

Pero en cuanto á lo primero, ya he demostrado cuán corto será el tiempo que estarán sin colocación los actuales alumnos, excediendo poco de un año los que hoy cursan el primero de la Escuela y menos en lo sucesivo si se restringe el ingreso. Y en cuanto á lo segundo, no hay que temer que les faltara la práctica de la profesión, pues según la *Situación del personal* en 4 del mes actual, ya antes citada, se ve que de los 101 Ingenieros en expectación de ingreso 34 están ya ocupados en obras de la profesión del Ingeniero de Caminos, no sólo por particulares, contratistas, compañías y corporaciones, sino también en obras del Estado en la Península y Ultramar; y en cuanto á los 67 restantes, aunque no aparezcan en el estado publicado por la REVISTA, todos sabemos de muchos que también están afectos á obras y practicando, pudiendo asegurarse que serán muy pocos los que realmente estén inactivos. Las objeciones hechas al sistema carecen, pues, en absoluto de fundamento.

Queda por determinar el procedimiento para elegir los candidatos que cada año deberían entrar en la Escuela como alumnos oficiales, dentro del número previamente fijado por el Gobierno.

Respecto á este punto, mientras subsista el actual sistema de exámenes de ingreso independientes en cada Escuela, es claro que en la de Caminos habría que designar los que, al ser aprobados en la última asignatura de las que se exigen, parecieran más merecedores. Pero todo el mundo comprende lo difícil y expuesto á errores é injusticias que sería esta clasificación entre candidatos que han ido aprobando las materias de ingreso durante tres ó más años y ante distintos tribunales. Y aun suponiendo el mayor acierto en dicha clasificación, nadie puede asegurar que los designados para entrar como alumnos oficiales tan sólo por haber hecho mejores exámenes que los demás, acaso por alguna de las mil contingencias que en estos actos influyen, fueran después los más talentosos y aplicados, dentro ya de la Escuela.

Algo, aunque poco, se corregiría este inconveniente con los tribunales mixtos para los exámenes de ingreso en todas las Escuelas que propuse en mi artículo anterior, pues sólo se conseguiría con ellos el que hubiera más necesidad en las clasificaciones. De la que se hiciera cada año de los candidatos que hubiesen aprobado todas las materias de ingreso, podrían éstos optar por la Escuela de su preferencia, por el orden en que aparecieran clasificados, hasta completar el número de alumnos oficiales que el Gobierno pidiera para cada Escuela especial; pero las demás dificultades y exposición á errores en la clasificación serían las mismas.

Lo que salvaría todos estos inconvenientes sería la Escuela preparatoria; pues debiendo permanecer en ella los alumnos tres años por lo menos y sujetos al régimen escolar, con las notas y números que obtuvieran al terminar cada curso y al concluir los estudios, siempre con los mismos profesores y los mismos Tribunales, habría completa confianza en que la clasificación final que obtuvieran sería la más acertada posible, y una vez hecha ésta los alumnos aprobados elegirían por rigorosa preferencia en ella á qué Escuela especial querían ir como oficiales é internos y con derecho á ingresar en el respectivo Cuerpo, hasta completar el número de los pedidos para cada una. Los últimos de la clasificación, que no pudieran entrar como alumnos oficiales, podrían ir como libres ó á las Es-

cuelas en que no hay que fijar número por no corresponder á Cuerpos del Estado de escala cerrada, pero al menos, sabrían desde luego cuál sería su situación.

En resumen, mi opinión en este importante asunto es la siguiente:

1.º Debe continuar en vigor el procedimiento de ingreso en el Cuerpo por orden de rigorosa antigüedad en la salida de la Escuela, reconociendo este derecho á los alumnos de los tres primeros años que no lo tienen definido.

2.º En lo sucesivo se limitará el número de los alumnos internos ú oficiales que cada año se admitirán en la Escuela, con derecho á ocupar las vacantes que ocurran en el Cuerpo, fijándose por el Gobierno dicho número con la posible anticipación á la apertura de los cursos.

3.º La designación de los candidatos que hayan de ser admitidos como alumnos oficiales, la hará la Junta de profesores de la Escuela entre los que tengan aprobadas todas las asignaturas de ingreso, mientras para éste siga el actual sistema de exámenes independientes en cada Escuela.

