

PEDRO CARRASCO GARRORENA (1883-1966): UNA APROXIMACIÓN A SU BIOGRAFÍA (I)

JOSÉ M. VAQUERO MARTÍNEZ
JOSÉ M. COBOS BUENO

Departamento de Matemáticas, Universidad de Extremadura

RESUMEN

A pesar de los estudios publicados en los últimos tiempos sobre la física española de los inicios del siglo XX, la personalidad y la obra de Pedro Carrasco Garrorena (1883-1966) ha sido ignorada por los investigadores. En este artículo, narramos la vida de Carrasco Garrorena desde su nacimiento hasta la Guerra Civil Española.

ABSTRACT

Despite the studies lately published about physics in Spain during the early 20th century, the personality and the work of Pedro Carrasco Garrorena (1883-1966) have been ignored by investigators. This paper describes the live of Carrasco Garrorena during the period between his birth and the Spanish Civil War.

Palabras clave: Pedro Carrasco Garrorena, Física, Astronomía, España, Siglo XX.

Introducción

Durante los últimos años, los historiadores de la ciencia en España han prestado especial atención a la física del primer tercio del siglo XX. Este periodo ha recibido el nombre Edad de Plata de la física española debido a las contribuciones científicas de personajes como Blas Cabrera, Esteban Terradas, Miguel Catalán o Julio Palacios. Sin embargo, uno de los grandes olvidados hasta ahora ha sido Pedro Carrasco Garrorena (Badajoz, 1883 – México, 1966) pese a ser de sobra conocido que fue sucesor de Echeagaray en la cátedra de Física-

–Matemática de la Universidad Central de Madrid y director del Observatorio Astronómico de Madrid.

En este artículo, intentamos dar una visión de conjunto de la biografía de Pedro Carrasco desde su nacimiento hasta el inicio de la Guerra Civil Española. Durante estos años, Carrasco desarrolló su actividad investigadora. Tras la guerra, llegaron los años de duro exilio mexicano para Carrasco, que se dedicó principalmente a impartir docencia en diversos centros educativos y a escribir libros y artículos de divulgación científica.

Los primeros años

El ambiente cultural que se vivió en Badajoz durante el final del siglo XIX, especialmente en los primeros años de la década de los ochenta, ha sorprendido a muchos estudiosos. Instituciones como la Sociedad Económica de Amigos del País, el Instituto Provincial y la Academia Provincial de Ciencias, así como la entrada de las ideas krausistas y el buen momento de la prensa local, renovaron profundamente los elementos culturales de la ciudad de Badajoz.

Pedro Carrasco Garrorena nace en el Badajoz de esta época, concretamente el día 17 de noviembre de 1883 en el número 19 de la calle del Gobernador. Su padre era Cayetano Carrasco Luengo, conserje de la Diputación de Badajoz, natural de Talarrubias (Badajoz). Su madre se llamaba Enriqueta Garrorena Muría y era natural de Valencia.

Ángel Garrorena Bernabé, abuelo materno de Pedro Carrasco e iniciador de una saga familiar que ha llenado una buena parte de la historia de Badajoz durante el siglo XX, llegó a Badajoz en fecha incierta. Según Muro Castillo (1999), Ángel Garrorena Bernabé tenía un estudio fotográfico en la plaza de la Barceloneta en Barcelona. Desde allí se trasladó a Badajoz, abriendo un estudio en el número 26 de la calle de los Padres. Su hijo Fernando Garrorena Muría (1868-1924), tío de Pedro Carrasco Garrorena, es el fotógrafo más importante que tiene Badajoz en el tránsito del siglo XIX al XX. Su obra ha adquirido una enorme relevancia debido a la calidad de sus composiciones, a sus acabados y a la perfección de los retoques. Los hijos de Fernando Garrorena Muría continuaron la labor fotográfica en Badajoz durante el siglo XX.

La familia de Pedro Carrasco Garrorena fue humilde y numerosa. Sus hermanos fueron Lola, Ángel, Rafael, Emiliano, Rogelio y Ramón. Otros fallecieron a edades tempranas. De todos los hermanos, destacan Pedro, Ángel y Rafael por sus cualidades artísticas y científicas. Ramón y Rogelio, así como su primo Fernando (fotógrafo, ilustrador e hijo de Fernando Garrorena Murfa), también heredaron las aptitudes artísticas de la familia aunque sin alcanzar el renombre de sus otros hermanos.

Pedro Carrasco estudió el Bachillerato en el Instituto de Segunda Enseñanza de Badajoz. El Instituto había comenzado a funcionar en el año 1845, pasando por una época dorada durante los primeros años de la década de 1880. En esta época surgieron polémicas que se extenderían a toda la ciudad como la protagonizada por Tomás Romero de Castilla y Fernández Valbuena [PECELLÍN LANCHARRO, 1987] en torno a las ideas krausistas o como la polémica sobre el darwinismo [PÉREZ GONZÁLEZ, 1987] donde jugó un papel importante Máximo Fuertes Acevedo. Tanto Romero como Fuertes serían figuras importantes del Instituto de Badajoz y de la publicación periódica *Boletín-Revista del Instituto de Badajoz*, la revista cultural pacense más importante de la época. Gracias a los instrumentos conservados en distintos institutos de enseñanza secundaria de Badajoz, podemos conocer el material científico con que contaba el Instituto a finales del siglo XIX, época en la que fue alumno Pedro Carrasco. Probablemente, el primer telescopio que vio Carrasco fue el que poseía el instituto (un refractor de 70 mm, más que suficiente para iniciarse en la observación astronómica). Y lo mismo podemos decir del espectroscopio o de otros aparatos que aún se conservan [PÉREZ GONZÁLEZ, 1990].

Por lo demás, el expediente académico de Pedro Carrasco nos muestra un alumno excepcional¹. En la tabla 1 podemos ver las asignaturas que cursó. Excepto en las asignaturas de gimnasia, que figuran como cursadas, obtuvo sobresaliente en todas las materias. El primer examen que realizó en el Instituto fue el de ingreso el día 25 de junio de 1894 (tenía diez años) ante un tribunal formado por los catedráticos F. Franco, E. Sánchez y E. Iglesias. En él obtuvo la calificación de aprobado.

Sin embargo, no se matriculó de ninguna asignatura durante el curso académico de 1894-1895 pese a tener aprobado el ingreso en el Instituto. Podemos barajar diferentes hipótesis para explicar esto. Lo más probable es que enfermara durante ese año, aunque también es creíble que su familia no

contase con recursos económicos para matricularlo. De todas formas, Carrasco se matricula el 20 de septiembre de 1895 de sus primeras asignaturas de Bachillerato: 1º de Latín, Geografía y Religión.

