

# BLAS CABRERA FELIPE (1878-1945)

Por: NICOLÁS CABRERA SÁNCHEZ

*El Boletín de la Fundación March ha publicado un interesante trabajo sobre el físico canario Blas Cabrera Felipe, del que es autor Nicolás Cabrera Sánchez, hijo del gran científico, que ha sido profesor en las Universidades de París, Bristol, Virginia y autónoma de Madrid, alcanzando notoriedad por sus estudios sobre el crecimiento de los cristales. El profesor Cabrera Sánchez ha destacado también por su organización de departamentos de Física en diferentes países. Correspondiendo al objetivo de divulgar la vida y la obra de Blas Cabrera en su propia tierra, reproducimos aquí el expresado artículo.*

A l recordar lo que va de siglo en este país, hay que señalar que en provecho de la ciencia española, existe una parte de sus mejores momentos históricos que, recordada entrañablemente por unos y olvidada por otros, es en suma desconocida para la mayoría.

Hay que aclarar el sentido universal de la ciencia, pues ésta debe afrontar todos los campos en las líneas más avanzadas del saber y del investigar. En razón a esto, pasaremos a incluir un breve resumen del ambiente científico europeo a comienzos de siglo, porque respecto a su dimensión internacional, la ciencia es un patrimonio común: "Lo que sabemos, lo sabemos entre todos".

Desde finales del siglo pasado, alrededor del año 1875, empieza a aflorar en la conciencia europea el espectacular desarrollo de la industria alemana debido a la gran potenciación dada a la ciencia en Alemania. Ésta era la consecuencia lógica de la enorme inversión que Alemania venía realizando en la investigación científica y tecnológica, lo que hace que se convierta junto con Estados Unidos en las primeras potencias económicas mundiales. Esta nueva relación entre hombre de ciencia e industria altera el papel del científico y del propio conocimiento de la naturaleza. El trabajo llevado a cabo en los laboratorios de las empresas consolida la investigación y la producción del conocimiento científico, tendiendo cada vez más a potenciar la investigación con medios estatales y privados al obtener resultados eficaces. De esta manera se desarrollan rápidamente las técnicas experimentales de precisión, alejándose cada vez más de la vieja idea de encontrar un modelo unitario de todos los fenómenos físicos, dando más importancia a los datos que suministra la experiencia directa. Así, se da origen a una gran competitividad con muchos resultados y descubrimientos, logrando por esto una rápida difusión entre colegas alemanes, mientras que en Inglaterra o Francia, etcétera, cada nueva hipó-

tesis era sometida a un proceso lento y polémico de aceptación o rechazo largamente discutido.

En cambio, y en concreto en España, con la llegada de la burguesía al poder en la primera parte del siglo XIX, se pretende la incorporación a marchas forzadas al proceso de la 1ª Revolución Industrial. Ya con el retraso habitual se inicia una política de creación de escuelas de ingenieros, de administración estatal de fondos y planes para gestiones universitarias, convirtiendo al científico en un experto funcionario. Así se consolida la división entre *ciencias teóricas* y *ciencias prácticas*, desarrollando las primeras en la Universidad, dando lugar a una ciencia según textos desfasados, sin enseñanzas prácticas de laboratorio y todo a base de lecturas casi exclusivamente.

Con la Restauración Borbónica y el espíritu social afectado sin duda por el movimiento de la "Generación del 98", lo cual supone la toma de conciencia del sector liberal relacionado con la Institución Libre de Enseñanza, España se incorpora al desarrollo científico europeo. Este nuevo espíritu era fruto del ideal liberal, humanista y progresista que sembraron en España los pocos intelectuales que habían tenido oportunidad de salir al extranjero, motivados por los frescos vientos vividos en libertad ante el mundo fuera de nuestras fronteras, pudiendo así idear, difundir y aplicar su visión del mundo.

Es conocido que la posibilidad de desarrollar un programa de investigación en nuestro país cambió radicalmente con la creación de la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas a principios de este siglo. Las nuevas necesidades científicas del país, concretadas con la creación de la Sociedad de Física y Química en 1903, basada en sus homólogas europeas como modelos a seguir para su adaptación, y la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, más los distintos laboratorios creados por la Junta, intentan desde su

fundación eliminar el carácter teórico y "de despacho" que poseía la ciencia a finales del siglo pasado en España.

Debido a esto, han existido períodos excepcionales en nuestra historia reciente, como la época comprendida entre 1907-1940 cuando floreció un ambiente en el cual nuestros investigadores propagaron sus ideas y resultados científicos por todo el mundo. Este florecimiento ocurrió en todas las ciencias en general, y aun cuando los medios eran bien escasos supieron utilizarlos con gran eficacia, y de haberse mantenido nos hubiera provisto hoy día con la base necesaria para estar a la altura de los demás países occidentales. Afortunadamente tuvimos *líderes* capaces de establecer las líneas del progreso a seguir o intuir los problemas interesantes para dar saltos cualitativos en el esclarecimiento de la naturaleza. La labor prioritaria de la Junta fue la selección objetiva de los becados y la elección de los centros de trabajo extranjeros más idóneos para ampliar después en España las investigaciones previstas. Crea laboratorios especializados, concede autonomía en la programación y realización de los distintos proyectos, evita la concesión de plazas vitalicias, favorece proyectos que no son de interés industrial inmediato y promueve el trabajo en equipo. Con este apoyo, Blas Cabrera inicia una brillante etapa en la cultura científica española. Fue responsable, durante los primeros 40 años de este siglo y recogiendo la semilla lanzada por Ramón y Cajal, de un grupo de investigadores de física y química que, en conjunto, representan tal vez el mejor momento histórico de la ciencia en España, obteniendo resultados que despertaron el interés a nivel mundial. Por todo esto a Cabrera se le considera el padre de la física moderna en España, siendo el maestro de muchas generaciones científicas en nuestras tierras, acogiéndolas para iniciarlas en la dificultosa senda de la investigación científica. Esta investigación se puede decir que fue el *leit motiv* de su vida, en una época en que la falta radical de tradición española en las ciencias físicas daba lugar al triste cuadro que pintaban nuestras universidades donde se había ignorado desde siglos el método experimental. Resulta meritorio el constante esfuerzo de Cabrera, realizando una asombrosa labor experimental en equipo que puso el nombre de España a la altura del concierto mundial de las naciones que marchaban a la cabeza del progreso científico. La actividad de Cabrera se dirige hacia la consecución de un grupo estable de trabajo que estuviera en contacto con la



ciencia europea y norteamericana, en donde los medios de expresión de ideas eran el seminario y el artículo científico; el lugar de trabajo, el laboratorio; las fuentes principales de documentación, la revista especializada; los proyectos de investigación, aquellos que permitieran la realización sobre parcelas concretas de la física.

