

# 50 años Escudriñando y Descifrando el Universo

Historia reciente de la Astrofísica española

Editores

Jorge Jiménez Vicente  
Almudena Zurita Muñoz  
Estrella Florido Navío

---

Granada  
2017

---

© AUTORES

© UNIVERSIDAD DE GRANADA

ISBN: 978-84-338-6039-2 • Depósito legal: GR./423-2017

Edita: Editorial Universidad de Granada

Campus Universitario de Cartuja

Colegio Máximo, s.n., 18071, Granada

Telf.: 958 243930-246220

www: editorial.ugr.es

Diseño de cubierta: Alfonso Perreraro

Imprime: Gráficas La Madraza, Albolote, Granada

*Printed in Spain*

*Impreso en España*

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

---

# Contenidos

---

Prólogo	11
FRANCISCO SÁNCHEZ MARTÍNEZ	
50 años de Astrofísica en España	13
1.1. Eclipse total de Sol de 1959, visible desde Canarias . . . . .	15
1.2. Década de los sesenta . . . . .	17
1.3. Década de los setenta . . . . .	20
1.4. Década de los ochenta . . . . .	23
1.5. Década de los noventa . . . . .	26
1.6. Primera década del siglo XXI . . . . .	28
1.7. Principales fracasos . . . . .	30
1.8. Algunas reflexiones . . . . .	31
1.9. En estos momentos . . . . .	33
1.10. Final . . . . .	34
ÁNGEL ROLLAND QUINTANILLA	
Astrofísica en Granada	37
JOSÉ MANUEL VÍLCHEZ	
Astrofísica en Granada: el Instituto de Astrofísica de Andalucía	55
3.1. El IAA: Desde los comienzos al desarrollo actual . . . . .	55
DAVID GALADÍ ENRÍQUEZ	
Comunicación de la Astrofísica	65
4.1. ¿Qué? . . . . .	65
4.2. ¿Por qué? (y, por tanto, ¿para quién?) . . . . .	67

4.3. ¿Cómo? . . . . .	70
Referencias . . . . .	77

#### FRANCISCO GARZÓN

Instrumentación Astrofísica en España: un recorrido por la historia reciente	<b>79</b>
5.1. Introducción . . . . .	79
5.2. La década de los 70 . . . . .	80
5.3. Financiación Científica: los Planes Nacionales . . . . .	83
5.4. Los comienzos . . . . .	84
5.5. La Instrumentación en la actualidad . . . . .	89
5.6. Resumen y Conclusiones . . . . .	97
Referencias . . . . .	98

#### JOSÉ MIGUEL RODRÍGUEZ ESPINOSA

Grandes instalaciones astronómicas 50 años después	<b>99</b>
6.1. Introducción . . . . .	99
6.2. El Observatorio Nacional y la Radioastronomía en España . .	101
6.3. El Observatorio de Calar Alto . . . . .	102
6.4. El Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) . . . . .	104
6.5. El Instituto de Astrofísica de Canarias y sus Observatorios . .	105
6.6. EL Gran Telescopio Canarias (GTC) . . . . .	108
6.7. Conclusiones . . . . .	109

#### AGUSTÍN SÁNCHEZ LAVEGA

Apunte histórico sobre los estudios planetarios en España	<b>113</b>
7.1. Resumen . . . . .	113
7.2. Introducción . . . . .	113
7.3. Primera época: Finales del s. XIX a comienzos del s. XX . . . .	114
7.4. Segunda época: El amanecer de los años 1960-70 . . . . .	117
7.5. Tercera época: España se incorpora al espacio . . . . .	119
7.6. La contribución amateur . . . . .	121
7.7. Cuarta época: Despegue y consolidación . . . . .	122
7.8. Los estudios del Sistema Solar desde los años 90 a la actualidad	124
7.9. Eduardo Battaner . . . . .	128
Referencias . . . . .	129

#### JOHN E. BECKMAN

Galaxias: morfología y medio interestelar	<b>133</b>
8.1. Introducción . . . . .	133

