realizar un esfuerzo para impulsar estos estudios. En 1974 este organismo crea el Instituto de Astrofísica de Canarias, con la participación de la Universidad de La Laguna, y en 1975 el Instituto de Astrofísica de Andalucía, ambos con carácter de Centro Propio, dando así respuesta a una situación muy prometedora para la ciencia española. A partir de ese momento, se lleva a cabo un plan de formación de personal que refuerza las actuaciones ya comenzadas con anterioridad para aumentar el número de becarios, a la vez que se crean los primeros puestos de investigador científico en ambos centros.

Las negociaciones con el Reino Unido se van concretando pero, a la vez, se hacen más complejas al extenderse a la participación de otros países

que desean aprovechar el momento para unirse a la idea de instalar en España el grueso de su instrumental astronómico. Es el caso de Holanda, Dinamarca y Suecia, que deciden unirse a las negociaciones con el Reino Unido para crear un nuevo observatorio internacional en el Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma. Los correspondientes acuerdos se firman conjuntamente con esos países en 1979, según los cuales España participa en todas las instalaciones internacionales con un 20% del tiempo de observación, además de participar en programas comunes con todos ellos, para los que se reserva un 5% de tiempo adicional. Casi a continuación, en 1980, se firma un nuevo acuerdo con la Sociedad Max Planck para instalar un gran radiotelescopio en Sierra Nevada (Granada), operado por el *Max Planck Institut für Radioastronomie* de Bonn, capaz de trabajar en el rango de las ondas milimétricas, lo que completa el parque instrumental astronómico instalado en España. En este caso, es el Observatorio Astronómico Nacional el que comparte la responsabilidad de llevarlo a cabo.

Así, la Astronomía española se ve convertida, de pronto, en uno de los centros de interés más notables de Europa, capaz de propiciar importantes colaboraciones con otros países. Nuestra posición geográfica, la favorable climatología derivada de ella y los múltiples emplazamientos posibles para realizar este tipo de trabajos atraen el interés de los países europeos que, ante la necesidad de realizar grandes inversiones en dotaciones de material para llevar a cabo sus —entonces— grandes desarrollos tecnológicos, se ven obligados a procurar la mayor rentabilidad científica de tales inversiones. Evidentemente, ello no se puede conseguir más que trasladando las actividades de investigación a los espacios más adecuados para obtener los mejores resultados, es decir, a los lugares dotados de mejor clima y mayor estabilidad meteorológica.

También en el ámbito espacial tiene nuestro país buenas perspectivas. Somos fundadores de ESRO y ELDO, los dos primeros organismos espaciales europeos creados en la primera mitad de los años 60, que en 1975 se fusionaron en la Agencia Europea del Espacio (E.S.A.). En estos años se disponía en España de un Programa Nacional del Espacio que había intentado ayudar en las tareas de formación de personal y fomento de las actividades espaciales, entre las que se incluían la Astronomía Espacial y otras actividades relacionadas con ella. Este Programa contribuyó mucho a que pudieran llevarse a cabo un conjunto de actividades que, sin su ayuda, hubiesen retrasado el rápido desarrollo de las instituciones españolas en este campo. Con ello, también se había adquirido experiencia en llevar a cabo

trabajos de cierta envergadura que debían ser realizados por organismos de diversas nacionalidades, lo que nos permitía disponer de unas capacidades de las que poco tiempo antes carecíamos. En definitiva, asistíamos al nacimiento de una época nueva y muy diferente a lo que conocíamos, con unas posibilidades de desarrollo insospechadas y con un cierto apoyo institucional, que pocas veces se había ofrecido antes a otras iniciativas científicas en nuestro país. La consiguiente evolución del personal dedicado a estas funciones se presenta en la Tabla 1, donde se compara nuestra situación frente a la de algunos de los países de nuestro entorno en esos momentos iniciales y en la actualidad.

Las enormes inversiones económicas necesarias para desarrollar los programas de investigación en Europa hacían necesario colaborar eficazmente con otros países. Es el caso de organismos tales como la E.S.A. y el C.E.R.N., cuyo funcionamiento se considera adecuado a los fines que se persiguen. También la mayor parte de las instituciones astronómicas europeas intentan organizarse para crear el *European Southern Observatory* (E.S.O.), un proyecto ambicioso para estudiar con medios propios el mal conocido Hemisferio Sur, proyecto en el que se involucraron con éxito la mayor parte de los países europeos, salvo el Reino Unido, España, Portugal y algún otro pequeño país.