Cabrera contribuyó al desarrollo espectacular que ha tenido la ciencia moderna, la física en particular, como uno de los fenómenos característicos mundiales del siglo XX de un estado de actualidad y pujanza tremenda. Cabrera se concentró, sobre todo, en el magnetismo, la electricidad y de la química: las ciencias de los magos y de los alquimistas, que a comienzos del siglo llegaron a tomar una prepotente importancia para la humanidad, pudiendo afirmarse que la física ha estado presente en la base de todos los grandes acontecimientos históricos, tanto recientes como futuros.

**BLAS CABRERA: 1878-1945**  
**AÑOS FORMATIVOS:**

- Autoformación en Canarias
- Encuentro con un ambiente en Madrid
- Dedicación a la enseñanza e investigación

Blas Cabrera nació el 20 de mayo de 1878 en el seno de una familia de abogados y médicos que habían llegado a Tenerife el siglo anterior, por el 1750, a la isla de Lanzarote poco después de la erupción volcánica. Cursó el bachillerato en La Laguna y después se traslada a Madrid para hacer la carrera de Derecho. Ésta la sigue durante

dos años hasta que establece contacto con don Santiago Ramón y Cajal en la famosa tertulia que éste celebraba diariamente en el Café Suizo de la Puerta del Sol. Así decide optar por la física, influido sin duda por el grupo de jóvenes entusiastas y, sobre todo, por Cajal en su orientación hacia las ciencias, graduándose doctor en 1901 con la tesis *Sobre la variación diurna de la componente horizontal del viento*, calificada de sobresaliente y dotada con Premio Extraordinario. Participa como socio-fundador en la creación de la Sociedad Española de Física y Química junto con la de los *Anales*, ambos del año 1903. En 1905 obtiene la cátedra recién creada de Electricidad, al año siguiente, 1906, se casa con doña María Sánchez-Real, natural de La Laguna, que ya conocía desde su época en Tenerife. Posteriormente es reconocida su gran talla científica al ser nombrado miembro de la Real Academia de Ciencias en 1910, ocupando el lugar de don F. Rojas. Su discurso de ingreso, acerca del *Éter y la materia en reposo*, es contestado con humor por el presidente de la misma, don José Echegaray: "Posee Cabrera una memoria eminentemente técnica, severa y profunda, cuajada de fórmulas, que no está muy extendida, no sólo en España, sino en la raza latina. La ciencia, aun la más sublime, no es otra cosa que sentido común a alta presión. Si Cabrera desarrolla todos estos problemas como es de desear que lo haga más adelante, podría convertirse su memoria académica en una obra de alto vuelo, digna de figurar en la literatura científica contemporánea".

Al tiempo que Cabrera progresaba en su profesión científica, tiene lugar la formación de un órgano estatal que va a cam-

biar esencialmente el apoyo que se venía dando a la investigación en España. La llamada Junta de Ampliación de Estudios se forma en 1907 por el Ministerio de Instrucción Pública, creada ante la necesidad imperiosa de iniciar en España trabajos de investigación como complemento a la labor de ampliación de éstos en el extranjero; semejante obra tenía que hacerlo un organismo dotado con las garantías necesarias, independiente de la política, de carácter técnico, con estabilidad y dedicado exclusivamente a estas funciones bajo un director con autoridad y visión científica suficiente.

Con este inmenso impulso dado a la investigación, Cabrera se vuelca en su actividad investigadora publicando durante esta época un total de 30 trabajos originales, todos publicados en España, la mayoría de los cuales se encuentran en los *Anales* de la Sociedad de Física y Química. Fue también de los primeros científicos españoles que apoyaron la nueva teoría de la mecánica cuántica en nuestro país.

**CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE FÍSICA Y QUÍMICA.**  
**COLABORACIÓN INTERNACIONAL**

Al establecerse las condiciones aptas para la formación adecuada de jóvenes científicos para formar grupos de investigación junto con la provisión de fondos por la Junta, ésta decide crear en 1912 el Laboratorio de Investigaciones Físicas con Cabrera como director, localizado en el edificio de la Escuela Central de Ingenieros Industriales, junto al Laboratorio de Automática dirigido por Torres Quevedo.

Este centro se localizó lejos de la Universidad de San Bernardo, con la ventaja, sobre todo, de conseguir concentrar los esfuerzos para la investigación, pero también por otro lado, quizás fuese un error el alejar a la investigación de la docencia como indica el modelo alemán, con el objeto de evitar así los problemas estudiantiles; sin embargo, de esta manera no se llegaba a constituir un centro donde docencia e investigación se mantuvieran como unidad, al estilo americano.

Con la creación del Laboratorio, Cabrera consigue reunir y fomentar la colaboración utilísima entre jóvenes físicos y químicos, como, por ejemplo, atrayendo el interés de uno de los mejores químicos que jamás haya tenido nuestro país, don Enrique Moles, que volvía del Instituto de Química de Leipzig. Los dos deciden iniciar un estudio experimental de las propiedades magnéticas de la materia que ya se anunciaba como uno de los métodos más directos para estudiar la estructura del átomo adecuadamente. Sin embargo, Cabrera reconoce que sus éxitos han sido fruto de una autoformación como tal insuficiente en un ambiente falto de la necesaria tradición científica. En aquel momento de su trayectoria le era indispensable salir fuera de Es-

## En 1912 se creó el Laboratorio de Investigaciones Físicas, dirigido por Blas Cabrera.

paña para establecer los lazos necesarios con otros científicos que le valieran para estimular sus propias investigaciones en centros extranjeros, pudiendo de esta manera participar en el prometedor progreso de la física de aquella época. Por todo esto, y para enfocar apropiadamente el proyecto anteriormente citado, Cabrera y Moles deciden que es totalmente imprescindible la ayuda del profesor Pierre Weiss, de la Universidad Politécnica de Zurich, que era la máxima autoridad mundial en Magnetismo. Impulsados por un tremendo entusiasmo, se desplazaron a Zurich, becados por la Junta, sin prevenir a Weiss. Como era de esperar, éste no dispone de sitio para ellos, pero finalmente, les concede una mesa en el descansillo de la escalera de su Instituto y les propone ejecutar nuevas medidas del momento magnético de las sales del hierro y del níquel, que habían dado resultados dudosos en trabajos realizados anteriormente. A pesar de las condiciones precarias, Cabrera y Moles obtuvieron resultados muy significativos que atrajeron el respeto de Weiss, iniciándose así una cooperación entre Weiss y Cabrera que duraría hasta que los dos desaparecieran en la década de los años cuarenta. Weiss destacó muchas veces la labor del Laboratorio de Madrid, por ser de donde partió la principal labor experimental de comprobación de la llamada Teoría del Magnetón de Weiss; alguna vez declaró que de las 180 publicaciones que contaba su biblioteca, muchas eran del Laboratorio de Investigaciones Físicas español.

