



info **Espacio**

Boletín Informativo • Space Magazine

La investigación en Espacio desde el Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Space research in the High Council
for Scientific Research



Entrevista
Interview

Rafael Rodrigo

Presidente del Consejo Superior
de Investigaciones Científicas

President of the Higher Council for Scientific Research

pág_11

editado por / edited by:


proEspacio



La investigación en Espacio desde el Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Space research in the High Council for Scientific Research

Varios centros adscritos al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el mayor organismo público de investigación en España, se dedican a explorar los secretos del Universo desde todos los ámbitos científicos. Resumimos la actividad de diez de ellos.

La Astronomía moderna en España cuenta con más de 100 años de actividad. En estos años, gracias a las excelentes condiciones para la observación celeste de muchas regiones españolas, la investigación en Espacio se ha intensificado, con la apertura de numerosos centros de estudio de los astros y modernos observatorios que, por su disposición, son fundamentales para el estudio planetario internacional. Algunos de ellos se coordinan desde el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en gran medida con financiación de otras instituciones, como universidades o gobiernos autonómicos. Este carácter mixto redundará en una colaboración entre organismos públicos que permite abordar programas de mayor envergadura y contar con especialistas procedentes de distintos ámbitos. A día de hoy, la astronomía en España goza de una salud envidiable, con institutos que se ocupan del estudio de disciplinas como la astrobiología, la astrofísica, la astrofísica infrarroja, la cosmología teórica, la mecánica celeste, las astropartículas y la observación solar, entre otras especialidades.

Several centres that form part of the High Council for Scientific Research, Spain's largest public research body, are focusing their activity on exploring the secrets of the Universe in all scientific fields. We summarize the activity of ten of them.

Modern astronomy in Spain has now been active for more than a century. Over the years, thanks to the excellent conditions for observing the sky in many regions of Spain, space research has intensified with centres for studying the stars and modern observatories whose locations make them essential for international planetary research. Some of them are coordinated by the High Council for Scientific Research (CSIC), which also receive funding from other institutions, such as universities or autonomous governments. This mixed nature results in a cooperation between public bodies that make it possible to undertake larger-scale programmes and access specialists from various fields. Currently, astronomy in Spain is in an enviable position, with institutes involved in studying such disciplines as astrobiology, astrophysics, infrared astrophysics, theoretical cosmology, celestial mechanics, astroparticles and solar observation, along with other specialities.



La astronomía moderna en España

De los centros de astronomía que en la actualidad se adscriben al CSIC, el primero data de 1902. Fue fundado por la Compañía de Jesús en Granada, con el nombre de Observatorio de la Cartuja. Dos años después la misma compañía fundó el Observatorio del Ebro. El primero de ellos disponía en esa época de una estación de montaña situada en una colina en las afueras de la ciudad de Granada, a 774 metros de altura, y ofrecía un 60% de noches despejadas que permitían observaciones astronómicas regulares. Con el tiempo, debido al crecimiento de la ciudad, el Observatorio se trasladaría al Mohón del Trigo, a 2.605 m de altitud. Desde sus inicios este observatorio estaba dotado de un pequeño telescopio Cassegrain de 32 cm de apertura que era utilizado conjuntamente con el Royal Greenwich Observatory (RGO) del Reino Unido para llevar a cabo estudios de fotometría estelar. La estación disponía también de un fotómetro automático, propiedad del Instituto Max Planck para la Astronomía de Heidelberg (Alemania), cuya finalidad era proporcionar medidas de las emisiones del oxígeno atómico atmosférico para estudiar los fenómenos de luminiscencia nocturna. A partir de la segunda mitad del siglo XX y durante tres décadas la actividad en este centro fue incesante, siempre en colaboración con observatorios astronómicos del extranjero, como el Observatorio de la Universidad de Georgetown, en EE.UU. En 1972 se estableció un convenio entre la Compañía de Jesús y la Universidad de Granada, en virtud del cual el Observatorio de la Cartuja pasaba a depender de la propia Universidad y por tanto se convertía en un centro público coordinado con el CSIC.

Fue sin duda en la década de los setenta cuando comenzó el auge de la astronomía moderna en España. Los nuevos telescopios que se estaban fabricando entonces en Europa debían ser instalados en lugares excelentes para que la observación astronómica se llevara a cabo en óptimas condiciones, lo que colocó a nuestro país en una situación de privilegio. El Reino Unido, Alemania, Suecia y Holanda, entre otros países europeos, comenzaron a interesarse por las condiciones astronómicas de algunas regiones y pronto iniciaron negociaciones con el Gobierno Español para tratar de establecer los correspondientes acuerdos de colaboración en el ámbito de la astronomía.

