

## **El magnetismo que estudió Blas Cabrera en el Instituto de Canarias.**

**Nicolás Elórtegui Escartín.** I.P.F.P. de Santa Cruz de Tenerife.

**José Fernández González.** I.B. "Cabrera Pinto", La Laguna. Centro Superior de Educación, Universidad de La Laguna.

**Teodomiro Moreno Jiménez.** I.B. Anaga, Santa Cruz de Tenerife.

**José Fernando Rodríguez García.** C.P. San Fernando, Santa Cruz de Tenerife.

Con la perspectiva que dan 100 años de historia, hay que calificar de apasionantes los acontecimientos científicos y sociales que rodearon la vida de Blas Cabrera. Si nos planteamos la situación en que se encontraban la Física y la Química en su adolescencia (hacia 1890) y el panorama científico que pudo disfrutar avanzada su carrera como investigador (hacia 1935), el avance que tuvo lugar en las Ciencias Físico-químicas fue asombroso, hasta el punto de que en el caso de la Química supone prácticamente su nacimiento. Y si comparamos la sociedad en que nació y creció Blas Cabrera con la de la posguerra civil y mundial, los cambios fueron dramáticos.

Pretendemos en este trabajo hacer una semblanza de la situación de algunos de los principales conceptos científicos y sucesos históricos, así como sus motivaciones y el contexto de la Ciencia en la juventud de Blas Cabrera, que constituyeron la base intelectual, científica y humanística de la que partió para sus trabajos posteriores sobre la interacción entre la materia y los campos magnéticos.

Su biografía nos muestra que estudió el Bachillerato en La Laguna entre 1890 y 1894. Una mirada a los principales acontecimientos y a los libros de texto de la época puede ser muy ilustrativa.

### **El mundo de su infancia y juventud**

Blas Cabrera nace en 1878, cuando la provincia de Canarias está en plena crisis económica provocada por la industria química. En 1856, el descubrimiento de los colorantes artificiales por los químicos alemanes Perkin y Bayer supuso el hundimiento de la demanda de cochinilla, una de las bases de la economía canaria de la época.

En Madrid, los últimos años del reinado de Alfonso XII y la regencia de María Cristina ven la alternancia en el gobierno de los conservadores y los liberales de Cánovas y Sagasta, y Europa vive acontecimientos preocupantes: dos meses después de nacer Blas Cabrera, en el Congreso de Berlín, Rumanía, Servia y Montenegro, con el apoyo ruso, obtienen la independencia del Imperio Otomano, mientras Bulgaria pierde Macedonia, que pasa a Turquía y Austria obtiene la administración de Bosnia y Herzegovina, lo que provoca un

Presentado en: Elórtegui, N; Fdez, J; Moreno, T. y Rodríguez, J.F. (1995): "El magnetismo que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias". Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

enfrentamiento austro-ruso en los Balcanes. En el siguiente año, los irlandeses hacen resistencia pasiva al tiránico gobernador Boycott y en el País Vasco aún resuenan los ecos de la tercera guerra carlista, terminada en 1875 y causada en parte por las reclamaciones vascas de sus derechos forales.

También hay problemas electorales: la ley electoral de 1878 otorga el derecho de voto únicamente a los contribuyentes y a quienes ostentan ciertos cargos y profesiones, por lo que en 1879 Sagasta propone un cambio profundo: la instauración del sufragio universal, que tardará 11 años en aceptarse. En las islas, el pleito insular ha provocado una breve separación administrativa en dos distritos entre 1852 y 1854, manteniéndose la capitalidad en Santa Cruz de Tenerife, que aún tendrá que esperar varios años hasta que el General Weyler logre la instalación de una línea telegráfica con la Península.

### **Ciencia y artes.**

Cuando Blas Cabrera empieza el bachillerato en 1890 aún se habla de la Exposición Universal de París, en la que se dio un impulso internacional al Sistema Métrico Decimal, que España había adoptado 50 años antes, siendo ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas D. Juan Bravo Murillo. Sin embargo, en La Laguna aún se mide en almudes, se vende tela por varas y se pesa en quintales y libras que, con todo, desaparecerán antes que las fanegadas y las pipas, que aún hoy se usan.

En Madrid, Pérez Galdós está en pleno apogeo y Giner de los Ríos ya trabaja en la Institución Libre de Enseñanza, mientras que Falla, Albéniz y Granados, poco mayores que Blas Cabrera, aún tendrán que esperar para alcanzar el reconocimiento general. Y el desconocido Ramón y Cajal, con 38 años, está en el punto álgido de sus investigaciones.