8.2. Los intereses específicos de Eduardo en galaxias: primeros trabajos . . . . .	134
8.3. Morfología de los discos y los bulbos . . . . .	135
8.4. El medio interestelar: diagnóstico de la formación estelar . . . .	142
8.5. Cinemática y dinámica interna del medio interestelar . . . . .	150
8.6. Breve discusión . . . . .	158
Referencias . . . . .	158

#### MERCEDES PRIETO MUÑOZ

Las galaxias en su contexto cosmológico . . . . .	<b>161</b>
9.1. Introducción . . . . .	161
9.2. Cartografiado del Centro Galáctico . . . . .	163
9.3. Cartografiado de la UCM . . . . .	166
9.4. Cartografiado espectroscópico GOYA . . . . .	170
9.5. Downsizing . . . . .	179
9.6. Cartografiado ALHAMBRA . . . . .	181
9.7. Cartografiados con el Gran Telescopio Canarias . . . . .	182
9.8. Otros Estudios de Galaxias Lejanas . . . . .	184
9.9. El futuro próximo . . . . .	188
Referencias . . . . .	191

#### EDUARDO BATTANER LÓPEZ

El magnetismo del Universo . . . . .	<b>197</b>
10.1. Introducción . . . . .	197
10.2. Concepto de campo magnético . . . . .	198
10.3. Propiedades del magnetismo cósmico . . . . .	200
10.4. Investigación en Granada sobre el campo magnético. . . . .	209
Referencias . . . . .	218

#### JOSÉ ALBERTO RUBIÑO-MARTÍN

Cosmología . . . . .	<b>221</b>
11.1. Introducción . . . . .	221
11.2. Estableciendo el modelo cosmológico . . . . .	222
11.3. El universo inflacionario . . . . .	226
11.4. El satélite Planck . . . . .	227
11.5. El modelo estándar cosmológico: $\Lambda$ CDM . . . . .	229
11.6. Más allá del modelo cosmológico estándar . . . . .	235
11.7. Ondas gravitacionales del Big Bang . . . . .	239
11.8. Conclusiones . . . . .	242

Referencias . . . . .	244
RAFAEL REBOLO LÓPEZ	
Descifrar el Universo: ¿los próximos 50 años?	<b>247</b>
12.1. Resumen . . . . .	247
12.2. Introducción . . . . .	247
12.3. Aquella pregunta de examen . . . . .	248
12.4. Descifrando el Universo en las próximas décadas . . . . .	250
12.5. Grandes Observatorios . . . . .	251
12.6. Grandes Telescopios Espaciales . . . . .	252
12.7. La exploración del Sistema Solar . . . . .	257
12.8. Observatorios terrestres . . . . .	258
12.9. Conclusiones . . . . .	266
Listado de acrónimos y siglas	<b>276</b>
Mensaje de agradecimiento	<b>277</b>

---

# Prólogo

---

El desarrollo de la Astrofísica española en el último medio siglo ha sido realmente espectacular. Durante este tiempo, el salto cualitativo y cuantitativo sin precedentes que ha tenido lugar para esta rama de la ciencia en nuestro entorno, llegó incluso a ser llamado “el milagro español” por la comunidad científica internacional.

Durante estos 50 años, España ha pasado de no tener prácticamente ninguna o muy escasa actividad científica en el campo de la Astrofísica, a situarse como un país puntero en el campo, tanto por sus instalaciones y centros de investigación, como por la calidad y cantidad de nuestros científicos y sus trabajos. En 2015 se cumplieron 40 años de la creación del Instituto de Astrofísica de Canarias y del Instituto de Astrofísica de Andalucía, así como de la instalación del primer telescopio en Calar Alto, y se cumplieron también 30 años de la creación del Observatorio del Roque de los Muchachos. Con intención de repasar lo sucedido en ese periodo, y coincidiendo con el 70 cumpleaños del Prof. Eduardo Battaner, se organizó en Granada un congreso en septiembre de 2015 donde participaron muchos de los protagonistas más importantes de este proceso, grupo en el que incluimos al propio Eduardo. Aunque somos conscientes de que no estaban todos los protagonistas, reunir a este grupo de personas, y que nos pudieran contar de primera mano su experiencia y visión sobre estos hechos tan relevantes y su posterior desarrollo, fue una ocasión singular y un auténtico privilegio. La ocasión y la calidad de sus charlas fue sin duda merecedora de tener un mayor alcance que el del propio congreso, y así lo entendió la Editorial Universidad de Granada quien, a través de su directora Maribel Cabrera, mostró su interés en editar un libro que recogiera el contenido de las conferencias de este congreso.