El Laboratorio de Madrid se estructuró en 4 secciones: Metrología, Electricidad, Espectrometría y Espectrografía y Química Física. Como fruto de la labor realizada en el bienio 1912/13 se publicaron 10 trabajos, y durante el bienio 1914/15, la producción original del laboratorio experimentó un fuerte incremento alcanzando unos 32 trabajos, lo cual demuestra que no sólo se fue mejorando la cantidad sino también la calidad y su apreciación, así como las precarias condiciones materiales en que se desarrollaban dichas investigaciones. Pero el principal logro fue el de preparar a jóvenes que eran enviados al extranjero y recibidos en los principales laboratorios en condiciones de poder aprovechar plenamente su estancia en ellos.

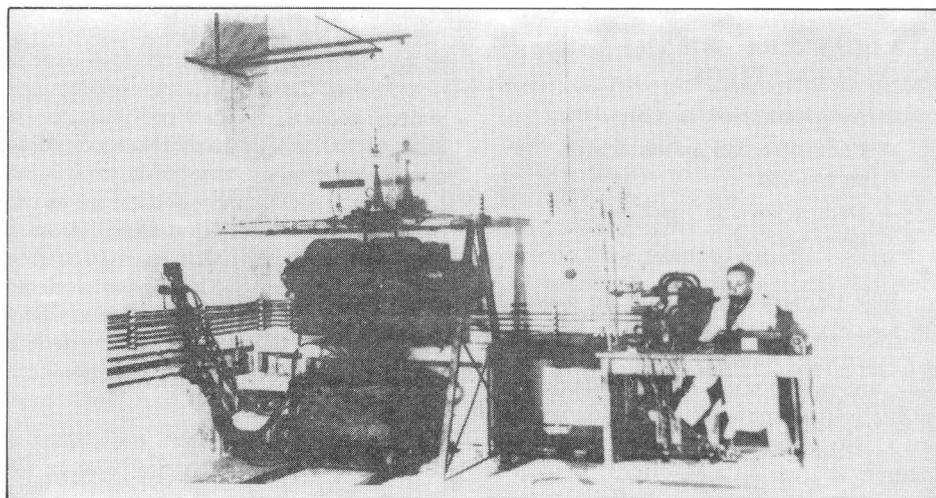
Durante el período que abarca desde 1912 en adelante, Cabrera desarrolla una creciente actividad investigadora, publicando el doble de trabajos que en la época anterior (unos 60 entre los años 1912-1928). Su gran capacidad de trabajo ha quedado reflejada en su biblioteca particular donde es raro el libro que no está lleno de anotaciones personales. Además estaba al

corriente de las revistas de física más importantes del mundo, gracias a lo cual podía dirigir tesis doctorales con orientación distinta a la suya, aconsejando en la labor a realizar. La actividad de publicar trabajos se mantendrá a lo largo de toda su vida llegando a un total de 150 publicaciones. La gran mayoría de estos trabajos se refieren a sus célebres investigaciones en magnetoquímica, que adquieren una excelente reputación a nivel internacional. Entre todos, el trabajo más significativo, destacándose sobre todos los demás que llevaría a cabo en investigación, fue el de las *Medidas de los momentos magnéticos de los iones de las tierras raras*, realizado en colaboración con Duperier y Velayos. La interpretación teórica de este experimento fue una de las primeras confirmaciones de la nueva Mecánica Cuántica. Esta teoría fue desarrollada por el Premio Nobel profesor Van Vleck, de la Universidad de Harvard, entre otros, que al referirse a Cabrera decía: "En la historia del paramagnetismo, Cabrera será recordado como el físico que hizo el experimento adecuado en el momento oportuno". La colaboración con Van Vleck se mantuvo en los años 30, de tal manera que cuando publicó su famoso libro sobre la "Teoría de susceptibilidades eléctricas y magnéticas", del año 1932, el nombre de Cabrera aparece con más frecuencia que el de ningún otro experimentador. Al mismo tiempo Cabrera se esfuerza por investigar personalmente otros problemas diversos, siendo un gran orgullo por nuestra parte señalar que algunas de sus medidas de susceptibilidades magnéticas siguen sin mejorarse: este hecho, considerando el increíble avance técnico en el que vivimos, por el cual casi ninguna medida hecha antes de la Segunda Guerra Mundial sigue hoy día vigente, demuestra su gran categoría.

El éxito inicial del Laboratorio se debe sin lugar a dudas al trabajo y la entrega de

todos los que participaban allí. En el año 1920 se puede decir que el Laboratorio poseía una infraestructura técnica que para aquella época era apropiada, permitiendo un desarrollo de un número significativo de proyectos puramente experimentales, que era todo un logro para esa época, aunque se echara en falta una sección teórica de primer orden.

Cabrera no se limitó sólo a desarrollarse científicamente, sino que también volcó sus inquietudes en actividades intelectuales de aquel momento en nuestro país, que sin lugar a dudas pasaba por una época dorada en las décadas 20 y 30. En torno a estas actividades debemos señalar primero los libros que escribiera: «¿Qué es la electricidad?» (1917), «Principio de relatividad» (1923), ambos de la Colección Residencia de Estudiantes, Madrid; «El átomo y sus propiedades electromagnéticas» (1927), de la Editorial Páez, Madrid; «Física experimental II» (1933), Colección Labor, Madrid. Además fue elegido presidente de la Real Sociedad de Física y Química en 1916; en 1921 se le nombró miembro del Comité Internacional de Pesas y Medidas de París, pasando a ser secretario del mismo en el año 1933, sustituyendo a Torres Quevedo. Aceptó ser rector de la Universidad Central de Madrid en 1929, presidente de la Academia de Ciencias en 1934, y rector de la Universidad Internacional de Santander en 1934-36, que se había inaugurado en 1932, siendo él uno de sus fundadores. En 1936, la Academia de la Lengua le abre sus puertas para ocupar el sillón de su amigo y maestro Cajal, con el discurso sobre *Evolución de los Conceptos Físicos en el Lenguaje*. Fue para él un gran honor ocupar el sillón que había dejado vacante el eminente hombre de ciencia y su admirado amigo. Como dijera Cabrera en aquella ocasión: «A don Santiago le debo cuanto soy o pueda significar en el porvenir, pues su impulso y ayuda enderezó la actividad de mi inteligencia por la senda de la investigación científica». Fue también miembro de las Academias de Ciencias de Barcelona y Zaragoza, Lima, Bogotá y París; «honoris causa» de muchas universidades sudamericanas y de la Universidad de Estrasburgo,



Balanza magnética del tipo de rotación

Profesor Especial y Honorario de las Universidades de México y Buenos Aires; y durante años fue consejero de Instrucción Pública.

Pero lo que indudablemente representaba el mayor impulso de gloria para mi padre era el haber conseguido atraer la atención científica mundial hacia los trabajos realizados en el Laboratorio, cuyas publicaciones llegaron a ser muy apreciadas en el extranjero. Así fue tomando cuerpo la idea de aumentar todavía más su producción científica con mayores medios y métodos más perfeccionados de investigación, elevando así la categoría del Laboratorio al de Instituto.