A nivel mundial, la Ciencia y la Técnica parecen estar acabando su avance. El determinismo está en pleno auge y las matemáticas aplicadas en las últimas teorías científicas como el electromagnetismo (Maxwell, 1864) y la termodinámica (Carnot, Boltzmann, Maxwell, Gibbs y otros, 1830-1880) parecen permitir todo tipo de control sobre la Naturaleza. En 1898, Lord Raleygh afirma que la Ciencia está prácticamente acabada, a falta de dos pequeños detalles: el experimento de Michelson sobre la velocidad de la luz y la radiación del cuerpo negro. En Estados Unidos, un director de oficina de patentes dimite porque ya está todo inventado.

### **Las estudios de magnetismo de segunda enseñanza en 1890-95**

Es poco probable que Blas Cabrera asistiese a clase de Física con asiduidad:

Presentado en: Elórtégui, N; Fdez, J; Moreno, T. y Rodríguez, J.F. (1995): "El magnetismo que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias". Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

vivía en Santa Cruz y, aunque Daimler y Benz habían construido su primer coche en 1885, el principal medio de comunicación con La Laguna era una diligencia. Hemos de suponer que su principal fuente de formación fuese un libro de texto que, naturalmente, no recogía los últimos avances de la Ciencia.

El plan de estudios que siguió Blas Cabrera muestra una curiosa distribución, en la que de un total de 107 temas se dedican a Física 95, repartidos como sigue: 2 temas preliminares, 25 dedicados a Mecánica, 13 a calórico, 18 sobre la luz, 3 sobre el magnetismo y 24 sobre la electricidad.

El estudio detallado de esta distribución de temas y de los contenidos de cada uno, nos muestra tres factores de importancia, que iremos desarrollando.

<p style="text-align: center;"><i>Magnetismo.</i></p> <p>60. Imanes polos y línea neutra; acción recíproca de los polos; imantación por influencia; fuerza coercitiva; leyes de las atracciones y repulsiones magnéticas; acción del magnetismo sobre todos los cuerpos.</p> <p>61. Acción directriz de la Tierra, por magnetismo, meridiano magnético, variaciones de declinación diurnas y accidentales, y aparato para medirlas; inclinación magnética; variaciones y brújula de inclinación.</p> <p>62. Agujas estáticas; imantación por la acción de las barras y por la Tierra; saturación, manojos y armaduras magnéticas.</p> <p style="text-align: center;"><b>Programa de magnetismo en el Instituto de Canarias entre 1890 y 1894.</b></p> <p><i>* En 1890 no han desaparecido totalmente de los estudios de bachillerato las teorías físicas basadas en fluidos, dominantes en la 1ª mitad del siglo, aunque ya se señalan como obsoletas.</i></p>	<p><b>MAGNETISMO</b></p> <p>60. Imanes, polos y línea neutra; acción recíproca de los polos; imantación por influencia; fuerza coercitiva; leyes de las atracciones y repulsiones magnéticas y acción del magnetismo sobre todos los cuerpos.</p> <p>61. Acción directriz de la Tierra, por magnético, meridiano magnético, variaciones de la declinación diurnas y accidentales y aparatos para medirlas; inclinación magnética; variaciones y brújula de inclinación.</p> <p>62. Agujas estáticas; imantación por la acción de las barras y por la Tierra; saturación, manojos y armaduras magnéticas.</p>
--	--

Hasta esa época, el vacío había sido una idea preocupante, por la dificultad de explicar los conocimientos que se tenían sobre la compresibilidad de la materia y la existencia de temperaturas extremadamente bajas. Se puede encontrar aún un resto del "terror al vacío", reflejado en el rechazo a las propiedades físicas intensivas, no asociadas directamente a la materia. La tendencia era a que toda propiedad física fuera cuantificable en términos de cantidades de materia en los cuerpos.

La indefinición del concepto de energía, por el sentido abstracto de ésta, y por ser percibida como *algo que fluye de unos cuerpos a otros*, hace que se vuelva atrás, a conceptos de épocas anteriores muy resistentes a las nuevas concepciones. Esta idea de paso de energía entre los cuerpos, de transmisión entre sistemas, lleva a explicar muchos fenómenos energéticos mediante la presencia de fluidos muy sutiles e imponderables.

Así, encontramos el **fluido calórico** para explicar el paso de energía entre cuerpos a diferente temperatura, el **éter interplanetario** para soportar la transmisión de la luz, los dos **fluidos eléctricos** de Symmer o el único fluido eléctrico de Franklin para la electricidad o los **fluidos magnéticos** boreal y austral.