Algunas zonas de las Islas Canarias y del Sureste de la Península destacaban claramente entre un conjunto muy amplio de lugares potencialmente interesantes y fue en ellas donde se instalaron los primeros grandes complejos europeos de observación del Hemisferio

Norte, en concreto en La Palma, Tenerife, Almería y Granada. Sin embargo, la actividad astronó-



Observatorio del Teide

Modern astronomy in Spain

From the Spanish astronomic centres which nowadays are part of the CSIC, the first one dates from 1902. It was established by the Companions of Jesus in Granada, and was known as the Cartuja Observatory. Two years later, the same Companions established the Ebro Observatory. The former was equipped at that time with a mountain station on a hill on the outskirts of the city of Granada, at an altitude of 774 metres, where cloudless nights for 60% of the time enable regular astronomical observations. Over time, owing to the city's expansion, the Observatory was moved to Mohón del Trigo, at an altitude of 2,605 m. Since its early beginnings, the observatory has been equipped with a small Cassegrain telescope with a 32cm aperture, which was used together with the Royal Greenwich Observatory (RGO) in the United Kingdom to undertake stellar photometric studies. The station also has an automatic photometer, which is owned by the Max Planck Institute for Astronomy in Heidelberg (Germany), in order to measure atomic oxygen emissions into the atmosphere, which makes it possible to study nocturnal luminescence phenomena. This centre worked incessantly for three decades from the second half of the 20th century, always in conjunction with foreign astronomic observatories, such as the Observatory at the University of Georgetown, in the USA. In 1972, an agreement was signed between the Companions of Jesus and the University of Granada, under which the operation of the Cartuja Observatory was transferred to the University and thus became a public centre in coordination with the CSIC.

The boom of modern astronomy in Spain began undoubtedly in the 1970s. New telescopes which were then being manufactured in Europe had to be installed in excellent locations, so that astronomical observation could take place under optimal conditions, which offered Spain a major advantage. The United Kingdom, Germany, Sweden and the Netherlands, along with other European countries, began to take an interest in the astronomical conditions of certain regions and soon started negotiations with the Spanish Government in order to establish the corresponding cooperation agreements in the field of astronomy.

Several locations in the Canary Islands and in the South-West of the peninsula were particularly favourable, among a very broad range of potential sites, and these were chosen to set up the first major European observation centres for the northern hemisphere, specifically in La Palma, Tenerife, Almería and Granada. However, astronomic activity in Spain was in a highly precarious situation, in spite of the efforts to modernise the sector in the mid-1960s. These efforts led on the one hand to the revitalisation of old installations, for example the



mica en España estaba en una situación muy precaria, a pesar de los esfuerzos por modernizar el sector que se habían realizado a mediados de los años sesenta. Estos esfuerzos habían procurado, por un lado, revitalizar viejas instalaciones, por ejemplo en Granada con el Observatorio de la Cartuja; y, por otro, reconducir otras más recientes hacia líneas de trabajo más novedosas y competitivas, como fue el caso de Canarias con el Observatorio del Teide, que comenzó su actividad en 1964.

En esta coyuntura, el Gobierno decidió potenciar la astronomía española, cuya actividad de investigación sería coordinada por el CSIC. A partir de pequeños y activos grupos de investigación que habían surgido en las universidades se crearon los Institutos de Astrofísica de Canarias (IAC) y Andalucía (IAA), con sedes en la Laguna (1974) y Granada (1975), respectivamente, que pronto se harían un hueco en el panorama internacional. En esa misma época, se cerraron acuerdos con el Instituto Max Planck para crear el Centro Astronómico Hispano Alemán de Calar Alto, en Almería. A su vez, se acordó con los gobiernos de Alemania y Francia la constitución del Institut de RadioAstronomie Millimetrique (IRAM), un instituto para el estudio de la materia fría en el Sistema Solar, en nuestra Galaxia y en regiones extragalácticas que disponía de una estación de observación propia, el Observatorio de Pico Veleta, próximo a la estación del Observatorio de la Cartuja. Desde su fundación, en 1979, en el IRAM participaban el Centre National de la Recherche Scientifique de Francia, el Max Planck Gesellschaft de Alemania y el Instituto Geográfico Nacional de España, coordinado con el CSIC. Estos nuevos centros estaban equipados con modernas instalaciones científicas y grandes telescopios que superaban ampliamente las capacidades del Observatorio de la Cartuja, que poco a poco iría abandonando las actividades de investigación astronómica.