### CREACIÓN DEL INSTITUTO DE FÍSICA Y QUÍMICA. CONSAGRACIÓN INTERNACIONAL

Al final de los años 20, los esfuerzos realizados desde 1912 por todos los miembros del equipo empiezan a dar frutos en el ámbito científico internacional de manera individual y colectiva. Este reconocimiento fue consecuencia de los trabajos desarrollados durante casi 20 años desde el período 1910-1926 en el viejo Laboratorio por el brillante grupo de investigadores experimentales formado por Palacios, Moles, Catalán, Duperier y Velayos, todos ellos conocidos en el extranjero como los precursores de la auténtica investigación experimental en España. Fue precisamente esta excelente labor la que causó en 1926 tal impacto en los responsables de la Fundación Rockefeller, que visitaban diferentes instituciones culturales en Madrid, asombrándose de lo que en aquel Laboratorio se venía haciendo y sobre todo, en las condiciones en que se lograban hacer aquellos experimentos. Por todo esto, la International Educational Board decidió ofrecerle al Gobierno español una donación, a través de las Juntas de los créditos necesario para la construcción y posterior equipamiento de un Instituto para continuar y extender las investigaciones en el área de la física y química que se venían haciendo en el antiguo Laboratorio. Así, con semejante apoyo se llegó a convencer a la comunidad científica internacional de la extraordinaria capacidad de un grupo de españoles con talento para realizar programas importantes en investigación.

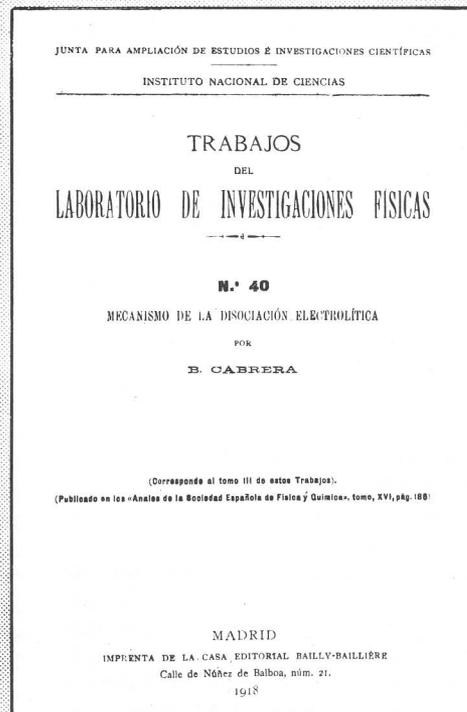
Según algunos relatos de aquella época, el viaje de la Comisión Rockefeller no era con la intención de impulsar precisamente a nuestra floreciente investigación científica, sino que venía atraída por otros ámbitos de la cultura española, pero al ver aquellas dependencias del Laboratorio y en vista de la repercusión de los experimentos realizados por el grupo, se animó a hacer esa donación, siempre con la condición de que el Gobierno español se comprometiera a financiar el mantenimiento del Instituto.

En 1926 se adquiere por parte del Esta-

*A largo de su vida don Blas Cabrera publicó numerosos trabajos de gran valía científica.*

do un terreno de 65.000 m<sup>2</sup>, en los Altos del Hipódromo, en el lugar conocido como la Cruz del Rayo. Teniendo en cuenta el momento, la construcción era de una línea simple y funcional, lo que se podía considerar como una innovación, formando un pequeño núcleo universitario, anterior a la de la Moncloa. Aquí volvemos a encontrarnos con el dilema señalado anteriormente al hablar de la localización del Laboratorio: aquí se volvió a localizar a la investigación lejos de la Universidad Central y de la docencia, dando lugar inconscientemente a la posterior polarización ulterior entre C.S.I.C. y la Universidad. De cualquier forma, en el Instituto llegó a crearse un ambiente donde, según don Bernardo Giner de los Ríos, “radicaba uno de los núcleos de tipo moral e intelectual de más categoría que haya tenido España”. En el Instituto se respiraba una nueva forma de vivir y trabajar: grandes ventanales con espacios abiertos que permitían gran visibilidad y propiciaban el intercambio de ideas. Pese al medio siglo que ha transcurrido y al cambio en las técnicas empleadas para la investigación, sigue cumpliendo su misión. Recorrieron Europa los dos arquitectos Sánchez Arcos y Lacasa junto con los profesores Moles y Catalán, visitando instituciones similares a las que tenían que construir en Madrid. El resultado fue óptimo, tanto en la estructura como en las instalaciones, con los mayores adelantos que entonces se conocían en materia de laboratorio para una ciencia experimental.

El Instituto se inauguró finalmente seis años más tarde, concretamente en 1932, bajo la presidencia del ministro de Instrucción Pública, don Fernando de los Ríos, con la asistencia de personalidades eminentes en la ciencia como Weiss, Sommerfeld, Willstaetter y Höningschmidt, por nombrar a



los más relevantes. En dicho Instituto se habían desplegado las energías de la Junta, que logró disponer por fin en España de un centro capaz, por su contenido en medios humanos y materiales, de compararse con los países más avanzados, incorporándose a la vez a la corriente científica internacional en los campos de la física y química. Este objetivo se vio claramente consagrado en círculos extranjeros de la época que citaban al Instituto como ejemplo de modelo investigador apto para todo tipo de experimentos.

Al recordar el Instituto Rockefeller es obligado tener presente la figura de don Blas, no sólo porque fue su primer director y, por tanto, el máximo interesado en negociar y obtener todos los medios necesarios para el buen funcionamiento del centro, sino también por sus grandes dotes de investigador de calibre, junto con su enorme poder de atracción para acaparar brillantes figuras científicas a su alrededor. La organización del Instituto se estableció en 6 secciones distribuidas entre física y química: *Electricidad* (Cabrera/director); *Rayos X* (Palacios); *Química Física* (Moles); *Spectroscopia* (Catalán); *Química Orgánica* (Medinaveitia); *Electroquímica* (Guzmán / secretario). El personal científico era de unos 60; había una buena infraestructura administrativa y una excelente biblioteca.

La evaluación del rendimiento obtenido en base a los éxitos conseguidos en el Instituto se deduce de los importantes resultados alcanzados. Si la magnetoquímica había sido el principal campo de logros en el viejo Laboratorio, ésta fue también la línea que más importancia obtuvo en el nuevo Instituto durante el período 1932-1940. Con Cabrera se habían introducido ya en España los métodos experimentales

## VIDA Y OBRA DE UN GRAN CIENTÍFICO CANARIO: BLAS CABRERA (1878 - 1945)

para una correcta investigación; estos experimentos en magnetoquímica, antes citados, condujeron a ampliar el conocimiento acerca de la estructura del agua, de la ley de aditividad, de los radios de los monocentros de los iones paramagnéticos independientes de la temperatura, etc. Durante esta época se incorporó el primer becario extranjero de talla científica a un centro experimental español, el doctor Fahlenbrach, convirtiéndose en uno de los más directos colaboradores de Cabrera, con quien realizó importantes publicaciones. A su vez se incorporaron a su equipo los siguientes jóvenes científicos: Espurz, J. del Corro, N. Ménéndez, A. Yusta, L. Pardo Gayoso, D. Guinea, N. Cabrera y Juan Cabrera, que ya era desde hacía algunos años catedrático de Física General de la Universidad de Zaragoza, y que ya había trabajado con su hermano Blas en el antiguo Laboratorio a principios de la década de los años 20. También es importante nombrar a J. M. Torroja, el cual dirigió el taller mecánico, contribuyendo en las mejoras introducidas en las instalaciones traídas del Laboratorio.