Tabla 1. Asignaturas cursadas en el bachillerato

Asignaturas del Bachillerato	Matriculado en el Curso de	En el Instituto de	Calificación en los Exámenes	Observaciones
Latín y Castellano. 1º Curso	1895-1896	Badajoz	Sobresaliente	
Geografía	1895-1896	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Religión. 1º Curso	1895-1896	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Latín y Castellano. 2º Curso	1896-1897	Badajoz	Sobresaliente	
Historia de España	1896-1897	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Aritmética y Álgebra	1896-1897	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Francés. 1º Curso	1897-1898	Badajoz	Sobresaliente	
Historia Universal	1897-1898	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Geometría y Trigonometría	1897-1898	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Física y Química	1898-1899	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Retórica y Poética	1898-1899	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Francés. 2º Curso	1898-1899	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Gimnástica. 1º	1898-1899	Badajoz	Cursada	
Psicología	1899-1900	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Historia Natural	1899-1900	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Agricultura	1899-1900	Badajoz	Sobresaliente	Premio
Gimnástica. 2º	1899-1900	Badajoz	Cursada	

Hay que destacar del expediente académico de Pedro Carrasco su interés por conseguir *premio* en muchas asignaturas. Para optar a premio había que solicitarlo y presentarse a un examen que corregía un tribunal. Gracias a estos *premios*, Pedro Carrasco consiguió cursar el Bachillerato con matrícula gratuita en numerosas asignaturas.

Sin embargo, Pedro Carrasco no se limitó a ser un distinguido alumno del Instituto de Badajoz. Sabemos que también fue el fundador, con otros antiguos compañeros del Instituto, de una publicación llamada *Pax-Augusta*. Según Pulido Cordero y Nogales Flores (1989), se trataba de una revista quincenal dedicada a la literatura, la ciencia y las artes. Los estudiantes-redactores contaron con el apoyo del impresor Antonio Arqueros. Se publicaron 12 números en el periodo que va desde julio de 1901 hasta el 30 de diciembre de ese mismo año. En el nº 12 se indica que se deja de publicar por los *deberes y ocupaciones más imperiosos, constantes e imprescindibles* que deben atender los responsables.

Existen algunos ejemplares en el archivo privado de Miguel Hurtado en Cáceres. Por otro lado, en una nota que hemos encontrado sobre Pedro Carrasco en el *Boletín del Magisterio Extremeño* [Badajoz, octubre 1904, nº 25, pp. 4-5] se indica que publicó en *Pax-Augusta* trabajos de investigación sobre la Catedral de Badajoz y poesía popular, así como críticas de la obra de Carolina Coronado.

El 21 de junio de 1900, Pedro Carrasco solicitó examinarse para optar al premio especial de la sección de Ciencias. Para tal fin, se constituyó el tribunal formado por M. Aguas Monreal (Presidente), S. Liso (Vocal) y R. Carapeto (Secretario). El primer ejercicio consistió en resolver un problema de Física. El segundo ejercicio versó sobre el tema *Insectos que atacan a las plantas cultivadas*. Como era de esperar tras su trayectoria, obtuvo el Premio Extraordinario de Bachillerato.

La obtención de este premio lleva parejo un premio metálico de 250 pesetas, dinero que le sirve para trasladarse a Madrid con el ánimo de estudiar Física. Está claro que este dinero era insuficiente por lo que al principio alternaba los estudios con sus heredadas aptitudes artísticas. Fundamentalmente, pintó retratos al óleo y dibujos para encajes y bordados.

En la sesión plenaria de la Diputación Provincial de Badajoz del 10 de octubre de 1900, se discutió y aprobó una beca para Pedro Carrasco. En los libros de actas podemos leer:

“Pensión para que pueda seguir la carrera que se propone emprender el excepcional estudiante D. Pedro Carrasco Garrorena, hijo de esta provincia a condición de que justifique igual aprovechamiento que hasta ahora, 1500 pesetas².”

También figura concedida la pensión, con la misma cantidad, en los años 1901³, 1902⁴, 1903⁵ y 1904⁶. La ayuda debe cobrarla puntualmente ya que no aparece en el Libro de Presupuestos de la Diputación de Badajoz en el capítulo de resultas⁷. Carrasco estaba especialmente vinculado a esta institución ya que su padre trabajaba en ella. No sería el único de su familia que se beneficiaría de las ayudas de la Diputación ya que ésta ayudó también a su hermano Ángel para marcharse a Madrid.

Además, su situación económica se resolvió completamente al ganar por oposición la pensión universitaria instituida por Eduvigis Rodríguez de Cela, viuda del catedrático Dr. Sáenz Díez.

Carrasco realizó su carrera de Ciencias Físicas en la Universidad Central durante los años 1900-1904. Hemos extractado su expediente⁸ en la tabla 2. Carrasco consiguió durante la carrera 5 matrículas de honor, 3 sobresalientes y 4 notables.

Tabla 2. Asignaturas cursadas en la licenciatura

Asignaturas	Curso	Calificación
Análisis Matemático. 1 ^{er} Curso	1900-1901	Sobresaliente
Geometría Métrica	1900-1901	Sobresaliente
Química General	1900-1901	Sobresaliente
Dibujo Geométrico y Art.	1901-1902	Notable
Análisis Matemático. 2 ^o Curso	1901-1902	Sobresaliente (M.H.)
Geometría Analítica	1901-1902	Sobresaliente (M.H.)
Física General	1901-1902	Notable
Elem. Cálculo Infinitesimal	1902-1903	Notable
Cosmografía y Física del Globo	1902-1903	Notable
Acústica y Óptica	1902-1903	Sobresaliente (M.H.)
Mecánica Racional	1903-1904	Sobresaliente (M.H.)
Termología	1903-1904	Sobresaliente (M.H.)
Electricidad y Magnetismo	1903-1904	Sobresaliente (M.H.)

Carrasco se examinó del grado de licenciado el 22 de junio de 1904. El Tribunal que lo examinó estaba constituido por Feliú (presidente), Lozano (vocal) y Álvarez (vocal secretario). Carrasco tuvo que realizar tres ejercicios y obtuvo la calificación de sobresaliente.

Unos meses después, el 26 de septiembre concretamente, Carrasco opusió al premio extraordinario de licenciatura. El tribunal estaba formado por Feliú, Lozano y González Martí. Carrasco fue aislado durante 4 horas para realizar su ejercicio sobre la *Teoría del potencial electrostático*, tema que le había tocado por sorteo. El tribunal acordó por unanimidad concederle el premio extraordinario de licenciatura.

Durante el curso 1904-1905, Carrasco preparó su tesis doctoral y cursó las asignaturas del doctorado (ver Tabla 3). La tesis doctoral de Pedro Carrasco sobresale por su profundidad y enfoque por encima de las tesis doctorales de la época. Estaba dedicada al estudio del poder rotatorio en el cuarzo, un tema

clásico de la óptica del XIX. El título de la tesis doctoral fue *El poder rotatorio, como función de la longitud de onda* y, tras su lectura, el texto fue publicado [CARRASCO, 1906]. En las primeras páginas, Carrasco dejó patente su gratitud a la Diputación Provincial de Badajoz por la ayuda económica que había hecho posible sus estudios.