Otros centros españoles de investigación que hoy participan en proyectos de astronomía fueron fundados a partir de estas fechas, como el Instituto de Estructura de la Materia (IEM), creado en 1976. Durante la primavera de 1988 se inauguró el Centro de Estudios Avanzados Blanes, del CSIC, integrado por grupos multidisciplinarios entre los que se encontraba el equipo de Astrofísica Nuclear, que daría lugar con el tiempo al grupo de Ciencias del Cosmos. Durante el año 1996, como consecuencia de la creación del Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC), este grupo se trasladó a Barcelona para constituir el primer bloque de esta nueva institución. A finales del año 1999, el CSIC creó, a partir del grupo de Ciencias del Cosmos y en coordinación con el IEEC, el Instituto de Ciencias del Espacio (ICE). Unos años antes, en 1995, se había fundado el Instituto de Física de Cantabria, uno de los principales centros de astronomía del país en la actualidad, y ya en 2003 abrió sus puertas el Centro de Astrobiología (CAB). Desde los noventa hasta la fecha, los centros han tendido a la especialización y hoy en día España está presente en todas las misiones del programa científico de la Agencia Espacial Europea (ESA) y en algunas misiones de la NASA gracias a la intensa actividad de sus institutos.

Cartuja Observatory in Granada, and on the other to the conversion of other, more recent centres to work in more innovative, competitive fields, as was the case in the Canary Islands with the Teide Observatory, whose operations began in 1964.

In this context, the Government decided to support Spanish astronomy, whose research activity was to be coordinated by the CSIC. Based on a few small university groups working in research, the Institutes of Astrophysics were established in the Canary Islands (IAC) and in Andalusia (IAA), with offices in Laguna (1974) and Granada (1975) respectively, which soon established themselves internationally. At the same time, agreements were signed with the Max Planck Institute to create the Calar Alto Hispano German Centre for Astronomy in Almería. An agreement was also reached with the governments of Germany and France to establish the Institute of Millimetric RadioAstronomy (IRAM), for studying cold matter in the solar system, in our Galaxy and in extragalactic regions, which had its own observation station, the Pico Veleta Observatory, not far from the Cartuja Observatory. Since its foundation in 1979, the French National Centre for Scientific Research, the Max Planck Society in Germany and the Spanish National Geographic Institute have all contributed to the IRAM, in coordination with the CSIC. These new centres are equipped with the latest scientific installations and large telescopes that greatly exceed the capacities of the Cartuja Observatory, which gradually abandoned its astronomical research activities.

Other Spanish research centres that now take part in astronomy projects have received funding since then, such as the Institute of the Structure of Matter (IEM), created in 1976. The Blanes Centre for Advanced Studies, part of the CSIC, was opened in the spring of 1988. Its multidisciplinary groups include the Nuclear Astrophysics team, which would later become the Cosmos Sciences group. In 1996, as a consequence of the creation of the Catalan Institute of Space Studies (IEEC), this group moved to Barcelona to form the first department in this new institution. At the end of 1999, based on the Cosmos Sciences group and in coordination with the IEEC, the CSIC created the Institute of Space Sciences (ICE). Several years later in 1995, the Cantabrian Institute of Physics was founded, which is currently one of the main centres for astronomy in the country, and the Astrobiology Centre (CAB) opened in 2003. From the 1990s to date, the centres have tended to specialise so that currently Spain is present in all the missions of the European Space Agency (ESA) scientific programme and also in several NASA missions, owing to the intense activity of its institutes.





Los centros de astronomía en la actualidad

El CSIC es el mayor organismo público de investigación español y cuenta con 140 institutos y centros de investigación cuyo trabajo se divide en ocho áreas científico-técnicas que van desde las Humanidades y Ciencias Sociales a la Biología y Biomedicina, Recursos Naturales o Ciencia y Tecnologías de diferentes ámbitos. La actividad astronómica se desarrolla principalmente en diez de estos centros, enmarcados en las áreas de Recursos Naturales y Ciencia y Tecnologías Físicas, Químicas y de Materiales. Entre ellos, hay dos que destacan por su dedicación al Espacio y la envergadura de sus investigaciones, el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), completamente centrado en el estudio de los astros, y el Instituto de Física de Cantabria (IFCA), con un departamento de Astrofísica y otro de Estructura de la Materia.