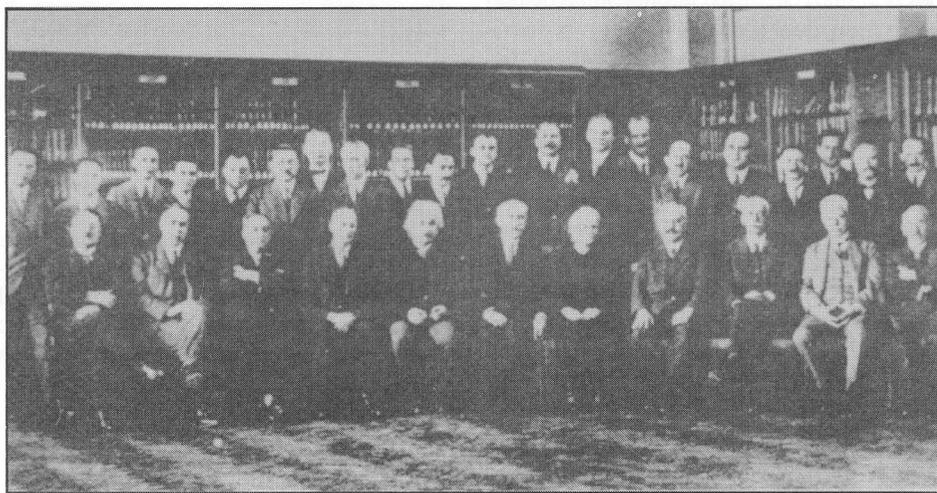
### CIENCIA DEL MAGNETISMO

El principal interés de don Blas se centró desde siempre en la vieja ciencia del Magnetismo, mencionada por primera vez en escritos griegos alrededor del 800 a C. El descubrimiento, según Plinio el Viejo, fue hecho por un pastor llamado Magnes, "...cuyos clavos de sus zapatos y la punta de su bastón se quedaban pegados a un campo magnético mientras atendía a su rebaño". Se supone que el campo contenía hierro, resultando en un material magnético llamado "magnetita". Los chinos, hacia el siglo XII, habían descubierto cómo proceder para magnetizar trocitos de metal, construyendo brújulas para la navegación. El magnetismo parece que no fue sometido a un riguroso escrutinio hasta el siglo XIII, con un tratado que describía observaciones acerca de los polos de un imán. Durante los siglos que sucedieron, se iban ordenando los pocos conocimientos ciertos que se tenían acerca del magnetismo, por ser éste difícilmente abordable por nuestro entendimiento al carecer de órganos de percepción directa, siendo su estudio posible sólo por sus efectos indirectos.

Según el Profesor Velayos, "es difícil la tarea de resumir la ingente labor realizada por don Blas en el estudio de los fenómenos magnéticos a lo largo de 35 años de fecunda dedicación. Son muchos los factores que pueden atribuirse el gran éxito de los resultados obtenidos en esta labor, pero independientemente de la extraordinaria intuición de don Blas en la acertada deducción de conclusiones e interpretación de posibles explicaciones, se pueden destacar los

siguientes: el primer factor es la cuidadosa atención prestada a la pureza de las sustancias estudiadas, así como la aplicación de diferentes artificios de medida a una misma sustancia. Otro factor también se refiere a que los resultados conseguidos experimentalmente sirvieron de justificación a las nuevas ideas de la mecánica cuántica: los datos obtenidos en los laboratorios de don Blas fueron de gran utilidad en la confirmación de los cálculos de Hund y en las teorías de Van Vleck".

Los trabajos de don Blas de mayor importancia tenían como tema los experimentos sobre *tierras raras*. Cabrera se planteaba que de los hechos experimentales se deducía que los momentos magnéticos de los átomos de las series en transición, en particular los de las *tierras raras*, se comportaban como si pudiesen girar libremente. Era, pues, interesante buscar una explicación a esta libertad de rotación de los iones paramagnéticos, libertad que es la base de los razonamientos que conducen a la Ley de Curie. Todo esto lo desarrolló en colaboración con Palacios.



Participantes en la conferencia Solvay de Magnetismo, 1930; entre ellos, Albert Einstein

## Sus célebres investigaciones en magnetoquímica le dieron un sólido prestigio internacional

Hay también otros casos de desviación a la Ley de Curie-Weiss a temperaturas más bien altas, cuyo origen debe ser completamente distinto. Esto es lo que Cabrera y Duperier ya habían observado en el antiguo laboratorio en algunos compuestos de *tierras raras*, donde ya se había encontrado que los momentos de los iones de las *tierras raras* estaban en mejor concordancia con la teoría (que eran entonces las reglas de Hund).

Algunos años antes de la aparición del átomo de Bohr, Weiss observó la existencia de un *momento magnético elemental*; este hecho fue descubierto también por Cabrera, calculando el momento magnético a partir de la constante de Curie. La justificación de la existencia de este momento elemental denominado "*magnetón de Weiss*" dio lugar a la realización de nuevas medidas

para comprobar si los momentos magnéticos obtenidos son múltiples de uno elemental. Son precisamente las *tierras raras* las que presentan las condiciones deseables y se llegó a la conclusión de que los valores medios de los momentos atómicos están siempre por debajo de los valores teóricos correspondientes, y que las diferencias con respecto a los números enteros vecinos son ya positivas o negativas y pequeñas en todos los casos. En relación al magnetón interesa destacar el espíritu objetivo de Cabrera abierto a todas las sugerencias, pues habiendo dedicado gran parte de su trabajo a la defensa del magnetón de Weiss, no duda en admitir el gran interés del momento magnético de Bohr.