Tabla 3. Asignaturas cursadas en el doctorado

Asignaturas	Curso	Calificación
Astronomía Física	1904-1905	Sobresaliente
Metereología	1904-1905	Sobresaliente
Física Matemática	1904-1905	Sobresaliente

La investigación de doctorado de Pedro Carrasco puede dividirse en dos partes diferenciadas: una experimental y otra teórica. Biot estableció en pleno siglo XIX una ley que indicaba que el poder rotatorio —el ángulo que gira el plano de polarización cuando un cuerpo es atravesado por luz polarizada— dependía aproximadamente de la inversa del cuadrado de la longitud de onda. Diferentes autores habían explicado esta ley partiendo de consideraciones teóricas. Otros habían desarrollado técnicas experimentales para verificar la ley en el laboratorio, así como para ofrecer medidas más precisas. El trabajo más importante había sido desarrollado por Soret y Sarasin, que habían propuesto una fórmula empírica del tipo

$$\rho = \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \frac{D}{\lambda^6} + \dots$$

donde ρ es el poder rotatorio, λ la longitud de onda y B, C, D, \dots unos coeficientes que determinaron experimentalmente.

En la primera parte de su tesis, Carrasco hizo una revisión de toda la parte experimental del problema. También desarrolló y montó un banco óptico (con piezas de otros equipos incompletos) con los accesorios suficientes para lograr determinar poderes rotatorios de distintas radiaciones visibles. Aquí acaba la primera fase de su investigación y comienza la segunda. Con este conjunto de datos experimentales ya podría haber determinado una fórmula experimental como la de Soret y Sarasin. Sin embargo, Carrasco decide intentar un cálculo teórico del poder rotatorio como función de la longitud de onda, lo cual

consigue satisfactoriamente. Carrasco obtiene una expresión del tipo

$$\rho = A\lambda^{-2} - B\lambda^{-3} + C\lambda^{-4} + \dots$$

y determina con datos experimentales (los suyos en el rango visible y los publicados por investigadores extranjeros) los coeficientes A , B , C ,... incluyendo un análisis de errores experimentales.

El tribunal que juzgó la tesis de Carrasco estuvo constituido por Bartolomé Feliú (presidente), Eduardo Lozano (vocal), Ignacio González Martí (vocal), Blas Cabrera Felipe (vocal) y Antonio Vela (secretario). La calificación de la tesis fue sobresaliente.

Esta nota le daba a Carrasco la posibilidad de presentarse al premio extraordinario de doctorado. A estas oposiciones se presentaron Esteban Terradas y Pedro Carrasco Garrorena. El acta académica del evento dice así:

“En Madrid á veinte de Enero de mil novecientos seis, reunidos en el Salón de grados los Doctores D. Eduardo Lozano, D. Francisco Cós y D. Blas Cabrera que componían el Tribunal de las Oposiciones á los Premios extraordinarios del grado de Doctor en Ciencias, en la Sección de Físicas, llamóse a los alumnos que las habían firmado, presentándose D. Esteban Terradas é Illa y D. Pedro Carrasco y Garrorena. Acto contínuo procedióse, en sesión pública, al sorteo del tema entre los designados por el Tribunal, resultando elegido el siguiente: *Principio de Carnot. Aplicaciones*. Incomunicados, a continuación lo opositores en la forma reglamentaria y entregados sus trabajos al Tribunal, se procedió a la lectura en público de los mismos y al juicio de las respectivas disertaciones, acordándose por unanimidad, haber lugar a la adjudicación de cada uno de los premios á cada uno de los opositores”.

De esta forma, dos de los mejores físicos españoles de principios del XX finalizaban su etapa estudiantil.

Pedro Carrasco, astrónomo (1905-1939)

En 1905, poco antes de terminar sus estudios universitarios, Carrasco ingresó por oposición en el Observatorio Astronómico de Madrid. Probablemente, el primer trabajo en el que Carrasco colaboró con los demás miembros del Observatorio fue la revisión y la composición de las tablas que darían lugar al *Resumen de Observaciones Meteorológicas* que se publicaría en 1906:

“La composición del presente libro, [...], se debe, principalmente, á los Astrónomos D. Carlos Puente y D. Victoriano F. Ascarza, y Auxiliares de este Observatorio D. Gonzalo Reig y D. Pedro Carrasco, que han desempeñado tan molesta y deslucida tarea con asiduidad y paciencia, dignas de elogio por nuestra parte” [OBSERVATORIO DE MADRID, 1906, p. XII].

El que en un observatorio astronómico se realizasen trabajos meteorológicos no debe extrañar al lector moderno pues ambas ciencias no se separarían completamente hasta bien entrado el siglo XX. De hecho, el Observatorio de Madrid estuvo especialmente vinculado con la meteorología en España durante el siglo XIX ya que fue el organismo más importante que estuvo oficialmente a cargo de la meteorología (entre la Dirección de Operaciones Geodésicas de la Junta General de Estadística y el Instituto Central Meteorológico). Por R.O. de 8 de julio de 1904, la actividad meteorológica quedó a cargo del Instituto Central Meteorológico, lo que se llevó a la práctica a partir del 1 de enero de 1906. A partir de esta fecha, las estaciones meteorológicas distribuidas por la península recibían instrucciones del Instituto Central y enviaban a este organismo sus observaciones. Además, el Instituto Central se hizo cargo en 1916 de publicar las observaciones meteorológicas realizadas en España durante el periodo 1901-1905. Estas observaciones no fueron publicadas por el Observatorio de Madrid en su momento ya que el *Resumen* de las observaciones de los años 1899 y 1900 [OBSERVATORIO DE MADRID, 1906] fue publicado en 1906. Por otro lado, el Observatorio de Madrid continuó realizando las observaciones meteorológicas en Madrid [GARCÍA DE PEDRAZA y GIMÉNEZ DE LA CUADRA, 1985].

Estas observaciones meteorológicas eran publicadas en los anuarios del Observatorio. Carrasco siguió vinculado a estos trabajos meteorológicos. Por ejemplo, podemos leer en el Anuario del Observatorio de Madrid para 1911:

“La ordenación del presente resumen, la traducción de los registradores, revisión de pruebas de imprenta, etc., ha estado á cargo de los Auxiliares de este Observatorio, señores Carrasco y Tinoco” [OBSERVATORIO DE MADRID, 1910, p. 522].

Pasos fundamentales en la vida científica de Carrasco fueron sus viajes como becario de la Junta de Ampliación de Estudios a importantes observatorios astronómicos europeos durante dos estancias cortas realizadas en los años 1910 y 1911.

La Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) fue fundada en 1907 dentro del espíritu de modernización que suscitó el

regeneracionismo tras el desastre español del 98. Sin duda, la creación de la JAE fue una de las acciones más importantes en el ámbito de la promoción de la investigación científica en España. La JAE era una institución autónoma, inspirada en la Institución Libre de Enseñanza y dependiente del Ministerio de Instrucción Pública. Según el R.D. de 22 de enero de 1910, las funciones de la JAE eran: el servicio de ampliación de estudios dentro y fuera de España, las delegaciones en congresos científicos, el servicio de información extranjera y relaciones internacionales en materia de enseñanza, el fomento de trabajos de investigación científica y, por último, la protección de las instituciones educativas en la enseñanza secundaria y superior [MORENO y SÁNCHEZ RON, 1988; SÁNCHEZ RON, 1988].

Pedro Carrasco participó de pleno en este intento de llevar a jóvenes científicos españoles al extranjero. La primera estancia de Pedro Carrasco en el extranjero becada por la Junta fue aprobada por la R. O. del 9 de julio de 1910:

“D. Pedro Carrasco Garrorena, Auxiliar de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central y Auxiliar del Observatorio Astronómico, una de tres meses, desde el 15 de julio, para estudiar aplicaciones de la Espectroscopia á la astronomía en Meudon, París y Potsdam, con 350 pesetas mensuales, 500 para viajes y 150 para material y laboratorios”⁹.

Al año siguiente, Carrasco volvería a solicitar una beca de la Junta de Ampliación de Estudios que le sería concedida por R. O. de 30 de abril de 1911:

“8º A D. Pedro Carrasco Garrorena, Auxiliar de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, dos meses, para estudios de Astrofísica en Inglaterra, con 350 pesetas mensuales, 500 para viajes y 200 para matrículas”¹⁰.

En la biblioteca central del CSIC se encontraban reunidos con la signatura JAE diversos documentos relacionados con la Junta de Ampliación de Estudios. Mayormente, se trata de ejemplares manuscritos o mecanografiados de muchos de los trabajos que en su día se presentaron a la Junta en solicitud de pensiones. Estos documentos llegaron a la biblioteca de CSIC en los primeros años de funcionamiento de ésta. Actualmente, no existe documentación que explique explícitamente su procedencia y cómo se incorporaron a los fondos de la biblioteca. También se sabe que hay algunos trabajos de este tipo en el archivo de Alcalá de Henares. Villarraig et al. (1988) han

catalogado los fondos con signatura JAE de la biblioteca central del CSIC. Entre estos, se encuentra una memoria de Pedro Carrasco titulada *El resalto cóncavo esférico, su teoría, astigmatismo e instalación* fechada en 1912 [VILLAROIG *et al.*, 1988, p. 679]. Pensamos que ésta puede ser la memoria entregada a la JAE tras sus visitas al extranjero.

El eclipse del 17 de abril de 1912 provocó un intenso trabajo por parte del personal de Observatorio Astronómico de Madrid. Este eclipse presentaba un interés especial: los diámetros aparentes del Sol y de la Luna iban a ser prácticamente iguales. Por ello, cuando la Luna se interpusiese entre la Tierra y el Sol, ésta podría ocultar a los observadores totalmente en Sol (eclipse total) o dejar visible el borde solar por ser el diámetro de la Luna menor que el diámetro del Sol (eclipse anular). Este hecho provocó un especial interés por parte de los astrónomos que conocían las circunstancias críticas de este eclipse. Para la observación de tan especial eclipse, la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico dispuso que una comisión del Observatorio Astronómico de Madrid se trasladase a la localidad de Cascabelos. Francisco Íñiguez, Director del Observatorio designó a los astrónomos Cos, Aguilar, Carrasco y Tinoco para que formasen dicha comisión.

El cometido de Pedro Carrasco fue la obtención mediante fotografía de espectros cromosféricos, es decir, espectros de la parte externa de la atmósfera solar. Para ello contaba con diversos aparatos que poseía el Observatorio. El instrumental que Carrasco llevó a Cascabelos constaba de una cámara prismática (o espectrógrafo) y un celóstato. La cámara prismática servía para la obtención de fotografías del espectro de la luz que le llegaba de la cromosfera solar. El celóstato recogía la luz del Sol y, mediante un sistema de espejos, enviaba la luz a la cámara. Se necesita un celóstato para seguir al Sol, ya que éste va moviéndose por el cielo a medida que pasa el tiempo y la cámara está fija en el suelo. Para probar y ajustar sus instrumentos, Carrasco intentó fotografiar espectros estelares desde las instalaciones del Observatorio de Madrid durante el mes que precedió el eclipse. Justo los días anteriores al eclipse, ya en Cascabelos, se obtuvieron los espectros de Sirio y Arturo, dos de las estrellas más brillantes. Los resultados fueron satisfactorios, por lo que quedó definitivamente montada la cámara para el eclipse.

El día del eclipse, Carrasco consiguió cinco exposiciones diferentes durante el máximo del eclipse. Tras el éxito obtenido, Carrasco tuvo que dedicarse a la medida de cada línea espectral que aparecía en sus placas

fotográficas. Para ello tuvo que hacer un cálculo preliminar de las líneas que estaban mejor definidas para así poder medir las restantes por comparación. Carrasco estudió las líneas que correspondían al espectro de Fraunhofer, conocido ya desde el siglo XIX, y una selección de líneas de las que ya se conocía su naturaleza cromosférica indiscutiblemente. Para esto último, Carrasco tuvo que examinar los trabajos más modernos de los astrofísicos Lokyer, Evershed, Dyson, Frost y Mitchell.

Los resultados de sus investigaciones fueron publicados en los años siguientes. Carrasco realizó una especie de *atlas* con todas las líneas del espectro que habían conseguido fotografiar. Su trabajo, publicado en varias ocasiones [CARRASCO, 1913; CARRASCO, 1915c] es una exhaustiva recopilación donde se tabulan los resultados de la medida y reducción de tres espectros obtenidos durante el eclipse. Las tablas dan información de unas 2000 líneas espectrales cromosféricas. En la primera columna de las tablas se da la longitud de onda calculada (la media de las tres medidas obtenidas al medir los tres espectros disponibles) y en la segunda la intensidad observada. La tercera columna está destinada a las observaciones. En la cuarta columna se encuentra la longitud probable gracias a su identificación y origen químico. Por último, se daba la intensidad de la línea en el Sol, la chispa y el arco.

Además de esto, Carrasco también investigó sobre la verdadera naturaleza del eclipse [CARRASCO, 1914a]. Lo que los astrónomos querían saber era si el eclipse había sido total o anular. Dado que los resultados de las observaciones de la comisión, tanto visuales como fotográficas, no concordaban ni con un eclipse total ni con un eclipse anular, se denomina a este tipo de eclipse perlado. En él, las diferentes formaciones del relieve lunar que se encuentra en el borde de nuestro satélite juegan un papel fundamental.