Junto a estos dos institutos, otros ocho centros tienen una importante actividad astronómica. **El Instituto de Ciencias del Espacio (ICE)**, ubicado en Bellaterra, en Barcelona, desarrolla su actividad en las disciplinas de Astrofísica y Cosmología, Ciencias de la Tierra y Física Fundamental y trabaja en siete áreas de investigación: Cosmología y Gravitación, Galaxias, Física Estelar, Astrofísica Molecular y Medio Interestelar, Astrofísica de Altas Energías, Instrumentación Espacial y Terrestre y Observación de la Tierra. El ICE es un instituto propio del CSIC y forma parte del IEEC, y tiene como cometido fundacional contribuir a la investigación científica y tecnológica del Espacio y, en concreto, al desarrollo de la instrumentación a bordo de satélites y de las técnicas asociadas con dichos instrumentos. Hoy en día, el ICE participa en misiones como SEOSAT, CAROLS, SMOS, ASAP II, MICE y ROSES, entre otros programas. **El Instituto de Estructura de la Materia (IEM)** cuenta en la actualidad con un importante departamento centrado en Astrofísica Infrarroja (DAMIR). Las instalaciones del IEM se encuentran en Madrid y su plantilla se compone de cerca de 135 profesionales que se dedican a la investigación básica, tanto teórica como experimental, en campos como Gravitación, Física Nuclear, Física Molecular, Espectroscopía Vibracional, Física Estadística, Física de Polímeros, Astrofísica, etc. Su actividad da lugar a un promedio de 175 publicaciones anuales y hoy en día participa en unos 80 proyectos de investigación. La mayor parte de la actividad espacial del IEM se ha concentrado hasta la fecha en el Departamento de Astrofísica Molecular e Infrarroja (DAMIR). Este departamento trabaja principalmente en tres áreas de investigación interrelacionadas: el área de la Astrofísica Observacional, en la que lleva a cabo

The astronomy centres today

The CSIC is the major public research body in Spain and includes 140 institutes and research centres, whose work is divided into eight scientific and technical areas ranging from Humanities and Social Sciences to Biology and Biomedicine, Natural Resources and Science as well as various fields of Technology. Its astronomical activity is mostly conducted in ten of these centres, under the areas of Natural Resources and Science and Physical, Chemical and Material Technologies. Two of these are particularly dedicated to Space and its large-scale research, the Institute of Astrophysics in Andalusia (IAA), which focuses its research entirely on the stars, and the Institute of Physics in Cantabria (IFCA), with department of Astrophysics and the Structure of Matter.

Alongside these two institutes, eight others have a significant astronomical activity. The Institute of Space Sciences (ICE), in Bellaterra, Barcelona, which undertakes work in the fields of Astrophysics and Cosmology, Earth Sciences and Fundamental Physics and conducts research in seven areas: Cosmology and Gravitation, Galaxies, Stellar Physics, Molecular Astrophysics and the Interstellar Medium, High Energy Astrophysics, Space and Earth Instrumentation and Earth Observation. The ICE is a separate institute in the CSIC and forms part of the IEEC; its founding mission was to contribute to scientific research and Space technology and in practice, to develop onboard satellite instruments and the techniques associated with these instruments. The ICE is currently taking part in such missions as SEOSAT, CAROLS, SMOS, ASAP II, MICE and ROSES, amongst other programmes. The **Institute of the Structure of Matter (IEM)** currently has a large department working on