Las investigaciones desarrolladas en el Instituto no se limitaban sólo al magnetismo; Moles contribuyó de modo esencial a la iniciación del programa de Magnetoquímica, y también en la determinación precisa de los pesos atómicos y moleculares. Especial mención merece la labor científica sobre la dirección de los rayos X y de los electrones, bajo la dirección de Julio

Palacios y su colaborador, Luis Brú. Acerca de las investigaciones en espectroscopía, en aquel momento era el método más directo de estudiar el átomo: don Angel del Campo y M. A. Catalán analizaron los espectros atómicos, siendo este último el iniciador de una brillante etapa al descubrir los multipletes en el espectro del átomo de manganeso que proporcionó mucha información. A. Duperier y S. Velayos colaboraron en el estudio de las *tierras raras*, orientándose después hacia temas distintos. Duperier desarrollaría un programa sobre electricidad atmosférica y radiación cósmica; Velayos se orientará hacia las propiedades ferromagnéticas de materiales diversos. Era difícil imaginar una situación más prometedora con respecto al desarrollo de una actividad investigadora en física y química experimental. El único defecto seguía sien-

do la falta de una sección teórica. Para intentar paliar esto, se hicieron varias gestiones acerca de los físicos teóricos alemanes que se habían visto obligados a emigrar fuera de Alemania al llegar Hitler al poder a partir del año 1933, como A. Einstein y el austriaco E. Schrödinger. En el caso del primero, éste deliberó largamente acerca de venirse a pasar ciertas temporadas del año a España, pero sin duda se afectó por las inestabilidades de la época en su posterior decisión negativa de acudir a nuestro país. Sin embargo, Schrödinger, Premio Nobel de Física del año 1933, mantuvo con don Blas un estrecho contacto a lo largo de muchos años, pues ambos tenían planes conjuntos de trabajo, ya que le atraía sobremanera la cultura española. Es fácil imaginar el desarrollo que hubiera tenido la física en España si la guerra no hubiera detenido todos estos proyectos. Desde el exilio Cabrera seguía recibiendo propuestas de Schrödinger para trasladarse a Hispanoamérica los dos para crear una Escuela de Física, pero Cabrera renunció por estar todavía esperanzado en volver a su país. El mismo Einstein renunció a su ciudadanía alemana y dimitió de su cargo de académico por miedo a represalias a compañeros suyos que se quedaban en Alemania: mencionamos este episodio en el obligado exilio de cerebros alemanes, con la intención de reflejar el paralelismo con lo sucedido más tarde con la mayoría del equipo encabezado por Cabrera.

Después de la guerra, el Instituto quedó adscrito al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.), que más tarde se dividió en varios Institutos de diversos nombres. Hoy día, forma un número de centros, y es difícil asumir la falta de noción histórica por parte de sus actuales secretarios que, al serles solicitada información sobre aquel antiguo Instituto o del que fuera su director-fundador, responden con "eso es agua pasada". Habría que pensar en repasar la imagen y el recuerdo de uno que dejó allí sus mejores años, plasmándolo con el único nombre que puede llevar, el de Instituto Blas Cabrera.

## ACADÉMICO DE PARÍS

Siguiendo con el orden cronológico de su vida, el año 1928 es cuando sus esfuerzos se ven recompensados con nombramientos e invitaciones del extranjero. Recibe el nombramiento correspondiente de la Academia de las Ciencias de París, tomando parte en los debates de la Asamblea Consultiva, resultando su intervención además de excelente pieza oratoria, una lección magistral de conocimientos. Este nombramiento fue patrocinado por los físicos Langevin y M. de Broglie. Es interesante constatar el carácter humano de Cabrera, que le permitía despertar a la vez profundas amistades en personas de opiniones muy diversas.

# La Física habría tenido un gran desarrollo en España si la Guerra Civil no hubiera truncado tantos proyectos

## CONFERENCIAS SOLVAY

El nombramiento sin duda más trascendental de toda la carrera de Cabrera fue el de Miembro del Comité Científico de las Conferencias Solvay de Física. El recuento histórico de estas conferencias demuestra no sólo la gran influencia que tuvieron sobre el desarrollo de la Física Moderna, sino también el propósito explícito de resolver los problemas dificultosos. El mayor peso estuvo basado en las estimulantes *discusiones* entre los sabios del momento, más que en los trabajos en sí, logrando unos resultados que justificaron con creces las esperanzas de su patrocinador, Ernest Solvay, de que este estilo de conferencias daría lugar a resultados inmediatos para la física, influyendo y contribuyendo de forma determinante en el progreso de la ciencia. Solvay estableció una Fundación inicialmente por un período de 30 años, con el propósito de "incitar la investigación, extendiendo y profundizando el conocimiento de los fenómenos naturales". Las actividades de las conferencias estarían dirigidas por dos comités: un *Comité Administrativo*, compuesto por tres miembros belgas; y un *Comité Internacional*, compuesto por nueve miembros fijos. Estas conferencias sólo fueron interrumpidas por las dos guerras mundiales, llegando hasta fechas recientes. Han supuesto ocasiones únicas para discutir problemas fundamentales de la física, estimulando el desarrollo de la ciencia física de muchas maneras.

## VI CONFERENCIA SOLVAY: 1930. MAGNETISMO

Entra Langevin como presidente y el Comité Científico decide nombrar a N. Bohr y a B. Cabrera miembros del mismo en sustitución de Von Auel y W. H. Bragg. La candidatura de Cabrera es propuesta por Einstein y Curie. Los miembros eran: Bohr (Copenhague), Cabrera (Madrid), de Donder (Bruselas), Einstein (Berlín), Ch. F. Cuyé (Ginebra), Knudsen (Copenhague) y Richardson (Londres). También participaban como invitados los siguientes científicos: Cotton, Darwin, Debye, Fermi, Pauli, Sommerfeld, Van Vleck y Piccard, entre otras destacadas figuras de la ciencia de aquella época.

El tema *Las Propiedades Magnéticas de la Materia* tuvo importantes aportaciones expuestas por Cabrera. El advenimiento de la Mecánica Cuántica había enriquecido el conocimiento teórico de las propiedades magnéticas de la materia. El tema suponía

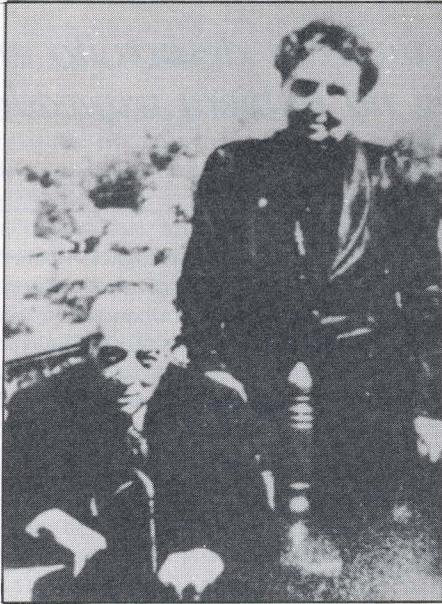
una nueva frontera de investigación para la física y había gran expectativa con respecto a las discusiones. Cabrera contribuyó con un detallado análisis de los resultados experimentales concernientes a los momentos magnéticos de los átomos de las series de transición.

Desde luego, es un orgullo ver un nombre español formando parte de un grupo de 26 de los mejores físicos de esa época, de los cuales doce eran Premios Nobel. Cabrera se mantiene en el comité durante la preparación de la VII Conferencia que tiene lugar en 1933 para estudiar la *Estructura y Propiedad del Núcleo Atómico*. Participa también en la organización de la VIII Conferencia que es retrasada por la enfermedad de Langevin, bajo el título de *Partículas Elementales y sus Interacciones*, que debía celebrarse en 1939, pero es suspendida a causa de la Segunda Guerra Mundial.