Aún más importante fue la expedición a Teodosia del Observatorio de Madrid donde participó Pedro Carrasco para observar el eclipse total del 21 de agosto de 1914. Tras ésta, llegó la proyección internacional del trabajo de Pedro Carrasco. Podemos resaltar seis notas publicadas en la prestigiosa revista *Nature* y relacionadas con los trabajos más importantes de P. Carrasco. Ellas nos ayudan a comprender el gran impacto que tuvieron en la astrofísica de la época las investigaciones de Pedro Carrasco sobre espectrografía de la corona solar, tanto en la parte experimental como en la teórica. Estas notas son:

1. "The Spanish Solar Eclipse Expedition". *Nature* 94, 2335, December 17 (1914), p. 432 (Sección "Our Astronomical Column").
2. "Some Results of the Recent Eclipse Expeditions". *Nature* 94, 2356, December 24 (1914), p. 460 (Sección "Our Astronomical Column").
3. "The Solar Eclipse of April 17, 1912". *Nature* 96, 2392, September 2 (1915), p. 16 (Sección "Our Astronomical Column").
4. "The Total Solar Eclipse, August 21, 1914". *Nature* 96, 2393, September 9 (1915), p. 51-52 (Sección "Our Astronomical Column").
5. "Academy of Sciences, November 22". *Nature* 96, 2406, December 9 (1915), p. 417 (Sección "Societies and Academies").
6. "The Structure of the Spectrum of The Solar Corona". *Nature* 96, 2407, December 16 (1915), p 438-439 (Sección "Our Astronomical Column").

Estas notas se refieren a los trabajos de espectrografía de la corona solar que P. Carrasco realizó durante los eclipses de 1912 y 1914. Durante estos años, las misteriosas líneas coronales permanecían como un importante objeto de estudio durante los eclipses solares ya que los intentos para hacerlas visibles a la luz del día habían fracasado [PANNEKOEK, 1989].

El primer texto hace referencia a una nota de P. Carrasco presentada el 30 de noviembre de 1914 en una sesión de la Academia de Ciencias de París por Bigourdan [CARRASCO, 1914b]. En ella se da la noticia del descubrimiento de una nueva raya en el espectro de la corona solar, concretamente en la región del rojo. El descubrimiento se realizó gracias a una fotografía del espectro de la corona solar realizada durante el eclipse total de sol del 21 de agosto de 1914, que fue observado por la expedición española que viajó a Teodosia. Otro de los fenómenos espectroscópicos observados fue la baja intensidad de la región del verde. También en noviembre de 1914, P. Carrasco publicó una nota en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* [CARRASCO, 1914c] sobre este descubrimiento y unos meses después aparecía otra nota en *Astronomischen Nachrichten* [CARRASCO, 1915a].

En la segunda nota, se comparan los resultados obtenidos por Carrasco con los de Bosler y Block, astrónomos del Observatorio de Meudon, que se

instalaron en Strömsund (Suecia) para observar el eclipse. Ellos también apreciaron tanto la intensa línea coronal de la región del rojo como la ausencia de la radiación verde en 5303,7 Å. Bosler y Block obtuvieron 6374,5 Å para la longitud de onda de la raya coronal de la región roja, acorde con los 6373,87 Å que determinó Carrasco.

En la tercera nota, se comentan dos de los artículos que P. Carrasco publicó en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*. Ambos se refieren al eclipse de Sol del 17 de abril de 1912 que fue observado por un grupo de astrónomos del Observatorio de Madrid en Cascabelos (León) como vimos anteriormente. El primer artículo [CARRASCO, 1914a] es una descripción general del eclipse. El segundo [CARRASCO, 1915c] es un exhaustivo trabajo de medida de 2000 líneas espectrales.

La cuarta nota es una noticia sobre distintas publicaciones que tienen por objeto el eclipse de sol del 21 de agosto de 1914. Aparecen reflejados los trabajos de las observaciones de Benedicks y Fredholm (observaron desde Lundsvall), Mengarini, Ricco y Palazzo (expedición italiana que observó desde Teodosia) y Von Naumann (observó desde Leipsic [sic]). Además, se referencia el artículo que P. Carrasco publica en la *Revista de la Real Academia de Ciencias* sobre la raya roja del espectro de la corona.

En la quinta nota, se referencia el trabajo que P. Carrasco envió a la Academia de París (CARRASCO, 1915b). En él se pone de manifiesto que la raya por él descubierta es la primera de una serie de líneas espectrales. Por último, la sexta nota trata con mayor extensión el artículo citado¹¹.

Tras el bloque importante de trabajos sobre espectroscopía, Carrasco se dedicó a investigar en posibles métodos experimentales para determinar la velocidad de la luz, quizás influenciado por la difusión de la relatividad en España. Sobre el tema, realizó diversas contribuciones que fueron publicadas en España durante los años 1918 y 1919. El primer escrito de Carrasco sobre relatividad data del año 1916 [CARRASCO, 1916d] aunque son más importantes los análisis sobre *el estado de la cuestión* que publicó en 1920 [CARRASCO, 1920a; CARRASCO, 1920b].

Durante las décadas de los 20 y los 30, el trabajo de Carrasco en el Observatorio fue intensísimo, escribiendo numerosos trabajos para publicaciones del Observatorio. Y en el año 1934, Carrasco es nombrado Director del Observatorio Astronómico de Madrid debido a la defunción de Victoriano Fernández Ascarza, astrónomo que ocupaba el cargo.

La vida académica

La carrera académica Pedro Carrasco comienza en 1905. En esta fecha, solicita ser admitido a la oposición de Auxiliar de Física-Matemática y Termología vacante en la Universidad Central¹². El 18 de octubre de 1905, el tribunal constituido bajo la presidencia de Bartolomé Feliú y los vocales Lozano, González Martí, Cabrera y Gil acuerdan por unanimidad proponer a Pedro Carrasco como Auxiliar interino de Física-Matemática. En esta misma sesión se aprueba la propuesta como Profesor auxiliar interino de Termología y Electricidad y Magnetismo a Esteban Terrada e Illa.

Al quedar vacante, en 1910, una auxiliaría por renuncia voluntaria de Antonio Vela y al tener dicha plaza más dotación económica (2.250 pesetas) que la que Carrasco ocupaba en ese momento, Pedro Carrasco solicita su ascenso (siendo el auxiliar más antiguo). Después de los trámites reglamentarios el ministerio le concede esta dotación con fecha 18 de octubre de 1910. En virtud de oposición y propuesta el 30 de noviembre de 1910 se le nombra Auxiliar Numerario del 3º grupo de la Sección de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central (sueldo de 1.500 pesetas). Inmediatamente solicita se le mantenga el sueldo de 2.250 pesetas al cual cree tener derecho por su antigüedad.

Pasan unos años de estudio y trabajo en su auxiliaría pero la muerte de Echegaray hace que se quede vacante la cátedra de Física-Matemática. La Junta de Facultad del 25 de setiembre de 1916 acuerda proponer a Pedro Carrasco para el desempeño de dicha Cátedra. Esta propuesta es aceptada por el Ministerio con fecha 1 de octubre de 1916.