investigaciones sobre espectroscopia molecular del medio interestelar y de astronomía en el infrarrojo (cercano, medio y lejano) de estrellas y galaxias; un área de la Astrofísica más teórica centrada en el desarrollo de códigos de transferencia de radiación para moléculas en el medio interestelar y en la atmósfera terrestre; y por último el área de la Química Teórica, en la que se realizan cálculos ab initio de especies moleculares relevantes en Astrofísica y cálculos de secciones eficaces de colisión ion-átomo, ion-molécula. El DAMIR está fuertemente implicado en el proyecto del interferómetro milimétrico-submilimétrico ALMA, al que contribuye con el Modelo de Transmisión Atmosférica (ATM), además de participar en el programa científico. También participa en el satélite Herschel y en el telescopio espacial de nueva generación de la NASA James Webb (JWST). Departamento de Química y Física Teóricas que alberga un grupo de Física Gravitacional, especializado en Relatividad General y en Gravedad y Cosmología Cuánticas. El IEM pertenece al Centro de Física Miguel Antonio Catalán (CFMAC), del CSIC, al que también se adscriben el **Instituto de Física Fundamental (IFF)** y el Instituto de Óptica Daza Valdés (IO). El IFF cuenta con un departamento de Partículas Campos y Cosmología, cuyos miembros trabajan en las áreas de Teoría Cuántica de Campos, Fundamentos de la Mecánica Cuántica, Materia Condensada, y Gravitación y Cosmología. Entre los proyectos en curso, el departamento, compuesto por 20 investigadores, desarrolla trabajos sobre la conexión entre una y dos dimensiones en el modelo Hubbard: el estudio de la formación de gaps y cuasi-partículas con un Monte Carlo Cuántico; información cuántica, simulación de sistemas cuánticos mediante iones atrapados, fundamentos de la mecánica cuántica; las formulaciones de gauge para teorías de gravitación; la quintaesencia y branas en cosmología; y las teorías de campos conformes, supercuerdas y branas. Por su parte, el **Instituto de Astronomía y Geodesia (IAG)**, un centro mixto entre el CSIC y la Universidad Complutense de Madrid, es uno de los más veteranos de España y entre sus líneas de investigación cuenta con un departamento de mecánica celeste y relativista y otro de formación estelar. En sus instalaciones hay un Museo de Astronomía y Geodesia. El **Instituto de Física Corpuscular (IFIC)**, un centro mixto entre el CSIC y la Universidad de Valencia, está dedicado a la física de partículas y nuclear, experimental y teórica, y su campo de estudio incluye la física de altas energías, nuclear y astropartículas. El IFIC está presente, en estrecha colaboración con el grupo de Astronomía y Ciencias del Espacio de la Universidad de Valencia, en el desarrollo de instrumentación embarcada en satélites dedicada a la observación de fuentes celestes emisoras de fotones de alta energía. El proyecto más importante en el que ha participado el IFIC hasta la fecha es INTEGRAL (Internacional Gamma Ray Astrophysics Laboratory), un

Infrared Astrophysics (DAMIR). The IEM installations are located in Madrid and its workforce includes nearly 135 professionals working on basic research, both theoretical and

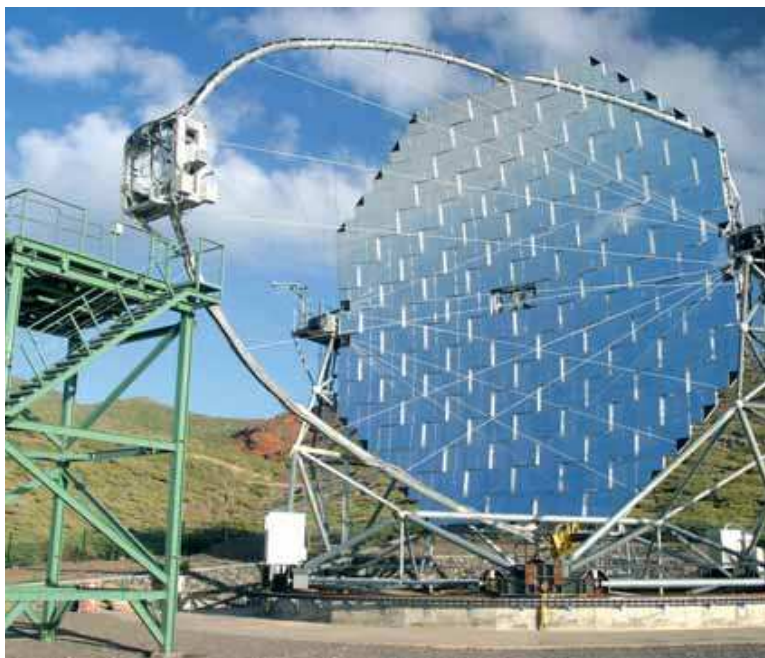
“Los nuevos telescopios que se estaban fabricando entonces en Europa debían ser instalados en lugares excelentes para que la observación astronómica se llevara a cabo en óptimas condiciones, lo que colocó a nuestro país en una situación de privilegio”