A lo largo de los años, numerosos participantes han constatado los efectos beneficiosos que experimentaron al poder concurrir a estas conferencias. Las versiones dadas por los científicos más versados del mundo sobre un tema en particular y, en consecuencia, las discusiones entre los más expertos de una materia, no podían por menos de estimular a todo el que acudía de manera directa o indirecta a aquellos acontecimientos. Hay referencias extensas, en forma de correspondencia, etc., que sirven como testigo de la importancia que supuso la poderosa interacción entre mentes tan privilegiadas. Para muchos de ellos fue el recuerdo más feliz de sus vidas. Desde luego, este ambiente de frontera con respecto a estos acontecimientos científicos vividos de cerca por mi padre, nos estimularían sobremanera en años venideros a mi tío Juan y a mí, dando lugar a una herencia científica familiar que comentaremos seguidamente.

## EXILIO EN PARÍS

Con el acontecer de la guerra civil en España, muchos de los mejores sabios e intelectuales prefirieron el exilio a la difícil situación a todo nivel existente en aquel momento. Queremos constatar que el viaje que emprendieron mis padres a París en 1937, lo hicieron siguiendo sus propios deseos, aunque sin duda albergaban a la vez la común esperanza de poder volver muy pronto. Como sucede en todo desarraigo producido por guerras dolorosas, existe alguna anécdota que luego le haría reflexionar a mi padre en sus últimas cartas



Blas Cabrera con su esposa en París (1941).

acerca del exilio y de aquellos países que le acogieron: “No olvides, para juzgar de este agradecimiento mío, que no sobreestimo mi agradecimiento, puesto que el afecto con que me recibieron corresponde a una época en que fui tratado de peor manera en mi propio país. Tal vez recordaba cuando en 1937 la Academia de Ciencias, ocupando él la presidencia, le echara como tal, cerrándole las puertas a una institución a la que, sin duda, él había ayudado mucho a progresar. Más tarde, transcurridos los años de la Segunda Guerra Mundial en París, y pérdidas ya las esperanzas en 1941 de poder volver a España tras la instauración de la Dictadura, mis padres pasan hacia Portugal vía España para embarcar con destino a México. En Irún son conducidos irremisiblemente hasta un campo de concentración en la frontera donde sin la rápida ayuda por parte de sus influyentes hermanos José y Guillermo, hubieran corrido peor suerte. Me complace señalar cómo don Julio Palacios, querido antiguo colaborador suyo junto con otros, hicieron lo posible para que la Academia le readmitiera para poder así ofrecerle un puesto remunerado que permitiera pasar el descrédito y tan duro trance a su edad. Es triste admitir que contaron con un rotundo no por parte de muchos de sus miembros. Me atrevo a abrir estas viejas heridas sólo con la reflexión justificada de preguntar qué peligro encontraban en un hombre republicano, más bien conservador en ideas políticas, que, al igual que su buen amigo Ortega y Gasset, sólo quería el bien de España y poder disfrutar de su país los últimos años que le quedaban. Similar situación padecieron muchos de sus colegas, como la recuperación tardía del profesor Duperier, malogrando la reanudación de sus trabajos realizados en Londres. También Moles sufrió las consecuencias de la guerra, un largo exilio y la cárcel. Es fácil vislumbrar la importante labor que hubieran logrado si se les hubiera permitido desarrollarse plenamente.

Siguiendo con el orden de los acontecimientos, al salir de España en 1937 se refugiaron en París, donde don Blas acude a reuniones científicas semanales, participando en la mayoría de las sesiones de alto nivel que trascorrían en aquel momento tan difícil para Europa, principalmente en las Universidades de Estrasburgo y la Sorbona. También trabaja para el Comité Internacional de Pesas y Medidas, como secretario; durante sus cuatro años de exilio en París, mi padre se mantiene gracias a la pequeña subvención que recibe de ese organismo. Paralelamente comienza con Mme. Cotton un Laboratorio de Investigaciones Magnéticas, donde trabajó hasta su traslado del país. En 1941 el Ministro plenipotenciario de España en París le invitó a visitarle: tengo el triste privilegio de haberle visto moralmente hundido después de comunicarle el Ministro el deseo del Gobierno español de obtener su dimisión del Comité. Al recabar información del presidente del Comité, el premio Nobel Zeeman, éste le dice que, en efecto, el Gobierno había requerido varias veces su cese, rechazando las peticiones, ya que los miembros del Comité no representaban a sus gobiernos. Evidentemente ante semejante actitud, mi padre no tuvo más alternativa que dimitir, y reconociendo que ya no podría volver jamás a España, decide trasladarse a México donde es acogido como profesor.

## En 1937 Blas Cabrera se exilió en París y en 1941 marchó a Méjico

### EXILIO EN MÉXICO

A finales del año 1941 mis padres emprenden un largo viaje a México D. F., que ya había visitado previamente en 1926 con don Fernando de los Ríos para inaugurar el Instituto Hispanoamericano. Estos antecedentes le hicieron ser recibido como a un viejo amigo, abriéndole las puertas la Facultad de Ciencias como profesor de Física e Historia de la Ciencia. Cabrera colabora inmediatamente con un grupo de jóvenes mexicanos; desempeñó hasta su muerte la cátedra de Física Atómica y otra sobre Historia de la Física, de cuyo curso ha quedado una obra que tenía a medias.

En conclusión, quisiera insistir sobre el valor significativo que tuvo la investigación española del primer tercio del siglo, medido en términos del reconocimiento intelectual que consiguieron estos hombres pioneros de la ciencia española.

### HERENCIA CIENTÍFICA

Para finalizar este relato biográfico, creo necesario resaltar la importante herencia científica que dejaron estos magníficos científicos en muchas de las generaciones que les seguíamos. Mi padre fue un ejemplo claro para mí a lo largo de toda mi trayectoria científica, tanto a nivel investigador como en las labores de dirección. Desde luego

el estímulo de vivir de cerca tales ambientes científicos, en mi caso y ciertamente en el de mi tío Juan, nos motivaría, junto con la tremenda emoción que vive un científico tan inmerso en la excitante vía de la ciencia, como lo hizo Blas Cabrera. En mi caso particular, escogí la carrera de Física al asistir a una conferencia de mi padre acerca de la propiedad de los gases. Pero mi tío Juan, que era 20 años menor que mi padre y unos 15 mayor que yo, vivió muchos años en casa, donde sin duda Blas ejerció una influencia decisiva en su trayectoria posterior en Zaragoza como catedrático de Física. Se dedicó a la enseñanza largo tiempo, pasando después a ser decano y rector, llevando a cabo una muy respetada labor administrativa. Quizá su mayor recuerdo lo tenga en relación a los dos excelentes libros de texto que escribió, útiles para la carrera de Física: “*Introducción a la Física Teórica I: Mecánica y Terminología*” e “*Introducción a la Física Teórica II: Electricidad y Óptica*”. Los dedicó a su “Maestro y hermano Blas, en modesto homenaje a la ingente labor por él realizada en pro del cultivo y progreso de la Física, principalmente en España”.