Pedro Carrasco solicita que se le admita como opositor a la cátedra de Física-Matemática el 28 de febrero de 1917¹³. A la oposición se presentaron Pedro Carrasco y Vicente Burgaleta, según nos cuenta Enrique de Rafael en un discurso de la sesión necrológica que se celebró por la muerte de Esteban Terradas en la Real Academia de Ciencias [RAFAEL, 1951, p. 5].

Pedro Carrasco ganaría la oposición. Un sobrino de Pedro Carrasco, Benigno López Carrasco, nos ha manifestado que en su familia siempre se dijo que *el otro opositor* contaba con poderosas influencias, incluida la Casa Real, y la oposición fue muy dura.

La vida académica de Carrasco continúa. El 25 de octubre de 1920 se le pasa al número 456 del escalafón y se le asigna un sueldo de ocho mil pesetas anuales. El 13 de julio de 1925 se le asciende a la Sección 7ª del escalafón y se le asigna un sueldo de nueve mil pesetas anuales. El 11 de marzo de 1927 se le concede una gratificación de dos mil pesetas anuales por el desempeño de la Sección 3ª de la Física general.

Al morir el catedrático de Astronomía física del doctorado de la Sección de Físicas, Antonio Vela Herranz, la Junta de Profesores propone a Pedro Carrasco para que la desempeñe. El ministerio lo concede con fecha 4 de julio, recibiendo Pedro Carrasco una gratificación anual de tres mil pesetas.

Al entrar en 1929 un nuevo plan de estudios en la Universidad Central, a Pedro Carrasco se le acumula una de las Secciones de la asignatura *Complementos de Física* para los alumnos de Farmacia. Con fecha 27 de julio, el ministerio aprueba la propuesta y le asigna un complemento anual de mil pesetas al ser la clase alterna.

El 11 de diciembre de 1929, Carrasco es nombrado académico de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. El discurso de recepción versó sobre *La investigación de periodicidades y la actividad solar* [CARRASCO, 1929b]. La contestación del discurso estuvo a cargo de Cecilio Jiménez Rueda. Ésta constituye una breve biografía de Carrasco hasta ese momento.

Carrasco desarrolla una enorme actividad académica. Sus labores y puestos cambian con facilidad y rápidamente. Por R.O. de 13 de Enero de 1931 (Gaceta 9 de febrero), se le asciende a la Sección 7ª del Escalafón y se le asigna un sueldo de diez mil pesetas más mil de aumento. Seis meses después y a propuesta del Rectorado de la Universidad Central, el ministerio aprueba que desempeñe por acumulación la Cátedra de Astronomía Física por R.O. de 12 de julio (Gaceta 23 de julio) de 1931. El 1 de diciembre de 1931 se confirma, por el ministerio, a Pedro Carrasco la asignación de mil pesetas por clase alterna de la asignatura (acumulada) Física teórica y experimental (lección alterna) para farmacia y de tres mil pesetas por acumulación de la Cátedra de Astronomía física.

Para culminar este año lleno de cambios para Carrasco, el 19 de diciembre de 1931 se celebró la elección para Decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central. El acta de dicha reunión dice literalmente:

“Acta de la sesión celebrada el día 19 de Diciembre del corriente con objeto de proceder mediante votación a la designación de los Catedráticos cuyos nombres la Facultad de Ciencias eleva a la Superioridad para el nombramiento de Decano de la misma según acuerdo tomado en la Junta de Facultad del día dieciséis de Diciembre.

En Madrid a las once horas del día diecinueve de mil novecientos treinta y uno se procedió en el Decanato de la Facultad a la Constitución de la mesa electoral bajo la presidencia del Decano accidental Don Odón de Buen, con la asistencia del catedrático de la misma José Rioja y actuando como Secretario el Vice-Secretario de la Facultad Don Cipriano Rodrigo Lavin.= La votación se realizó desde las once hasta las trece horas depositando su voto en estas dos horas cuarenta y un votante.= En esta última hora se procedió a realizar el escrutinio por el Sr. Presidente, ante la presencia de diferentes Catedráticos, Profesores y Alumnos cuyo escrutinio dio el siguiente resultado: El Catedrático DON PEDRO CARRASCO GARRORENA obtuvo veinticuatro votos, el Catedrático DON ENRIQUE MOLES ORMELLA dieciséis votos, el Catedrático jubilado DON LUIS OCTAVIO DE TOLEDO un voto.= Y no habiendo manifestaciones en ningún sentido de los presentes se levantó la sesión.

Madrid 19 de Diciembre de 1931.

Se acompaña con tres rúbricas.”

A pesar de que en el acta se dice [...] *no habiendo manifestaciones en ningún sentido de los presentes [...]*, parece que hubo alguna protesta, al menos oficiosa. El hecho es que en el expediente de Pedro Carrasco, a continuación del acta anterior, figura la siguiente nota escrita a máquina que se transcribe literalmente:

“Elecciones Decanato Ciencias Central.

Vicio inicial de nulidad por no estar ninguno de los candidatos incluido en la mitad más antigua del escalafón.

Los auxiliares encargados de cátedra vacante (D. Filiberto Díaz, Sr. Blas A. Álvarez, Sr. Rodríguez Bachiller, Sr. Carrasco D.R.) han emitido voto en calidad de titulares. Esta facultad se la concedió la Junta de gobierno. Estos mismos Sres. han emitido voto como Auxiliares en al reunión celebrada por estos y votaron la mayoría al adjudicar el voto global al Sr. Carrasco (duplicidad de voto).

Los representantes de los alumnos decidieron sin consultar a la directiva de la asociación y por tres votos contra dos, votar en bloque (8 votos) al Sr. Carrasco. Los ausentes han debido constar como votantes (voto por escrito) sin ser consultados.

En la reunión celebrada por los auxiliares se censuró la ausencia sistemática de uno de los representantes de la Sección de C. Exactas. Ante la eventualidad de perder un voto, decidieron que otro auxiliar el Sr. Tinoco emitiera el voto en nombre del ausente.”

El escrito no tiene ni membrete ni firma, ni ningún detalle que pueda servirnos para cualquier identificación. Pese a esta nota, el ministerio nombra a Pedro Carrasco Decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central con fecha 12 de enero de 1932.

Durante la segunda República, Carrasco seguiría subiendo en el escalafón académico y desempeñando diversos cargos. Así, se le confirma en el desempeño de la Cátedra acumulada de Física teórica y experimental (Física general) de Farmacia por Orden de 29 de diciembre de 1932 (Boletín de 14 de enero de 1933). Por orden de 1 de enero de 1933 (Gaceta del 20), se adscribe a la Sección 6ª del Escalafón con el haber anual de once mil pesetas. Por Orden de 23 de noviembre de 1935, se le acumula la Cátedra de Astronomía Física (Sección Físicas) de la facultad de Ciencias de la Universidad Central con una gratificación anual de tres mil pesetas. Por Orden de 27 de febrero de 1936, se le acumula la cátedra de Física para Farmacia de la facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid. El ocho de abril de 1936 se le concede el título de adscripción a la Sección 5ª del Escalafón general de Catedráticos de Universidad con antigüedad de 4 de abril de 1936 y sueldo de doce mil pesetas más mil de aumento.