Podemos leer (Fig. 2) que "algunos admitieron la existencia de un fluido imponderable y sutil, causa y origen de los fenómenos magnéticos. Este fluido le suponían constituido por dos fluidos elementales, a los cuales denominaron boreal o norte y austral o sur." Sin embargo, como se puede observar, ya se considera como una teoría obsoleta.

*\* Se establece una relación experimental entre la electricidad y el magnetismo, pero la teoría electromagnética de Maxwell, que data de 1864, no ha llegado a la enseñanza secundaria.*

314. **Hipótesis sobre el magnetismo.**—Algunos admitieron, como llevamos manifestado en el párrafo 310, la existencia de un fluido imponderable y sutil, causa y origen de los fenómenos magnéticos. Este fluido le suponían constituido por dos fluidos elementales, á los cuales denominaron *boreal ó norte*, y *austral ó sur*. En la misma hipótesis, las partículas de los cuerpos que poseían una misma clase de magnetismo se decía que presentaban tendencia á la repulsión, que se atraían las dotadas con magnetismo contrario, y que cuando estas tendencias opuestas se equilibraban, los cuerpos no estaban magnetizados; mientras que una vez destruido el equilibrio entre los fluidos magnéticos, los cuerpos poseían la facultades de los verdaderos imanes, acumulándose los fluidos en los puntos denominados polos.

En la segunda hipótesis, fundándose en el estudio de los fenómenos resultantes de la acción mutua entre la electricidad y el magnetismo, se considera la causa de este último como un efecto de la electricidad.

La descomposición del fluido magnético, que corresponde á los metales, según la primera hipótesis, se verifica en los unos con mucha rapidez, y en los otros con más ó menos lentitud, dando lugar á la clasificación de los cuerpos en *magnéticos* y *magnetizables*; siendo los primeros aquellos en que, una vez descompuesto su fluido magnético, no le dejaban recomponerse, conservando las propiedades magnéticas adquiridas; y los segundos, los en que la descomposición del fluido se verificaba con prontitud, recomponiéndose casi instantáneamente. De estos cuerpos se decía que eran magnetizables, pero no magnéticos.

Figura 2

pero falta una teoría de la estructura de la materia que la termine de soportar con consistencia.

Esta ausencia provocaba incertidumbres que aparecían al menor análisis: ¿cómo puede haber corrientes alrededor de las moléculas del imán, concebidas éstas sin estructura interna?. Aceptada la posible existencia de los átomos, ¿cómo podía haber corrientes eléctricas que daban lugar a magnetismos opuestos y que, por tanto, debían corresponder a dos sentidos de la corriente o a dos tipos de cargas opuestas?. Y si en los átomos había cargas opuestas que generaban estos microcampos magnéticos, ¿cómo podían coexistir esas cargas sin anularse?. Y ¿cómo podían mantenerse esas corrientes de forma permanente, sin decaer la intensidad, para mantener un magnetismo permanente?

Los experimentos de Oersted y Faraday, al lograr efectos magnéticos a partir de corrientes eléctricas y viceversa, mostraron el camino de unificación con la corriente eléctrica, con la consiguiente necesidad de modificar la hipótesis de los fluidos.

Pero no se cuenta con una explicación satisfactoria del magnetismo. Al no existir un modelo que describa el interior del átomo y separe las cargas eléctricas positivas y negativas en su interior, únicamente pueden proponer que el magnetismo se deba a electroimanes microscópicos producidos por "*corrientes que circulan constantemente en la misma dirección alrededor de las moléculas de cada imán*". La idea de un origen microscópico, basado en la estructura de la materia en lugar de un fluido está presente,

\* 422. **Teoría de Ampere sobre el magnetismo.**—La generalidad de los físicos consideraron la influencia que ejercen las corrientes eléctricas en la dirección de las agujas magnéticas como uno de los descubrimientos más importantes de Ersted, pues por él la ciencia se prometía descubrir las relaciones que existían ó la identidad entre las causas que producen los efectos magnéticos y los de la electricidad. Ampere fué el primero que, al notar la analogía que existe entre las propiedades de los solenoides y las de las agujas imantadas, estableció su teoría del magnetismo, considerando las corrientes eléctricas como causa de los fenómenos magnéticos.