En algún momento pudo parecer que esa situación podría repetirse para el Hemisferio Norte, llegando a crear una estructura similar. Pero en este caso las circunstancias eran diferentes y la posibilidad de que los observatorios canarios pudiesen llegar a cumplir esa función se aplazó indefinidamente. De este modo, aunque el parque instrumental europeo en el Hemisferio Norte es realmente importante, su articulación no es todo lo efectiva que

Concepto	España	Francia	R. Unido	Alemania
Astrónomos por millón de habitantes (1975)	1.3	13.0	15.0	8.0
Astrónomos por millón de habitantes (2004)	11.8	16.1	24.5	17.1
Número total de investigadores (2004)	460	950	1470	1400
Tesis publicadas en 2004	15	60	100	65

Fuente: Elaboración propia con datos del *Informe de la Sociedad Española de Astronomía* (2004).

Tabla 1: Número de astrónomos en diversos países europeos.

Table 1: Number of astronomers in several european countries.

1975	1986	2004
●	●	Inst. Astrofísica Andalucía, CSIC
●	●	Inst. Astrofísica Canarias
	●	Inst. Astronomía y Geodesia, CSIC-UCM
		Inst. Estudis Esp. Cataluña, CSIC
		Inst. Estruct. Materia, CSIC
		Inst. Física Cantabria, CSIC-UC
●	●	Inst. y Observatorio Marina
●	●	Inst. Nac. Tec. Aeroespacial (INTA)
		Lab. Astrof. Espacial Fis. Fund. INTA-CSIC
●	●	Obs. Astronómico Nacional
		Obs. Astronómico U. Valencia
●	●	Obs. Astronómico R.M.Aller. U. Santiago
●	●	Dpto. Astronomía U. Zaragoza
		Dpto. Astron. y Astrof. U. Valencia
●	●	Dpto. Astron. y Meteor. U. Barcelona
●	●	Dpto. Astrof. U. Complutense Madrid
●	●	Dpto. Astrofísica U. La Laguna
		Dpto. Ciencias Náuticas U. Coruña
		Dpto. Física U. Alicante
		Dpto. Física U. Europea Madrid
		Dpto. Física U. Extremadura
	●	Dpto. Física U. Illes Balears
		Dpto. Física Aplicada E. Politécnica Alcoi
		Dpto. Física Aplicada U. Jaén
		Dpto. Física Aplicada U. País Vasco
		Dpto. Fis. y Mat. Aplicada U. Oviedo
		Dpto. Fis. Atóm. Nuclear U.C. Madrid
		Dpto. Fis. Moderna U. Cantabria
	●	Dpto. Física Teórica U. Autm. Madrid
		Dpto. Física Teórica U. País Vasco
	●	Dpto. Física Teórica y Cosmos U. Granada
		Dpto. Mat. Aplicada U. Polit. Cartagena
		Dpto. Eng. Informatica U. Rovira i Virgili
	●	Grp. Astron. Astrof. U. Polit. Catalunya
		Grp. Rayos Cósicos U. Alcalá de Henares

Fuentes: Elaboración propia con del *Informe de la Sociedad Española de Astronomía* (2004) y del Informe M. Vázquez Abeledo (1988).

Tabla 2: Centros y departamentos españoles activos en astrofísica en 2004. En las dos primeras columnas se han marcado los centros que ya tenían actividad en 1975 y 1986.

Table 2: Spanish Centers and Departments working on Astrophysics in 2004. Bullets in the first two columns indicate those centers already active in 1975 and 1986.

debería ser, aunque casi todos los instrumentos más grandes de propiedad no común están instalados en España.

La cooperación establecida entre los astrónomos españoles y los extranjeros se ha llevado a cabo desde dos modelos distintos. La primera opción, el modelo alemán desarrollado a partir de los correspondientes acuerdos, buscaba retribuir con una pequeña proporción –“hasta un 10% del tiempo de observación”– a la parte española, sin tratar de involucrar a sus instituciones, que se mostraban interesadas en trabajar de una forma más activa. Esta actitud de desinterés alemán se veía favorecida porque, como ya se ha dicho, las negociaciones por parte española se realizaron sin tomar en cuenta los puntos de vista de los astrónomos, que fueron rechazados a favor de los argumentos basados en la coyuntura política del momento.