4.º Si se sustituyera el actual sistema por el de Tribunales mixtos para el ingreso en las Escuelas especiales, los que resultaran cada año aprobados de todas las asignaturas constarían en una lista de clasificación, hecha por dichos Tribunales, y optarían por la Escuela especial de su preferencia, por orden de numeración en dicha lista, hasta completar el número de alumnos internos que para cada una hubiere fijado el Gobierno, si había bastantes pretendientes á dichas plazas.

5.º Si se creara, como es conveniente, la Escuela general preparatoria, los que en ella cursaran serían clasificados al terminar los estudios por su Junta de profesores y tendrían derecho á elegir la Escuela especial á que deseaban pertenecer como alumnos oficiales, hasta el número fijado por el Gobierno cada año para cada Escuela especial, por orden riguroso de clasificación.

Y 6.º Los que no obtuvieren plaza de alumnos oficiales por haber renunciado á este derecho ó por haber sido cubiertas todas éstas por los aprobados con mejor número, podrán matricularse en cualquiera de las Escuelas especiales como alumnos libres, ó bien en las que no tengan fijado el número de los que en ellas puedan admitirse cada año.

Febrero de 1897.

J. ALVAREZ Y NÚÑEZ.

ATENEOS DE MADRID

CONFERENCIAS SOBRE ELECTRICIDAD POR EL SEÑOR MADARIAGA,
PROFESOR DE DICHA ASIGNATURA EN LA ESCUELA DE MINAS

V

MAGNETISMO

El estudio del *Magnetismo*, que reconoce por base la energía manifestada por la *magnetita* ó piedra imán (óxido ferroso-férrico natural) al atraer ciertos cuerpos, y especialmente al hierro, estudio que tan íntimamente se encuen-

tra ligado con el de los fenómenos eléctricos, fué objeto de la 5.ª conferencia del Sr. Madariaga.

Empezó indicando que en tiempos remotos, antes de la era cristiana, ya los griegos conocían la propiedad de atraer á los objetos de hierro que poseía una piedra encontrada en la ciudad de *Magnesia*, piedra que Platón llamó *de Heracléa*, y cuyo conocimiento por los demás pueblos antiguos han demostrado igualmente los escritos de Plinio y Aristóteles.

La polaridad magnética, y por consiguiente la aplicación de los imanes á la indicación del Norte y del Sur, fué desconocida completamente en Europa hasta el siglo XII, en que la introducción de la brújula y su empleo en la navegación de altura, preparó, juntamente con otras causas, uno de los acontecimientos de mayor transcendencia.

Dicha propiedad de orientación que poseen los imanes era, sin embargo, conocida de los chinos desde la más remota antigüedad. Dos tradiciones consignadas en obras de escritores del Celeste Imperio hacen remontar el empleo de la brújula, una al siglo XXVII y otra al siglo XI antes de Jesucristo. De la China pasó el conocimiento de la brújula á la India, de donde la tomaron los árabes, siendo importado á Europa por los Cruzados, que lo habían adquirido de los pueblos de Oriente, utilizándolo en sus viajes Cristóbal Colón, que fué el primero que observó el fenómeno de la declinación.

La propiedad de atraer las limaduras de hierro que posee naturalmente la piedra imán puede darse artificialmente, y en un grado muy superior, al hierro y sus derivados el acero y la fundición. Una barra de acero imanada que se rodee de limaduras de hierro atrae una cantidad de éstas y las dispone de un modo particular, observándose que la atracción no se verifica, ni en toda la superficie de la barra, ni tampoco con igualdad en los puntos de la misma en los cuales se manifiesta. El fenómeno ocurre de modo que en la parte media de la barra no se presenta señal alguna del poder de atracción, mientras que en los extremos aparece como condensada dicha fuerza atractiva, agrupándose á su alrededor las limaduras en forma de penacho.

La parte media de la barra libre de estas acciones recibe el nombre de *región neutral*, y sus extremos, el de *polos*.

En algunas barras, no obstante, además de los polos principales se observan otros pequeños centros de atracción ó polos secundarios, llamados *puntos consecuentes*.

Cuando una barra imanada se suspende con una seda por su centro de gravedad, completamente separada de otros imanes ó masas metálicas, se ve que toma una dirección de equilibrio estable, la cual, en un mismo punto del globo, es idéntica para todas las barras. Esta dirección corresponde aproximadamente á la de Norte-Sur de la tierra, observándose, además, que siempre un mismo polo se dirige al Norte, así como el otro al Sur. Al extremo primero se le llama *polo Norte* y al otro *polo Sur* de la barra, y á la dirección que señala el polo Norte se la denomina *dirección del imán*.