Ampere, en vez de atribuir los fenómenos magnéticos á la existencia de dos fluidos, los explica por las propiedades generales de la electro-dinámica, considerando las agujas y barras imantadas como la reunión de corrientes voltaicas casi paralelas entre sí, exactamente iguales á la de los solenoides, y por consiguiente dirigidas perpendicularmente al eje magnético de los imanes. Estas corrientes circulan constantemente en la misma dirección alrededor de las moléculas de cada imán; su resultado equivale, por consecuencia, á una corriente única, de una intensidad igual á la suma de todas las intensidades parciales, la cual se dirige circularmente á la superficie de los imanes; de modo que los imanes, según esta teoría, no son más que solenoides, y las atracciones y repulsiones magnéticas una consecuencia de las acciones mutuas de las corrientes. En las sustancias simplemente magnéticas, dichas corrientes circulan en todas direcciones, y es nula la resultante de sus acciones electro-dinámicas; por la imantación se disponen paralelamente las corrientes referidas, apareciendo la polaridad en aquellas sustancias.

Por esta teoría se explican los efectos magnéticos terrestres, admitiendo la existencia de las corrientes eléctricas que circulan sin cesar alrededor del globo de Este á Oeste, perpendicularmente al meridiano magnético. Estas corrientes eléctrico-terrestres son la causa de la imantación natural de los imanes, del hierro, y de que las agujas de las brújulas se fijen en la dirección de los polos Norte y Sur de la Tierra (318), así como también de la acción del globo sobre los flotadores de la Rive (414) y demás corrientes movibles, bien sean horizontales ó bien verticales.

### Figura 3

mediante movimiento de cargas en el átomo.

*\* La falta de una base teórica que explicara el fundamento de la electricidad mediante electrones no impidió la proliferación de aplicaciones tecnológicas y su estudio en el aula.*

Una buena parte del estudio del magnetismo se empleaba en conocer los métodos de elaboración de imanes y en adquirir unas nociones sobre los diferentes tipos de brújulas y su relación con el magnetismo terrestre. Los últimos temas de electricidad estudiaban las aplicaciones tecnológicas del electromagnetismo.

Los libros de texto solían tener, al menos, dos niveles de contenidos: el normal y el avanzado, que se distinguía por ir en letra pequeña o señalarse con un asterisco en el comienzo del párrafo.

A los contenidos avanzados correspondía el apartado **"Acción del magnetismo sobre**

Presentado en: Elórtgui, N; Fdez, J; Moreno, T. y Rodríguez, J.F. (1995): "El magnetismo que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias". Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

El origen del magnetismo y su relación con la materia debía tener para los coetáneos de Blas Cabrera un atractivo irresistible: un fenómeno fácilmente reproducible, presente en multitud de situaciones pero sin una explicación satisfactoria.

En esta época emerge la teoría que se denomina "de Ampere" (1775-1836) sobre el magnetismo (Fig. 3). Esta teoría se muestra claramente en camino hacia la concepción electromagnética que habría de surgir en los años siguientes. Al reconocer la similitud entre un imán recto y un solenoide se orienta hacia el electromagnetismo de Maxwell (1831-1879) y, al concebir los imanes como "la reunión de corrientes voltaicas casi paralelas entre sí, exactamente iguales a los solenoides, (...) que circulen constantemente en la misma dirección alrededor de las moléculas de cada imán", se sienta la primera piedra en el camino de las explicaciones

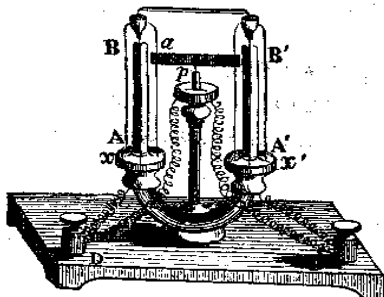
todos los cuerpos.- **Diamagnetismo**", aspectos a los que posteriormente Blas Cabrera dedicaría una buena parte de su investigación. Leyendo sus descripciones podemos comprender que, en una sociedad en que los instrumentos de precisión frecuentemente se los tenía que fabricar el propio experimentador, la habilidad manual y la delicadeza en el trabajo eran elementos esenciales para el científico: el *sideroscopio*, aparato muy sensible para la medición de efectos magnéticos se describe como "aparato compuesto de una paja de 2 a 3 cm de longitud, suspendida de un hilo de seda cuyo eje está atravesado en parte por una aguja de coser fuertemente imantada y equilibrada por el lado opuesto con un contrapeso". No se puede decir que fuera material difícil de conseguir.