La segunda posición, el modelo británico, auspiciada por un mejor entendimiento para facilitar las discusiones de carácter técnico entre científicos españoles e ingleses, además de ser mucho más generosa en las cesiones de tiempos de observación –un 20%, más un 5% para programas comunes–, trataba de involucrar en lo posible a los científicos españoles en sus programas, tanto en las propias estrategias científicas, como en sus líneas de trabajo. Este criterio para la cooperación se extendió al resto de los países que firmaron los acuerdos de Canarias inicialmente y, en ese ambiente, se desarrollaron las primeras colaboraciones con notable éxito.

A la vista de lo expuesto, parece claro que, siendo importantes ambos tipos de relación, para nosotros ha sido mucho más útil y fructífera la desarrollada en Canarias que la desarrollada en Calar Alto. Pero, en lo que todos podemos estar de acuerdo, es en que el resultado final ha hecho que la Astronomía española haya sufrido una total transformación, enormemente positiva y que, en muy poco tiempo, ha sido capaz de adquirir un nivel que la sitúa ya entre las más destacadas del mundo. Disponemos de numerosos trabajos que confirman tales aseveraciones, algunos de los más destacados figuran en el apartado dedicado a la bibliografía. En lo que sigue, haremos una sucinta relación de la evolución que ha seguido este proceso que, por su intensidad, ha sorprendido a propios y extraños.

Los datos de la Tabla 2 muestran una secuencia en la que se resume la situación institucional que existía en 1975, en 1986, alrededor de 10 años después de comenzada la aproximación de los organismos extranjeros a nuestras instituciones, y la situación actual, en 2004. En ella se destaca la aportación que ha realizado la Universidad en ese tiempo, aportación que si inicialmente no parecía muy relevante –hasta entonces solo existían cátedras

Categorías	1975	1983	1986	2004
Numerarios	18	63	102	229
Contratados y becarios	43	118	110	231
Total personal investigador	61	181	211	460

Fuentes: Elaboración propia con *el Informe de la Sociedad Española de Astronomía* (2004), *el Informe M. Vázquez Abeledo* (1988) y *el Informe de A. Cragnolini* (1987).

Tabla 3: Distribución del personal investigador en astronomía en España.

Table 3: Distribution of the Astronomy research staff in Spain.

de Astronomía en los estudios de Matemáticas y únicamente dos asignaturas opcionales de Astrofísica en los estudios de Física— con la creación de las Cátedras y Departamentos de Astrofísica, en los estudios de Física, desarrollaron ya un papel fundamental en su consolidación.

En la Tabla 3 se detalla la distribución del personal en 1975, 1983, 1986 y 2004, reflejando un importante aumento que, en la Tabla 1, se comparó con el número de investigadores en otros países europeos, en los extremos de nuestro intervalo de estudio, 1975 y 2004. En ella se puede observar, lo mismo que en las Tablas 2 y 3, el enorme esfuerzo realizado en España para alcanzar posiciones homologables a las que detentan otros países europeos con mucha más tradición y medios.

Como detalle particular, en la Tabla 4 se incluye un estudio acerca de la evolución del personal en el Instituto de Astrofísica de Andalucía entre los años 1984 y 1988, así como la evolución de las publicaciones en este mismo intervalo de tiempo. La Tabla 5 refleja, asimismo, la evolución del número total de publicaciones disgregada en los diferentes campos de actividad, así como una indicación del número de publicaciones por astrónomo en cada uno de ellos.

CONCEPTO	1984	1985	1986	1987	1988
Personal Científico	4	5	10	15	15
Personal Becario	4	3	1	1	2
Publicaciones Internac.	11	15	20	35	28
Comunicaciones Internac.	4	6	8	5	9
Publicaciones Nacionales	2	1	3	6	1
Comunicaciones Nac.	-	1	-	4	2
Tesis Doctorales	-	1	1	1	4
Tesinas de Licenciatura	1	3	-	1	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Dotación de personal y publicaciones en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (1984-1988).