Si se colocan varias barras imanadas en presencia unas de otras, habiéndoseles de antemano determinado sus polos, se observa que los polos del mismo nombre se repelen y los de distinto nombre se atraen. El estudio de estas acciones presenta serias dificultades, á causa de no poderse precisar aisladamente el efecto recíproco de dos polos, por la imposibilidad de obtener un polo aislado. Sin embargo, Cou-

lomb, valiéndose de largas varillas imanadas, dos de cuyos polos aproximaba suficientemente, llegó á hacer casi despreciable la acción de los polos opuestos, y dedujo de sus experimentos la ley que rige estas acciones y que las coloca en el orden de las fuerzas newtonianas. Dicha ley, rigurosamente comprobada por Gauss, es la siguiente: *las fuerzas magnéticas decrecen en razón inversa del cuadrado de las distancias entre los centros de acción*.

Expresaremos con la palabra *cantidad de magnetismo* ó *masa de un polo* una cantidad proporcional á la fuerza que ejerce sobre polos próximos, y midiendo las fuerzas por los efectos que producen, diremos: que dos cuerpos poseen igual *cantidad de magnetismo* ó que dos polos tienen la misma *masa magnética* cuando ejercen efectos iguales sobre un tercer cuerpo ó polo colocado en su presencia. De igual suerte diremos que las cantidades de magnetismo son dobles ó triples cuando los efectos producidos sean dobles ó triples también.

Así, pues, representando por m y m' las cantidades de magnetismo de dos polos, la ley de Coulomb se hallará expresada por la relación

$$f = K \frac{m \cdot m'}{r^2}$$

siendo r la distancia que separa los dos polos.

El coeficiente K se suele suponer igual á la unidad en el estudio de estas acciones. A primera vista parece que esta afirmación se halla en contradicción con lo dicho en otra conferencia; no resulta, sin embargo, ser así, pues hay que tener en cuenta que allí suponíamos conocida la unidad de masa (el gramo), y en tal hipótesis dedujimos el valor de dicho coeficiente K , mientras que en el caso presente seguimos un proceso análogo, pero inverso, según el que suponemos $K = 1$ y determinamos el valor de la unidad de masa magnética. Siendo $K = 1$, y considerando que las dos masas sean iguales, la expresión anterior toma la forma de

$$f = \frac{m^2}{r^2}, \text{ por tanto } m = f^{\frac{1}{2}} r,$$

y en consecuencia las dimensiones de la *unidad de cantidad de magnetismo* ó *unidad de polo* serán

$$m_1 = \left[L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \right].$$

Es la masa ó cantidad de magnetismo que, actuando sobre otra masa igual situada á la distancia de un centímetro de la primera, desarrolla una fuerza de una dina.

Definido en una de las conferencias anteriores el concepto de *campo de fuerza*, y aplicándolo al caso que estamos considerando, llamaremos *campo magnético* al espacio en el cual se manifiestan fuerzas magnéticas.

La *intensidad en un punto del campo* está medida por la acción que se ejerce en este punto sobre la unidad de masa positiva. La dirección de esta acción define la *dirección del campo*. Una *línea de fuerza magnética* representará la que describiría una masa positiva libre, moviéndose en el campo.

En cada punto del campo existirá un *potencial magnético* que, según la hipótesis que antes hemos sentado, tendrá por expresión

$$V = \Sigma \frac{m}{r},$$

en la que hay que asignar á cada masa el signo correspondiente.

La *unidad de potencial magnético* tendrá por dimensiones, en virtud de esta definición,

$$V_1 = \left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \right].$$

La componente de la *intensidad del campo*, en una dirección s y en un punto cuyo potencial es V , estará representada por

$$h = - \frac{dV}{ds},$$

y las dimensiones de su unidad serán

$$h_1 = \left[L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \right],$$

que vemos son distintas de las de una fuerza, como realmente tenía que ser tratándose de la fuerza por unidad de polo; sus dimensiones son las de una fuerza dividida por las de una masa magnética, según se observa poniendo la expresión anterior bajo la forma de

$$h_1 = \frac{\left[L M T^{-2} \right]}{\left[L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \right]}.$$

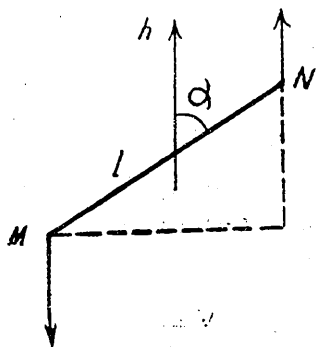
La experiencia demuestra que cuando una barra imánada se coloca en un campo uniforme, cuya intensidad es constante en magnitud y en dirección, dicha barra no está sometida á fuerza alguna de traslación y únicamente tiende á orientarse en una dirección determinada. De aquí se deduce que la suma de las masas positivas es igual á la de las negativas, puesto que la resultante de las acciones del campo sobre las primeras está equilibrada por la resultante de las acciones del mismo sobre las segundas.