Un aspecto interesante de la vida universitaria de Carrasco es su preocupación por la enseñanza, algo que se veía aún más claramente durante su exilio en México. Esta preocupación se refleja en la publicación de un libro de texto [CARRASCO, 1925a] de física general con modernos contenidos [VAQUERO y SANTOS, 2001] y en las experiencias de cátedra que publicó en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* [CARRASCO, 1905b; CARRASCO, 1912c].

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Junta de Extremadura mediante el proyecto de investigación IPR98A061. Los autores quieren agradecer a Benigno López Carrasco, Pedro Carrasco, Magdalena Carrasco y Pedro Miguel Carrasco —familiares de Pedro Carrasco Garrorena— su ayuda y atención.

NOTAS

- 1 Archivo Histórico Provincia de Badajoz (AHPB), sección expedientes de bachillerato del Instituto General y Técnico de Badajoz, legajo 118, expediente 6322.
- 2 Archivo Diputación Provincial de Badajoz (A.D.P.B.), Libros de Actas de Sesiones Plenarias, año 1900, signatura 3824, capítulo 12, artículo único, fol. 88v.
- 3 A.D.P.B., Libros de Actas de Sesiones Plenarias, Sesión de 10 de octubre de 1901, fol. 74, signatura 3825.
- 4 A.D.P.B., Libros de Actas de Sesiones Plenarias, Sesión de 14 de octubre de 1902, fol. 66, signatura 3825.
- 5 A.D.P.B., Libros de Actas de Sesiones Plenarias, Sesión de 29 de Octubre de 1903, fol. 58v, signatura 3826.
- 6 A.D.P.B., Libros de Actas de Sesiones Plenarias, Sesión de 25 de noviembre de 1904, fol. 64, signatura 3826.
- 7 A.D.P.B., Libro de Presupuestos de la Diputación de Badajoz, año 1901, signatura 1571; 1902, signatura 1572; 1903 signatura 1573; 1904 signatura 1574; 1905 signatura 1575.
- 8 Archivo General de la Administración. Sección Educación y Ciencia (en adelante A.G.A. E. y C.), caja 15491.
- 9 R.O. de 9 de julio de 1910. Fue publicada en la *Gaceta de Madrid*, núm. 194, del 13 de julio de 1910, en las páginas 251-252.
- 10 R.O. de 30 de abril de 1911. Fue publicada en la *Gaceta de Madrid*, núm. 133, del 13 de mayo de 1911, en las páginas 450-451.
- 11 Actualmente, las líneas coronales se han dividido en cuatro grupos de acuerdo a la energía de ionización. Ésta es la mínima energía requerida para sacar n electrones de un átomo. Las líneas más representativas de cada grupo son: 1. 569,4 nm, Ca XV, 814 eV. 2. 530,3 nm, Fe XIV, 355 eV. 3. 637,4 nm, Fe X, 235 eV y 4. 670,2 nm, Ni XV, 430 eV [BECK et al., 1995]. Como vemos, la línea más representativa del tercer grupo es la descubierta por Carrasco en 1914.
- 12 A.G.A. E. y C. Caja 15407 (todos los datos a partir de este momento son de la caja 15047 mientras no se diga lo contrario).
- 13 A.G.A. E. y C. Caja 15491.

BIBLIOGRAFÍA

Obras localizadas de Pedro Carrasco (hasta la Guerra Civil Española)

Damos a continuación un listado provisional de obras de Pedro Carrasco durante el periodo estudiado en este artículo.

- CARRASCO, P. (1901a) “La misma causa...”. *Pax-Augusta*, I(12), 2 [Poesía].
 — (1901b) “El niño Dios. Cuento de Noche-Buena”. *Pax-Augusta*, I(12), 2-4.
 [—] (1901c) “La poesía popular extremeña”. *Pax-Augusta*, I(12), 5-6.

- (1905a) “Poderes rotatorios”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 315-316.
- (1905b) “Composición de vibraciones rectangulares”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, t. III, 405-406.
- (1905c) “Fórmula empírica del poder rotatorio del cuarzo”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 427-431.
- (1906) *Dispersión rotatoria. Estudio del poder rotatorio*. Madrid, Jaime Ratés.
- (1908) “Cháchara”. *Archivo Extremeño*, 7, 213-215 (Año I).
- (1909) “Sobre la determinación del índice de refracción de un prisma”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 334-339.
- (1912a) “El astigmatismo de los resaltes cóncavos esféricos”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 651-671 [Número de febrero].
- (1912b) “Una nueva montura automática de resalto cóncavo”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 187-190 [Número de mayo].
- (1912c) “Determinación de la distancia focal de un espejo cóncavo”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 191-192 [Sección “Experimentos de cátedra”; número de mayo].
- (1913) “Observaciones espectrográficas del eclipse de sol del 17 de abril de 1912”. En: *Actas del Congreso de la Asociación Española para el Progreso de la Ciencia*, Sección 2ª. –Astronomía y Física del Globo, 175-231.
- (1914a) “El eclipse de sol de 17 de abril de 1912: su naturaleza en la zona española”. *Anales de la sociedad de Física y Química*, 482-499 [También apareció en una memoria de la comisión oficial publicada por el Observatorio Astronómico y en la *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, nº 40, 1915].
- (1914b) “Observations physiques faites a Theodosia pendent l’eclipse totale de Soleil du 21 Aout 1914”. *Comptes Rendus de la Academie des Sciences*, V, CLIX, nº 22, 740-741.
- (1914c) “Nueva raya coronal”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 510-512 [También en *Nature y Monthly Notices*].
- (1915a) “Sonnenfinsternis vom 21 august 1914”. *Astronomischen Nachrichten*, nº 4785, 147-148.
- (1915b) “Sur la existence de serie de lignes dans l’espectre de la couronne”. *Comptes Rendus de la Academie des Sciences*, V, CLXI, 631-632 [También en *Nature y Monthly Notices*].
- (1915c) “Observaciones espectrográficas del eclipse de sol del 17 de abril de 1912”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, Tomo XIII, 181-238 [Varias notas en *Nature* y en *Actas del Congreso de Madrid de 1913 de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*].
- (1915d) “Estudios teóricos sobre los espectros de líneas de la Corona Solar I”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 469-477 [noviembre].
- (1916a) “Estudios teóricos sobre los espectros de líneas de la Corona Solar II”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 242-248 [abril].
- (1916b) “Estudios teóricos sobre los espectros de líneas de la Corona Solar II[III]”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 267-271 [abril].