Table 4: Number of persons and number of publications in the *Instituto de Astrofísica de Andalucía* (1984-1988)

CAMPO	81	82	83	84	85	86	total	PI
Astrometría	3	8	3	6	10	19	25	1.3
Astrofísica Solar	4	3	7	10	–	7	31	5.2
Sistema Solar	4	3	4	2	5	7	25	5.0
Estrellas y Sist. Estelares	8	10	15	17	18	30	98	5.2
Medio Interestelar	1	1	3	8	3	18	34	3.4
Galaxias y Cosmología	4	2	1	6	13	21	47	5.2
Cosmología y Relatividad	7	2	5	9	7	5	35	5.1
Instrumentación Astronom.	1	3	–	4	2	–	10	1.1
TOTAL ANUAL	32	32	38	62	58	107	329	3.25

Fuentes: Elaboración propia a partir de datos tomados del *Informe de M. Vázquez Abeledo* (1988).

Tabla 5: Evolución del número de publicaciones en España por campos de actividad, desde 1981 hasta 1986. PI = Número de publicaciones por investigador.

Table 5: Evolution of the number of publications in Spain for different working fields, from 1981 to 1986. PI = Number of publications per researcher.

Finalmente, en la Tabla 6 se presenta el estudio sobre el número de artículos publicados en las diferentes revistas internacionales en el trienio 1999-2001, según el *Informe sobre el estado de la investigación en Astronomía en España* (1999-2001), realizado a instancias de la Sociedad Española de Astronomía (SEA), en el que se resumen los últimos datos disponibles acerca de las actividades astronómicas en España.

Todos los datos disponibles al día de hoy nos permiten ser optimistas sobre el porvenir de la Astronomía en España. La próxima inauguración del Gran Telescopio de Canarias, la posible entrada en ESO, nuestra presencia en proyectos internacionales como ALMA, la entrada en funcionamiento de la antena española de 40 metros, los nuevos proyectos espaciales en los que estamos involucrados con ESA, la previsible potenciación de la Astronomía Computacional y de las actividades relacionadas con los Observatorios Virtuales, etc., son retos y circunstancias que no podemos ignorar.

5 Conclusión

En mi opinión, estamos razonablemente preparados para hacer frente a los desafíos que el imparable progreso científico nos está planteando cada día si se dispone del apoyo económico e institucional imprescindible. Esta preparación que hoy poseemos es el resultado de todos los acontecimientos relatados en este trabajo, aunque también es cierto que el crisol donde se han forjado nuestras capacidades actuales ha sido la cooperación con otros países de nuestro entorno. Los inicios de esa cooperación han sido excepcionalmente duros, pero el resultado final es altamente estimulante.

REVISTA	#
Acta astronomica	1
Ann. geoph. atmosph. hydrosph. & space sciences	2
Applied optics	7
Astronomy & astrophysics supplement series	59
Astronomy & astrophysics	379
Astronomy lett. journal of astron. & sp. astroph.	1
Astronomische nachrichten	2
Astronomical journal	63
Astroparticle physics	14
Astrophysical journal	18
Astrophysical journal	291
Astrophysical letters & communications	24
Celestial mechanics & dynamical astronomy	6
Chinese astronomy & astrophysic	1
Earth moon & planets	10
Experimental astronomy	4
Geophysical research letters	12
Icarus	18
International journal imaging syst. & technology	1
International journal modern physics A	1
Journal of atmosph. & solar-terrestrial physics	4
Journal of geophysical research-planets	5
Journal of geophysical research-space physics	4
Journal of geophysical research-atmospheres	11
Journal optical soc. Amer. A - Optics imag. sci. vision	2
Journal of quant. spectrosc. & radiative transfer	3
Monthly notices of R. A. society	147
Nature	9
New astronomy reviews	8
New astronomy	9
Nuclear physics B	1
Physics letters A	1
Physical review D	3
Planetary & space science	8
Publications of the astronomical society Japan	1
Publications of the astronomical society Pacific	8
Revista mexicana de astronomía y astrofísica	9
Scientific American	1
Science	10
Solar physics	10
Space science reviews	2
TOTAL	1170

Fuentes: Elaboración propia con datos del *Informe de la Sociedad Española de Astronomía* (2004).

Tabla 6: Número de artículos publicados por científicos españoles en distintas revistas científicas desde 1999 hasta 2001.