Dichas resultantes están aplicadas en dos puntos que, en la teoría matemática del magnetismo, reciben el nombre de *polo*. Estos dos puntos no tienen más existencia física que la del centro de gravedad de un cuerpo. La línea ficticia que pasa por los polos se denomina *eje magnético* de la barra, y la distancia entre los polos es la *longitud* del imán.

El *momento magnético* de una barra es el producto de la masa magnética de la misma por la distancia que separa sus polos, de suerte que llamando l á esta distancia, el momento magnético A de la barra tendrá por expresión

$$A = \sum m l = l \sum m.$$

Llamando α el ángulo que forma el eje magnético de la



barra con la dirección h del campo, el par de orientación de la misma estará expresado por

$$h \cdot l \sum m \cdot \text{sen. } \alpha = h A \text{ sen. } \alpha,$$

puesto que las resultantes que actúan en M y N tienen por expresión: la una, $h \sum m$, y la otra, $-h \sum m$, por ser la fuerza el producto de la masa por la intensidad (fuerza por unidad de polo) y ser la intensidad constante en un campo uniforme.

La ecuación que expresa el equilibrio dinámico es

$$h \cdot \sum m \cdot l \text{ sen. } \alpha = - \sum m r^2 \frac{d\alpha^2}{dt^2},$$

ecuación diferencial que resuelta con relación á t da como valor de la duración de una oscilación doble de pequeña amplitud

$$t = 2 \pi \sqrt{\frac{\Omega}{A \cdot h}},$$

en la que Ω representa el momento de inercia de la barra.

Pasemos á exponer las hipótesis que sobre el magnetismo existen.

No insistiremos en la de Poisson, que admitía dos *fluidos magnéticos*, que cuando estaban en proporciones iguales en un cuerpo, producían el estado neutro y que se separaban bajo la influencia de una fuerza magnética, del mismo modo que en un conductor, bajo la influencia de un cuerpo electrizado, se separan también los dos fluidos que Symmer suponía para explicar los fenómenos eléctricos. Esta hipótesis no explica multitud de hechos observados, quedando obscurecida ante la hipótesis moderna de la unidad de agentes físicos y ante la teoría mecánica de los fenómenos naturales.

Weber suponía que la propiedad magnética residía en las moléculas de los cuerpos; fundábase para ello en que si se rompe un imán por su línea neutra no se obtienen dos polos aislados, sino dos nuevos imanes; lo mismo sucedería si rompiésemos cada uno de éstos por su línea neutra, y así sucesivamente, llegándose, por lo tanto, á la consecuencia de que cada molécula es un imán poseyendo sus dos polos. La energía magnética que se manifiesta en las sucesivas superficies de rotura no son más que una manifestación de la energía mecánica gastada.

Según Weber, el estado neutro es debido á la falta de orientación en las moléculas, orientación que se puede conseguir colocando el cuerpo en un campo magnético. Ahora bien: las moléculas oponen mutuamente cierta resistencia á su orientación, pues cada una de ellas tiene que venir á colocarse en la dirección de la línea de fuerza; de aquí que se emplee un cierto tiempo en la imantación; la resistencia que para imantarse ofrece el cuerpo recibe el nombre de *fuerza coercitiva*. En virtud de esta misma fuerza coercitiva, al desaparecer la causa magnetizante, las moléculas pierden más ó menos su orientación, es decir, quedan parcialmente imanadas, cuya cantidad de magnetismo recibe el nombre de *remanente*. Al colocar el cuerpo en un campo magnético de intensidad creciente, la imantación va aumentando hasta alcanzar un límite que recibe el nombre de *saturación*.

En los cuerpos que, como el hierro dulce, es casi nula la fuerza coercitiva, se imanta rápidamente, pero también se desimanta del mismo modo, no pudiéndose obtener con

él imanes *permanentes*. Estos lo serán tanto más, cuanto mayor sea su fuerza coercitiva.