Este libro pretende, por tanto, a través de los ojos de los conferenciantes

del citado congreso, realizar un recorrido por la evolución y desarrollo a lo largo de todos estos años de nuestra investigación en diversos aspectos de la Astrofísica. Aunque no es una recopilación exhaustiva en cuanto a los campos de investigación cubiertos, y a sabiendas de que hay ausencias y lagunas importantes, sí se pretendió, al menos, cubrir todas las escalas del Universo, desde las Atmósferas Planetarias hasta la Cosmología, pasando por el estudio de las Galaxias, poniendo énfasis en aquellas áreas en las que el Profesor Eduardo Battaner ha contribuido a lo largo de una dilatada carrera de casi 50 años, no solo en su faceta de investigador, sino también como docente y divulgador de la Astrofísica. Además de a la investigación propiamente dicha, también se echará una mirada al desarrollo de la instrumentación en Astrofísica en España, y al nacimiento y evolución de algunos de los principales centros de investigación.

Y para terminar, tras conocer mejor el camino que nos ha conducido hasta aquí, hemos querido dedicar una mirada, siquiera fugaz, al futuro de la Astrofísica española en los próximos años, que se muestra realmente prometedor.

No podemos dejar de agradecer aquí la excelente acogida y disposición de todos los participantes en la reunión y de todos aquellos que contribuyeron a su organización. Muy especialmente la de los conferenciantes, quienes no solo aceptaron de inmediato la invitación a participar a pesar de sus múltiples compromisos, sino que han hecho un desinteresado pero importante esfuerzo para elaborar las contribuciones recogidas en este libro del que, esperamos, el lector pueda disfrutar y aprender. Y todos ellos lo han hecho como reconocimiento a la figura del Profesor Eduardo Battaner, de quien han sido alumnos y/o colegas y, además, amigos.

Quede pues este libro, además de como una pieza imprescindible para entender el desarrollo de la Astrofísica española en el último medio siglo, como una muestra de homenaje a una vida dedicada a escudriñar y descifrar el Universo.

Jorge Jiménez Vicente  
Almudena Zurita Muñoz  
Estrella Florido Navío

*Noviembre 2016*



---

# 50 años de Astrofísica en España

Francisco Sánchez Martínez

Director Fundador del Instituto de Astrofísica de Canarias

---

Creo que ha sido un acierto ligar el homenaje al Prof. Eduardo Battaner con la historia del nacimiento y espectacular desarrollo de la Astrofísica en España, pues él ha sido protagonista destacado del “milagro español de la astrofísica” como algunos colegas extranjeros han bautizado a tan insólito hecho. Verdad es que lograr que naciera esta flor en el desierto científico que era nuestro país después de la Guerra Civil parecía un imposible del estilo de los que se dieron, salvando las distancias, en la colonización de América. Me siento muy honrado y feliz por participar en este homenaje a mi admirado amigo Eduardo.

Como “viejo del lugar”, me pidieron que contase la historia de este medio siglo de vida de la astrofísica española, lo cual obviamente no es posible en tan poco espacio. Así que me he limitado a resumir, a pinceladas, esta aventura desde sus comienzos. Espero que sirva para ayudar a entender, un poco mejor, nuestro “paso de desierto a manglar”. No será una relación pormenorizada, ni siquiera de lo hecho en Canarias, solo un esquema sustentado en algunos hitos sobresalientes decisivos. Intento dar alguna explicación del cómo y el porqué, tratando de sacar alguna conclusión que explique tan espectacular desarrollo. Lo cierto es que, partiendo del subsuelo, se ha llegado en tiempo record a un nivel comparable al de los países más avanzados. Y la simplificación reduccionista de que todo esto ha sido debido a la avalancha de instrumentación extranjera instalada en el país, no vale. Muchísimo mayor ha sido tal avalancha en otro continente, con resultados bien distintos.