Para ser un buen científico, probablemente haya que nacer con el don de inmensa paciencia que supone luchar con nociones matemáticas que se nos escapan a la realidad que nos rodea. Mi padre siempre decía que para ser un buen físico había que

ser, ante todo, un excelente matemático, cosa que desgraciadamente no se consideraba, y tampoco creía que yo llegara a serlo. Por este motivo siempre me orientó hacia la Ingeniería, carrera que comencé pero que dejé por la Física, tal vez “picado” por el rechazo de mi padre. Me complace señalar que la tercera generación de físicos de la familia, representada por mi hijo Blas, sí que posee esa necesaria facilidad para las matemáticas y todas sus facetas; luego me alegra poder afirmar que los genes se mejoran con la posteridad.

Creo que la semilla de don Blas de alguna manera perdura en mí y en mi hijo, aunque también es cierto que por fortuna yo he tenido más oportunidades, y no digamos Blas, que ha podido disponer de los grandes medios científicos americanos al demostrar dotes investigadoras desde muy joven. Con esto quiero constatar una vez más el mérito de mi padre al alcanzar algo en ciencia en una época en que prácticamente brillaba por su ausencia en nuestro país. También tuve el apoyo de poder trabajar en el Instituto Nacional de Física y Química, donde empecé a tener colaboración estrecha con mi padre al ganar una oposición como ayudante de cátedra bajo la dirección de Velayos y también como ayudante de profesor de clases prácticas de Blas Cabrera. Hice mi tesis doctoral, ya exi-

liado en París, en la Universidad de la Sorbona, y durante los años que transcurrieron desde 1938 hasta 1941 tuve contacto directo con la labor de mi padre en el Comité Internacional de Pesas y Medidas, midiendo longitudes de gran precisión. Me orienté hacia la Física del Estado Sólido, que es un aspecto relativamente moderno, en un momento en que el desarrollo de la física se concentra más en las propiedades de los materiales como los cristales, metales, así como de los materiales amorfos como el vidrio, las siliconas, etc. En concreto, mi aportación más importante a la física ha sido el esclarecimiento del *crecimiento de los cristales*, trabajo conocido por "BCF", siglas de Burton, Cabrera y Frank, realizado en mis años de investigador en la Universidad de Bristol, en Inglaterra (1947-1950), que obtuvo relevancia científica al aparecer, y continúa vigente hoy día.

En cuanto a mi hijo Blas, puedo afirmar que la ciencia es algo totalmente innato en él, llegando a ser un investigador intuitivo y un teórico de primera clase que, como en mi caso, no ha sido jamás alentado hacia la difícil tarea que supone la ciencia, sino que ha sido fruto de su propio empeño y motivación. Dada su categoría, está contribuyendo apasionadamente en los últimos acontecimientos mundiales de la Física, disfrutando de ese contacto continuo en todas las esferas de la frontera del siglo XXI científico. Desde su especialización en "Bajas Temperaturas", técnica muy avanzada, mantiene una búsqueda trepidante: desde trabajos en Magnetismo como su abuelo, en busca de la huidiza partícula básica de tan antigua ciencia magnética, intentando confirmar la interesante Teoría de la Gran Unificación de las Fuerzas de la Naturaleza, pasando por la realización en equipo junto con la NASA de un giroscopio para confirmar la Teoría de la Relatividad de Einstein, a la espera de que sea lanzado al espacio próximamente. Lo último que le absorbe, según mis noticias, tiene que ver con el inmenso mundo de las partículas elementales, en concreto el *neutrino*, que también pertenece al umbral de la física moderna.

Con todo esto he querido reflejar con gran satisfacción que el espíritu que llevó mi padre Blas Cabrera, sigue más que de sobra en mi hijo Blas, y espero de él grandes logros en esta área del saber que tanto tiene por descubrir todavía. Se dice que "cualquier tiempo pasado fue mejor", pero por el contrario, ¡los tiempos buenos están por llegar!

Para mí ha sido una gran satisfacción personal tener la oportunidad de resaltar la vida de mi padre, Blas Cabrera, tantos años ignorada, reestableciendo así el valor que merece tan extensa obra.

(Una vez terminado este trabajo, me gustaría aclarar que me ha sido posible realizarlo gracias a mi hija Carmen).

NICOLÁS CABRERA

## Firma de un convenio entre el Gobierno de Canarias y la Caja de Canarias

*La Caja concede créditos a las pequeñas y medianas empresas por valor de 300 millones\**

**E**l Gobierno de Canarias y la Caja Insular de Ahorros de Canarias han suscrito un convenio de colaboración financiera, destinado a la concesión de créditos para la modernización de las estructuras comerciales de las empresas de distribución.

El convenio fue firmado por el Viceconsejero de Economía y Comercio, don Manuel Barreto Acuña, y por el Director General de la Caja de Canarias, don Juan Francisco García González. Con ello se otorgarán créditos bonificados a las pequeñas y medianas empresas del sector de comercio interior para aquellos proyectos de inversión que, acorde con la orden del Ministerio de Economía y Comercio de 18 de marzo de 1981, correspondan en su ejecución al Gobierno de Canarias y siempre que contribuyan a la renovación de las estructuras comerciales.

Con tal finalidad, la Caja Insular de Ahorros concederá préstamos por un volumen de trescientos millones de pesetas durante 1986. Las empresas beneficiarias podrán ser aquellas que cumplan alguno de los siguientes requisitos:

—Que sus recursos propios no sean superiores a 200 millones de pesetas y que las mismas no participen con más de un 50% en empresas cuyos recursos propios alcancen o superen los 350 millones de pesetas, ni a su vez sean participadas en más de un 50% por empresas con los recursos propios indicados.

—Que su plantilla sea inferior a 100 personas.

Las financiaciones a conceder dentro del convenio tienen las siguientes características:

1.<sup>a</sup> Pueden ser beneficiarios de las operaciones de préstamo aquellos proyectos de inversión destinados a la modernización de las estructuras comerciales de las empresas de distribución.

2.<sup>a</sup> La cuantía de los créditos a conceder en el presente año 1986 asciende a 300 millones de pesetas.

3.<sup>a</sup> El tipo de interés será del 15% anual, con una subvención del 3% concedida por la Viceconsejería de Economía y Comercio, subvención que se destinará a reducir la amortización del principal del préstamo.

4.<sup>a</sup> La cuantía máxima por operación no podrá exceder de 25 millones de pesetas, ni superar el 70% de la inversión real nueva a realizar.

5.<sup>a</sup> El plazo máximo de amortización será de 6 años, incluidos, en su caso, dos de carencia en la devolución del principal.

En el acto de la firma, el Viceconsejero de Economía y Comercio manifestó que "este convenio tiene una importancia significativa, porque es asumido por el sector" y destacó "la sensibilidad del Gobierno de Canarias en el apoyo a las pequeñas y medianas