- (1916c) “Estudios teóricos sobre los espectros de líneas de la Corona Solar II[IV]”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 305-312.
- (1916d) “Teoría de la relatividad”. En: Ateneo de Madrid: *Estado actual, métodos y problemas de las ciencias*. Madrid, Imprenta Clásica Española.
- (1917) “Echegaray”. *Revista de la Sociedad Matemática Española*, 51, 2-6.
- (1918) “Nuevo método para medir la velocidad de la luz. Determinación de algunas constantes físicas, que dependen de la medida de pequeños intervalos de tiempo”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XVII, 201-216 [octubre–noviembre–diciembre].
- (1919a) “Nuevo método para medir la velocidad de la luz. Determinación de algunas constantes físicas, que dependen de la medida de pequeños intervalos de tiempo (conclusión)”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XVIII, 340-357 [enero–febrero–marzo].
- (1919b) “Método para determinar la velocidad de la luz”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 17, 296-306.
- (1919c) “Método para determinar la velocidad de la luz (conclusión)”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 17, 316-330.
- (1920a) “Estado presente de la teoría de la relatividad: El eclipse de Sol del 29 de Mayo de 1919”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 18, 2ª parte, 67-73.
- (1920b) “Estado presente de la teoría de la relatividad: Consecuencias de las últimas observaciones”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 18, 2ª parte, 93-100.
- (1921) “El laboratorio Astrofísico del Observatorio de Madrid”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1922*. Madrid.
- (1922) “Observaciones actinométricas verificadas en San Pedro del Pinatar en julio de 1922”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1923*. Madrid.
- (1924) “La nueva ecuatorial Grubb”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1925*. Madrid, Samarán y Cía.
- (1925a) *Elementos de física general*. Madrid, Librería de Victoriano Suárez.
- (1925b) *Las sustancias primordiales en Física*. Madrid, Imprenta Colonial.
- (1925c) “Estudio del antejo meridiano”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1926*. Madrid, Samarán y Cía.
- (1926a) *El significado de las ecuaciones generales del campo electromagnético*. Madrid, Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos.
- (1926b) “Estudio del objetivo de 40 cm de la ecuatorial de Grubb”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1927*. Madrid, Samarán y Cía.
- (1927a) *Estudio de las aberraciones de un objetivo astronómico Grubb de 40 cm*. Madrid, Imprenta Clásica [Es tirada aparte de la Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid].
- (1927b) “Estudio y ajuste de la ecuatorial fotográfica de 40 cm del observatorio de Madrid”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1928*. Madrid, Talleres del Instituto Geográfico y Catastral.

- (1928a) *Sobre la influencia de los errores de instalación y ajuste de una montura ecuatorial, en las observaciones astronómicas*. Madrid, Imprenta Clásica.
- (1928b) *Filosofía de la Mecánica*. Madrid, Editorial Páez.
- (1928c) “Determinación de la hora local por observaciones meridianas y determinación internacional de diferencias de longitudes”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1929*. Madrid, Talleres del Instituto Geográfico y Catastral.
- (1929a) “Contribución al análisis armónico de las funciones experimentales”. *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, XXVII, 555-560.
- (1929b) *La investigación de periodicidades y la actividad solar*. Madrid, imprenta artística Sáez Hermanos.
- (1930) “La temperatura de las estrellas”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1931*. Madrid, Talleres del Instituto Geográfico y Catastral.
- (1932) “Discurso del Ilmo. Sr. D. Pedro Carrasco, Académico de la de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales, Catedrático de la Universidad Central”. En: *Excelentísimo Sr. D. José Echegaray y Eizaguirre*. Madrid, C. Bermejo, 19-27.
- (1934) “Prólogo”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1935*. Madrid, Talleres del Instituto Geográfico y Catastral.
- (1935a) “Prólogo”. En: *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1936*. Madrid, Talleres del Instituto Geográfico y Catastral.
- (1935b) *La cooperación científica y la Academia de Ciencias*. Madrid, C. Bermejo impresor.

Referencias

- BECK, R.; HILBRECHT, H.; REINSCH, K. y VÖLKER, P. (1995) *Solar astronomy handbook*. Richmond, Willmann-Bell.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. y GIMÉNEZ DE LA CUADRA, J.M. (1985) *Notas para la Historia de la Meteorología en España*. Madrid, Instituto Nacional de Meteorología.
- MORENO GONZÁLEZ, A. y SÁNCHEZ RON, J.M. (1988) “La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas: la vida breve de una fundación ahora octogenaria”. *Mundo Científico*, 65, enero, 18-33.
- MURO CASTILLO, M. (1999) “La fotografía en Extremadura. Tránsito del siglo XIX al XX”. *Revista de Estudios Extremeños*, LV(1), 137-167.
- OBSERVATORIO DE MADRID (1906) *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la península y en algunas de sus islas adyacentes durante los años 1899 y 1900*. Madrid, Imprenta de Bailly-Bailliere é Hijos.
- OBSERVATORIO DE MADRID (1910) *Anuario del Observatorio de Madrid para 1911*. Madrid, Imprenta de la Casa Editorial Bailly-Bailliere.
- PANNEKOEK, A. (1989) *A History of Astronomy*. New York, Dover Publications.
- PECELLÍN LANCHARRO, M. (1987) *El krausismo en Badajoz: Tomás Romero de Castilla*. Badajoz, Diputación Provincial.

PÉREZ GONZÁLEZ, F.T. (1987) *La introducción del Darwinismo en la Extremadura decimonónica*. Cáceres, Diputación Provincial.

PÉREZ GONZÁLEZ, F.T. (Coord.) (1990) *Los orígenes de la Enseñanza Media. Badajoz siglo XIX*. Badajoz, Junta de Extremadura.

PULIDO CORDERO, M. y NOGALES FLORES, T. (1989) *Publicaciones periódicas extremeñas 1808-1988*. Badajoz, Diputación Provincial.

RAFAEL, E. DE (1951) "Juventud y formación científica de Terradas". En: Varios (1951) *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*, 3–11.

SÁNCHEZ RON, J.M. (Coord.) (1988) *1907-1987. La Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones científicas 80 años después*. Madrid, CSIC, 2 vols.

VAQUERO, J.M. y SANTOS, A. (2001) "Heat and Kinetic Theory in 19th Century Physics Textbooks: The Case of Spain". *Science & Education*, 10(1), (en prensa). Disponible como pre-print en <http://arXiv.org/abs/physics/0002042>.

VARIOS (1951) *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*. Madrid, C. Bermejo.

VILLAROIG, M.; ÁLVAREZ, C.; AMOR, M.E. y AZORÍN, A. (1988) "Documentos de la JAE en la Biblioteca Central del CSIC". En: J.M. Sánchez Ron (Coord.), *1907-1987. La Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones científicas 80 años después*. Madrid, CSIC, 659–762, vol. II.