“New telescopes which were then being manufactured in Europe had to be installed in excellent locations, so that astronomical observation could take place under optimal conditions, which offered Spain a major advantage”

experimental, in such fields as Gravitation, Nuclear Physics, Molecular Physics, Vibrational Spectroscopy, Statistical Physics, Polymer Physics, Astrophysics, etc. Its activity results in an average of 175 publications each year and it now takes part in some 80 research projects. Most of the IEM's space activity has until now been focused in the Department of Molecular and Infrared Astrophysics (DAMIR). This department works mainly in three fields of research: Observational Astrophysics, in which it conducts research into molecular spectroscopy of the interstellar medium and infrared astronomy (near, mid and long wave) of stars and galaxies; a more theoretical area of Astrophysics focusing on the development of radiation transfer codes for molecules in the interstellar medium and in the Earth's atmosphere; and finally in the field of Theoretical Chemistry, in which calculations of relevant molecular species in Astrophysics and calculations of effective ion-atom, ion-molecule collision cross sections are conducted ab initio. DAMIR is highly involved in the ALMA (sub) millimetre interferometer project, to which it contributes the Atmospheric Transmission Model (ATM), as well as taking part in the scientific programme. It is also taking part in the Herschel satellite and NASA's new generation James Webb space telescope (JWST). Furthermore, the IEM also has a Department of Theoretical Chemistry and Physics which hosts a Gravitational Physics group, specialising in General Relativity and Quantum Gravity and Cosmology. The IEM belongs to the Miguel Antonio Catalán Centre of Physics (CFMAC), the CSIC, of which the **Institute of Fundamental Physics (IFF)** is also a member and the Daza Valdés Institute of Optics (IO). The IFF has a department of Field Particles and Cosmology, whose members work in the areas of Quantum Theory of Fields, Quantum Mechanics Fundamentals, Condensed Matter, as well as Gravitation and Cosmology. Among the projects in progress,



programa de la ESA para desarrollar instrumentos que sirvan para obtener información de los flujos de radiación de alta energía de origen no terrestre del Universo. El **Observatorio de Física Cósmica del Ebro** es otro centro mixto entre el CSIC y la Universidad Ramón Llull que también tiene actividad en Espacio. Este instituto de investigación, fundado a principios del siglo XX por la Compañía de Jesús para estudiar las relaciones entre el Sol y la Tierra, ha estado coordinado con el CSIC desde que éste comenzó su actividad en 1940, además de con otros organismos y departamentos de la Generalitat de Cataluña. El Observatorio está estructurado en cuatro secciones: Geomagnetismo; Ionosfera; Sismología; y Meteorología, Clima y Actividad Solar. Esta última sección lleva a cabo un estudio continuo de los fenómenos solares, tanto por su impacto en la superficie terrestre como por la actividad en la propia estrella. El **LAEFF (Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental)** es otro centro cuya labor se centra en la investigación de diferentes áreas de la astrofísica, como la física de astropartículas, el medio interestelar, las enanas marrones y la física solar, estelar y extragaláctica. El laboratorio es también responsable del uso radio astronómico de las antenas en la estación Robledo de Chavela. Fue fundado en 1991 como un centro mixto del INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), el CSIC y la ESA. El LAEFF participa en el desarrollo de proyectos espaciales como OMC-INTEGRAL, EURD, LEGRI y EDDINGTON. Además, está involucrado en el desarrollo y mantenimiento de archivos de datos astronómicos de misiones espaciales como INES y OMC, y de telescopios terrestres como GAUDE, en el marco del proyecto del Observatorio Virtual. Por último, el **Centro de Astrobiología (CAB)**, un centro mixto del CSIC y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) ubicado en el campus del INTA, en Torrejón de Ardoz. Se trata del primer centro de investigación no estadounidense asociado al NASA Astrobiology Institute (NAI), un instituto que reúne 14 grupos científicos y laboratorios dispersos por la geografía de los EE.UU., además del CAB. Un equipo de cerca de 90 profesionales trabaja en el centro, entre técnicos, investigadores y colaboradores, que intercambian conocimientos, diseñan y ejecutan experimentos y construyen instrumentos avanzados. En total, el CAB dispone de nueve laboratorios y dos unidades de apoyo para investigar en Astrobiología, entendida como una ciencia transdisciplinar para la comprensión del origen de la Vida que relaciona ciencias tales como la astronomía, la astrofísica, la biología, la química y la geología, por nombrar algunas. Junto con estos institutos, cabe mencionar por su importante actividad al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), un centro de investigación que no pertenece al CSIC pero con el que colaboran muchos de sus investigadores. El IAC alberga telescopios e instrumentos astronómicos de unas 60 instituciones científicas de 17 países en sus dos observatorios, el del Teide y el de Roque de los Muchachos. Ambos se ubican en un entorno de excelente calidad astronómica y constituyen, en su conjunto, el Observatorio Norte Europeo (ENO).