Sabemos que Blas Cabrera asistió a las prácticas de laboratorio que iban asociadas a las clases de Física y Química, como lo muestran las anotaciones que sus profesores hicieron en su expediente aludiendo a su habilidad en el laboratorio. El inventario del Instituto (<sup>1</sup>) nos informa de que había en el laboratorio diverso material magnético como *manojos magnéticos* que utilizaban para sumar los efectos de varios imanes rectos.



Figura 5. Manajo magnético.

Después del magnetismo se estudiaba la electricidad, con un gran énfasis en la electricidad estática y la generación de corrientes mediante pilas para, como final de tema y conocimiento avanzado, estudiar el electromagnetismo y los efectos magnéticos de las corrientes eléctricas. Estos efectos se describían sobre aparatos tan delicados como



<sup>1</sup> Al final de este trabajo se muestran figuras de los aparatos que figuran en el inventario del Instituto de Canarias relacionados con el magnetismo o el electromagnetismo.

Figura 6.

325. **Brújula de declinación.**—La *brújula de declinación* es un instrumento que sirve para medir la declinación magnética en un punto del globo cuando se reconoce el meridiano astronómico del mismo. Esta aguja (fig. 197) tiene la forma de flecha, lleva en su centro una pieza cóncava de ágata, la cual se apoya sobre una punta de acero colocada verticalmente, y sus extremidades se mueven sobre un círculo dividido.

Para observar la declinación en un punto cualquiera del Globo, se hace coincidir el diámetro *NS* del círculo dividido con el meridiano astronómico del sitio donde se hace la observación, hallándose la extremidad *N* en la dirección del Norte, y se observa el arco comprendido entre este punto y la extremidad Norte de la aguja.

Conocido el ángulo de declinación, se podrá recíprocamente determinar el meridiano astronómico de un punto cualquiera de la Tierra, trazando una línea que pase por el centro de la aguja y por aquel punto de la circunferencia de la brújula desde el cual se principian á contar los grados del ángulo de declinación que se supone conocido. Se comprende que este método no será más que aproximativo, á causa de las variaciones continuadas que sufre la declinación.

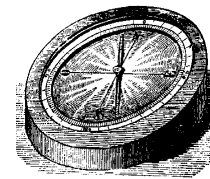


Figura 197.

Figura 4. Brújula de declinación.

atractivos, auténticas obras de artesanía como el utilizado para observar la acción de los imanes fijos sobre las corrientes eléctricas móviles (Fig.6).

Finalmente, se estudiaban los últimos avances de la Técnica basados en el electromagnetismo: el telégrafo, descrito en sus diferentes modalidades a lo largo de 10 páginas y que llegaría a Tenerife precisamente mientras Blas Cabrera estudiaba Enseñanza Secundaria en el Instituto de Canarias de La Laguna.

Visto desde la perspectiva de la Ciencia que se estudia en nuestros institutos, la enseñanza que recibió Blas Cabrera tenía varias virtudes que hoy nos esforzamos por recuperar: el reconocimiento de una Ciencia provisional y en evolución, en la que diferentes autores defienden distintas teorías, la aplicación tecnológica de la Ciencia y su impacto social, son aspectos que hoy se nos presentan en los nuevos planes de estudios como una novedad bajo el epígrafe "Ciencia, Técnica y Sociedad".

### **Bibliografía.**

- Díaz Torres, A.; Recuenco Rodríguez, A. Blas Cabrera, Físico. Centro de la Cultura Popular Canaria. La Laguna, 1993.
- Feliú y Pérez, Bartolomé. Compendio de Física Experimental y Química Inorgánica y Orgánica, 8ª edición. Imprenta de la viuda e hija de Gómez Fuentenebro. Madrid, 1906.
- Fondos del Archivo del Instituto de Canarias. 1893-1994, Programas de las asignaturas. Relación de libros de texto. Caja 148.
- Ganot, A. Tratado elemental de Física, 22ª edición. Librería de Hachette y Cía. París, 1900.
- Muñoz López, D.C. Lecciones de Física, 2ª edición. Imprenta de la viuda de Iglesias. Zamora, 1880.
- Nuñez Muñoz, M.F. Archivo del Instituto de Canarias. Catálogo inventario. Ayuntamiento de La Laguna, 1986.
- Rico Sinovas, Manuel; Santiesteban, Mariano. Manual de Física y Química. Librería de la Viuda de Hernando y Cía. Madrid, 1887.

Presentado en: Elórtégui, N; Fdez, J; Moreno, T. y Rodríguez, J.F. (1995): "El magnetismo que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias". Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.