Para mí la clave hay que buscarla en las personas. Muy bien podríamos



Figura 1.1: Gran Telescopio Canarias. Icono de lo inalcanzable, que simboliza hasta donde, en medio siglo, ha sido capaz de llegar la Astrofísica española partiendo de cero.

adjudicar a Perogrullo la paternidad de esta frase: “Para hacer buenas cosas se necesita buena gente”. Y el corolario: “Para tener una investigación excelente, se necesitan gentes excelentes”.

Cuando empezamos no había astrofísicos, así que hubo que hacerlos, que fabricarlos. Entendimos que era imprescindible enseñar y capacitar a personas excelentes. Y también entusiasmarlas, para que vibrásemos todos al unísono con la aventura que teníamos por delante. Aquí, el Profesor Eduardo Battaner jugó un papel destacado como “Maestro de astrofísicos”.

Empecé mi charla poniendo como portada una vista del GTC (Gran Telescopio Canarias) que puede verse en la figura 1.1. Lo hice porque creo que es un icono que representa lo inalcanzable para quienes empezamos de la nada y con nada de nada. Una buena postal que simboliza hasta dónde, en medio siglo, ha sido capaz de llegar la Astrofísica española partiendo de cero. ¡Los “españoles” hemos diseñado, construido y puesto en explotación el mayor y más avanzado telescopio óptico-infrarrojo del momento! Solo países como Estados Unidos y Japón se han atrevido en solitario a tal aventura tecnológica, con lo que supone de organización y gestión.

Es sin duda la investigación, los avances conseguidos en el conocimiento del Universo, lo que cuenta a la hora de decir dónde estamos en Astrofísica. Por eso el mayor número de las contribuciones de esta reunión estuvieron dedicadas a esto. Por eso la mía no habla explícitamente de ello.



Figura 1.2: Eclipse total de sol de 1959, visible desde Canarias. Fue circunstancia determinante para el arranque de la Astrofísica en España.

## 1.1. ECLIPSE TOTAL DE SOL DE 1959, VISIBLE DESDE CANARIAS

Estoy convencido de que la circunstancia determinante para el arranque de la Astrofísica en España fue el eclipse total de sol de 1959, visible desde Canarias, y al cual vinieron a observar astrónomos de todo el mundo (figura 1.2). La venida de astrónomos a Canarias para observar el eclipse de 1959, hizo recordar expediciones científicas antiguas que hablaban de las maravillas del cielo de las cumbres de Tenerife. Alguno de aquellos científicos manifestaron su extrañeza de que no hubiese ningún observatorio en las Islas, y les dijeron a los españoles que debían moverse si querían que Canarias fuese incluida entre los lugares que se estaban considerando para instalar los nuevos y grandes telescopios; y que para ello España debería implicarse haciendo estudios de prospección astronómica en las cumbres de Tenerife. En esto de la ciencia, parece que nuestros políticos necesitan siempre que los de fuera nos saquen los colores. Quienes hicieron llegar al Gobierno este mensaje internacional fueron: José M<sup>a</sup> Torroja, catedrático de Astronomía y Geodesia de la Universidad Complutense de Madrid y el Padre Antonio Romañá, director del Observatorio Jesuita de Fabra, figura muy destacada en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de la época. Las autoridades españolas, más por honrilla que por otra cosa, se dejaron convencer, y el Ministerio de Educación Nacional creó en 1959, sobre el papel, el Observatorio del Teide (OT), dependiente del Rector de la Universidad de La Laguna, poniendo co-

mo Director al Prof. Torroja. Sobre este observatorio nacería, más adelante, el Instituto de Astrofísica de Canarias.