“El CSIC es el mayor organismo público de investigación español”

“The CSIC is the major public research body in Spain”

the department with its 20 researchers is conducting work into the connection between one and two dimensions in the Hubbard model: studying the formation of gaps and quasi-particles using a Quantum Monte Carlo method; quantum information, simulation of quantum systems through trapped ions, quantum mechanics fundamentals; gauge formulations for gravitation theories; quintessence and branes in cosmology; and conformal, superstring and brane field theories. The **Institute of Astronomy and Geodesics (IAG)**, a centre shared by the CSIC and the Universidad Complutense in Madrid, is one of the oldest in Spain, whose lines of research include departments of celestial and relative mechanics and star formation. Its installations house a Museum of Astronomy and Geodesics. The **Institute of Corpuscular Physics (IFIC)**, a centre operated jointly by the CSIC and the University of Valencia, is dedicated to experimental and theoretical particle and nuclear physics, and its fields of research include

high-energy, nuclear and astroparticle physics. The IFIC works in close cooperation with the Astronomy and Space Sciences group at the University of Valencia, to develop onboard instrumentation for satellites that are used for observing celestial sources which emit high energy photons. The largest project in which the IFIC has taken part to date is INTEGRAL (International Gamma Ray Astrophysics Laboratory), an ESA programme to develop instruments that are used to obtain information on high-energy radiation flows of non-terrestrial origin in the Universe. The **Ebro Cosmic Physics Observatory** is another joint centre shared by the CSIC and the Ramón Llull University, which also undertakes Space-related activities. This research institute, established in the early 20th century by the Companions of Jesus to study relations between the Sun and the Earth, has been coordinated with the CSIC since the latter began its activities in 1940, along with other organisations and departments in the autonomous government of Cataluña. The observatory's structure is divided into four sections: Geomagnetism; Ionosphere; Seismology and Meteorology, Climate and Solar Activity. The latter section conducts ongoing research into solar phenomena, both in terms of its impact on the Earth's surface and regarding its activity as a star. The LAEFF (Laboratory for Space Astrophysics and Theoretical Physics) is another centre that works in the research of different areas of astrophysics, as astroparticle physics, interstellar medium, brown dwarfs and solar, stellar and extragalactic physics. LAEFF is also responsible for the radio astronomical use of the antennas in the Robledo de Chavela station. The Laboratory participates in the development of space projects such as OMC-INTEGRAL, EURD, LEGRI and EDDINGTON, and is also involved in the development and maintenance of Astronomical Data Archives of space missions as INES and OMC, and ground-based telescopes as GAUDI, in the framework of the Virtual Observatory project. Finally, the **Centre of Astrobiology (CAB)**, a jointly run centre shared by the CSIC and the National Institute of Aerospace Technology (INTA), is located on the INTA campus at Torrejón de Ardoz. It is the first non-American research centre associated with the NASA Astrobiology Institute (NAI), which has 14 scientific groups and laboratories throughout the US as well as the CAB. A team of around 90 professionals work at the centre, including technicians, researchers and collaborators, who exchange knowledge, design and conduct experiments and build advanced instruments. In total, the CAB has nine laboratories and two support units for research into Astrobiology, a cross-disciplinary science aimed at understanding the origin of Life, which relates to such sciences as astronomy, astrophysics, biology, chemistry and geology, to name but a few. Together with these institutes, we should also mention the important activity of the Canary Islands Institute of Astrophysics (IAC), a research centre which is not part of the CSIC, although many of its researchers work with it. The IAC houses the telescopes and astronomic instruments of some 60 scientific institutes from 17 countries in its two observatories, at Teide and Roque de los Muchachos. Both are in excellent locations in terms of astronomic quality and together make up the European Northern