Table 6: Number of articles published by Spanish scientists in different scientific journals from 1999 to 2001.

Lo hasta aquí expuesto no ha sido otra cosa que la historia de una aventura científica que, al día de hoy, comienza a parecer lejana y distante de los problemas actuales. Sin embargo, para algunos de nosotros constituye el relato de los momentos en que hemos sabido superar las muchas dificultades que la promoción de las actividades científicas en nuestro país ha represen-

tado en el pasado y que aún representa en la actualidad y que, salvando las distancias, todavía constituye una referencia fundamental que deberíamos tomar en consideración de cara al futuro.

En nuestro caso, los detalles de esta aventura se pueden sintetizar en algunas breves consideraciones:

Hasta mediados los años sesenta la Astronomía española clásica se desarrolla modestamente en centros como el Instituto y Observatorio de la Marina (IOM) en San Fernando (Cádiz), el Observatorio Astronómico Nacional (Madrid), los Observatorios de Cartuja, del Ebro y de Fabra, y las Cátedras Universitarias de Barcelona, Madrid, Santiago y Zaragoza.

Desde mediados los sesenta hasta finales de los setenta se van llevando a cabo los contactos con instituciones extranjeras que acaban concluyendo en los correspondientes acuerdos internacionales para Calar Alto (1972), Canarias (1979) y Pico Veleta (1980). En este periodo se crean los institutos de Astrofísica de Canarias (1974) y de Andalucía (1975). En algunas universidades se crean nuevas cátedras y departamentos de Astrofísica que dan un fuerte impulso a la docencia y a la investigación.

Según expone M. Vázquez Abeledo (1987): «Estas dos fases anteriores se han desarrollado en medio de grandes dificultades, que se han podido vencer gracias a la gestión decidida de un número muy reducido de personas, situación de la cual se ha derivado una buena dosis de personalismo en la gestión actual. Sin embargo, estimo que este factor irá desapareciendo conforme los astrónomos hispanos alcancen una masa crítica y se aumenten las relaciones entre los diversos centros.»

Desde finales de los ochenta hasta la actualidad, el crecimiento de las actividades ha sido progresivo y continuado como se puede observar en los datos recogidos en la Tabla 6, en la que, sobre el total de 1170 publicaciones correspondientes al trienio 1999-2001, han sido ya contabilizadas 5699 citas, que corresponden a una media de 5 citas por artículo, con un índice de impacto medio de 3.27.

El futuro de esta aventura está, lógicamente, por escribir. En otra conferencia de estas jornadas se trata extensamente este punto; pero por lo que a nosotros respecta, entendemos que la Astronomía española está muy bien situada para poder alcanzar un nivel relevante entre los países más destacados del mundo. Así lo esperamos y deseamos, contando con la mejor generación de astrónomos que jamás ha podido tener nuestro país, así como los mejores recursos para poder llevar a cabo dicha tarea.

Agradecimientos

Quiero agradecer a los organizadores de estas Jornadas su invitación a participar en esta Conmemoración de las actividades científicas desarrolladas en Mallorca en ocasión de la observación del eclipse solar de 1905. También desearía excusarme por realizar mi contribución en castellano puesto que no conozco suficientemente el idioma en el que, de forma mayoritaria, lo harán otras aportaciones.

Referencias

- Cragolini, A. 1987. Incidencia de la cooperación internacional en la dinámica de una disciplina científica: El caso de la Astrofísica en España. Ponencia presentada al Seminario Internacional del Consejo Interamericano de Estudios en Política Científica. San José. Costa Rica.
- Vázquez Abeledo, M. 1987. Informe sobre la Ciencia en España. Astrofísica. Informe elaborado por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Ministerio de Educación y Ciencia: 143-156
- Orte, A. 1981. Informe sobre la Astronomía española. Estudios e Informes. CSIC.
- Quintana, J. M. 1984. La Astronomía española. Estudio acerca de su situación y futuro. Estudios e Informes. CSIC.
- Quintana, J. M. 1989. La vida de la Física. La astronomía en Andalucía. Revista Española de Física, 3,2: 3-13.
- Piñar Samos, J. 2004. Astros, sismos y meteoros: 100 años de actividad científica en el Observatorio de Cartuja (Granada). Andalucía en la Historia, nº 5. 1-12.