Para situarse en contexto hay que saber que a mediados del siglo pasado los avances tecnológicos, consecuencia de la II Guerra Mundial, habían dado lugar a potentes y precisos instrumentos científicos que aumentaron fuertemente nuestras capacidades de observar, tanto el macro como el micro cosmos. Los astrónomos se encontraron con que el poder resolutorio de sus modernos telescopios (su capacidad de ver separados y nítidos objetos lejanísimos) estaba limitado por la atmósfera del lugar donde estuviesen emplazados los telescopios. Y resultó evidente que los observatorios tradicionales (frecuentemente ubicados en las capitales de las naciones, o en el pueblo del mecenas) no reunían las condiciones demandadas por la moderna Astronomía: la Astrofísica. Ni siquiera el de Monte Palomar, donde los americanos acababan de colocar el gigante del momento, un telescopio de 5 m de diámetro, reunía tales condiciones. Los nuevos telescopios requerían estar emplazados en lugares muy especiales, con atmósferas despejadas, transparentes y poco turbulentas. Por ello los países más avanzados se pusieron a buscar por el mundo sitios así de especiales.

En otoño de 1960 fui convocado a una reunión por el Rector de la Universidad de la Laguna, Prof. Navarro, y el Prof. Torroja. Me hablaron de que había un observatorio astronómico en lo alto de Tenerife, y que les habían hablado muy bien de mi, por lo que venían a proponerme que me fuese a Canarias para realizar la "prospección astronómica" del sitio. La oferta se reducía a un contrato temporal de dos años, de cuatro mil quinientas pesetas mensuales, y vivir a 2400 m de prestado en el Observatorio Meteorológico de Izaña del Ejército del Aire (entonces aún, la meteorología estaba militarizada). Les dije que tenía que pensármelo. La verdad es que tenía otras ofertas mucho más jugosas. Lo de Canarias era muy confuso, pues ni ellos sabían en qué consistía una prospección astronómica, ni qué futuro tendría en esa época un observatorio que existía, comprendí, solo en el Boletín Oficial del Estado. Pero estimulaba sueños y ofrecía promesas de aventura, además sonaba exótico. También pensaba que me permitiría no desvincularme del Instituto de Óptica y seguir con mi incipiente investigación, que había iniciado en cuarto de carrera. Hablé con mi novia en detalle de todo ello y decidimos, finalmente, optar por la aventura. Tras un regateo, aceptaron pagar mil quinientas pesetas más, contratando con ellas a mi futura mujer para que me ayudase. Así es como, en los primeros días del año 1961, llegábamos al puerto de Santa Cruz de Tenerife, recién casados.

Es inevitable que el relator de esta historia, testigo activo de lo que se cuenta, se trasluzca en la urdimbre. Por eso tengo que decir algo de quién era aquel

Francisco Sánchez. Era, ni más ni menos, un joven universitario español de entonces, lleno de carencias, sueños y esperanzas. Uno más de los ilusos protagonistas del gran cambio que hizo nacer una España nueva, de los míseros rescoldos de nuestra tristísima Guerra Civil. Terminada su carrera en junio de 1960, “gozaba” ya de tres trabajos precarios: profesor ayudante en la Cátedra de Óptica de la Universidad Complutense, “profesor suplente” del Instituto “Ramiro de Maeztu” y “estudiante de investigación” del Instituto de Óptica del CSIC.

Una vez en el terreno, constatamos lo que era evidente, que nadie sabía cómo hacer una prospección astronómica, los medios disponibles no eran los adecuados, y no se veía interés operativo real alguno para solventar esta disparatada situación por parte de quienes nos habían embarcado en la aventura. Ante esta dura realidad, mi mujer y yo estuvimos a punto de coger el primer barco de vuelta. ¿Por qué no lo hicimos? ¿Por qué me empeciné en que nos quedásemos? ¿Por qué me puse a luchar, contra viento y marea, sin desanimarme? Pues debió ser cosa del destino, ese misterioso soplo que, según las tragedias más afamadas, arrastra a los humanos a enfrentarse con los dioses, y hacer posibles, imposibles disparates.

## 1.2. DÉCADA DE LOS SESENTA

La década de los sesenta puede considerarse la “década de la prospección astronómica española”, durante la cual observamos y medimos sistemáticamente la transparencia de la atmósfera con un piroheliómetro abandonado que encontramos en el Observatorio Meteorológico de Izaña, mas un sistema de medida que diseñamos y que conseguimos que construyese la entonces Junta de Energía Nuclear (figura 1.3). También evaluamos la turbulencia atmosférica con un viejo telescopio comprado a un aficionado catalán y el método de Danjon de los anillos de difracción. Los datos meteorológicos los sacamos de los más de cincuenta años de archivos del Observatorio de Izaña. Todo ello fue publicado y difundido.

Sin entrar en detalles sobre las penurias de toda clase sufridas (valga como muestra señalar que nuestros sueldos sufrieron en ocasiones retrasos de meses, y hasta el granizo se colaba por las ventanas), lo cierto es que me fui enamorando de la Astrofísica (después de enterarme que éramos “polvo de estrellas”), a la par que me convencía, al comparar nuestros resultados con los que estaban sacando en la prospección para el observatorio del Hemisferio Sur, de que las cumbres de Canarias poseían condiciones excepcionales. Y decidí quedarme, y me lancé a perseguir una utopía no confesada: usar el cielo de Canarias para iniciar en España la Astrofísica y sus tecnologías conexas,



Figura 1.3: Instrumentación para la prospección astronómica. Hubo que inventársela. Valga como muestra este piroheliómetro en desuso del Observatorio Meteorológico de Izaña, que se empleó para medir la transparencia atmosférica, gracias a un sistema de medida que diseñamos y que nos construyó la entonces Junta de Energía Nuclear.

con la fantástica meta final de llegar a situar a España (“que amábamos porque no nos gustaba”) en el grupo de cabeza de esta rama de la ciencia en el mundo.

Durante una corta estancia en el Observatorio de la Alta Provenza, donde entonces tenía Francia sus mejores telescopios, conocí a un astrónomo del observatorio de la Universidad de Burdeos que estaba probando un pequeño telescopio que acababan de construir, especialmente concebido para la observación de la Luz Zodiacal (resplandor cónico crepuscular, observable a simple vista a bajas latitudes, producido por “esparcimiento” de la luz solar en las micro partículas que pueblan el medio interplanetario). Como nosotros en Tenerife solo teníamos el telescopio de aficionado que antes dije, le “tiré los tejos”, invitándole a que viniese de vacaciones a conocer nuestros cielos. Así lo hizo en el verano siguiente, alojándose con su familia en el Observatorio de Izaña. El sitio le pareció muy conveniente, y me prometió, antes de irse, dedicarse a conseguir los fondos necesarios para traer su telescopio.

A finales de 1963 vuelve, y le ayudamos a instalar su moderno telescopio espectrofotopolarimétrico (figura 1.4). La campaña de observación fue excelente, y antes de que desmontase toda su instrumentación le propuse un trato: tú tienes un excelente telescopio pero no un cielo excelente, si lo dejas aquí, yo hago las observaciones y trabajamos juntos. Así es como, en 1964, se instala



Figura 1.4: Telescopio de Burdeos. El primer telescopio profesional instalado (1964) en el Observatorio del Teide. Sirvió de ensayo y modelo para los posteriores acuerdos de cooperación multinacional, gracias a los cuales se han ido llenando de instrumentación de última generación los observatorios de Canarias.

en el Observatorio del Teide el primer telescopio profesional, con el que se harían las primeras tesis doctorales de Astrofísica en España. Este convenio sirvió de modelo para los posteriores acuerdos de cooperación, gracias a los cuales se fueron llenando de telescopios de última generación los observatorios de Canarias.

Estos hechos sirvieron para reforzar nuestras esperanzas de poder hacer realidad los sueños y tracé un plan para lograrlos, cuya primera etapa consistía en:

1. Probar que el cielo de las cumbres de Canarias reunía, al extremo, todas las condiciones requeridas por la observación astrofísica actual.
2. Convencer a las instituciones científicas de los países que andaban buscando sitios para emplazar sus modernos telescopios de que probasen Canarias, para que comprobasen por sí mismos las ventajas de instalar en nuestros observatorios sus telescopios.

El segundo telescopio profesional fue un heliógrafo Razdow, de 25 cm, comprado por España y cuya instalación se empieza en 1969. Al final de la década se había conseguido:

- Hacer públicos los muy positivos resultados de las medidas hechas para la prospección astronómica en las cumbres de las Islas Canarias.