La teoría de Weber se funda, pues, en la resistencia que encuentran las moléculas para moverse, para orientarse; de aquí que, si es cierta, todos los medios en virtud de los cuales aumentemos la dureza ó rigidez de un cuerpo han de ser causa de que tardemos más en llegar á la saturación. Esto es lo que comprueba la experiencia; así, por ejemplo, el forjado aumenta considerablemente la fuerza coercitiva, produciendo el mismo efecto el temple, sobre todo si durante el enfriamiento comprimimos el cuerpo con una prensa hidráulica.

Por el contrario, se ha observado que toda causa de agitación molecular favorece la imantación de una barra sometida á una fuerza magnética, y su desimantación después de retirada del campo; así, por ejemplo, una barra sostenida verticalmente se imanta bajo la acción de la componente vertical del magnetismo terrestre, con ser ésta muy pequeña, cuando se le golpea ligeramente. La barra conserva su imantación si se tiene cuidado de retirarla sin agitarla, pero la pierde en cuanto la golpeamos bruscamente.

(Se continuará.)

E. HORSTMANN.—A. CASADESÚS.

Alumnos de la clase de electricidad de la Escuela de Caminos.

REVISTA EXTRANJERA

Proyecto de un Palacio de la Ciencia en la Exposición universal de 1900.

M. Taudin-Chabot ha presentado á la Comisión de la Exposición, según leemos en *L'Eclairage électrique*, un proyecto cuyo objeto principal es llamar la atención de los profanos hacia las aplicaciones de la electricidad, y que al mismo tiempo permitiría completar la resolución de muchos problemas científicos que no se han podido resolver cumplidamente por falta de medios bastante poderosos.

M. Taudin-Chabot propone construir, en el centro de los terrenos que ha de ocupar la Exposición, un Palacio de la Ciencia, en el cual se realizarían los experimentos más á propósito para excitar la curiosidad del público y para darle á conocer las maravillosas transformaciones á que se ha logrado someter la materia y la energía, y al mismo tiempo la creación de un Instituto ó Academia cuyo objeto debe ser el estudio científico de la materia.

Se deberán instalar en el Palacio algunos grupos de generadores de energía eléctrica para producir una corriente intensa de baja tensión (de 100.000 amperes con 50 volts) que se podría convertir, por medio de transformadores, en una corriente de tensión muy elevada (10 amperes con 500.000 volts). Las corrientes intensas de baja tensión permitirían resolver muchos problemas de electroquímica. El autor se hace cargo de la objeción que se podría oponer á su proyecto, fundada en la imposibilidad de conducir tales corrientes sin dar á los conductores dimensiones exageradas, y llama la atención, para contestarla, sobre los resultados de los experimentos de los Sres. Dewar y Fleming, los cuales han demostrado que, á la temperatura 0 de la escala absoluta, la resistencia de los metales puros es nula, y en vista de esto, apun-

te la idea de emplear conductores tubulares enfriados por medio de una corriente de aire líquido que circule en su interior.

Las corrientes de alta tensión permitirían repetir con una potencia enorme los experimentos de Hertz sobre las ondulaciones eléctricas. En cuanto á las corrientes intermedias, tendrían aplicación al estudio de fenómenos ya conocidos en parte, como la rotación del plano de polarización de la luz, el fenómeno de Hall, la doble refracción del sulfuro de carbono, etc., estudios que no podrían menos de hacerse en mejores condiciones que hasta ahora, disponiendo de medios más poderosos que los que poseen los laboratorios.

La idea de M. Taudin-Chabot consiste, pues, en resumen, en proporcionar á los hombres de ciencia todos los recursos de una poderosa estación central de energía eléctrica dotada de un material especialmente dispuesto para las investigaciones científicas; bajo este aspecto merece ser estudiado, porque no es fácil encontrar cosa más apropiada para terminar dignamente un siglo que ha presenciado tantos descubrimientos maravillosos, cuyo resumen debiera ser en cierto modo la Exposición de 1900.

Respecto á la pretensión de convertirla en el «clou» de la Exposición, puede ser discutida. Pero si se tiene en cuenta la satisfacción con que ha acogido el público otro proyecto también de índole puramente científica, el de la construcción de un anteojo gigantesco, es de esperar que si se logra presentarlo bien, no será peor recibido el proyecto de M. Taudin-Chabot; que la electricidad permitiría ciertamente realizar espectáculos algo más llamativos y agradables que el de ver la luna á un metro; las fuentes luminosas de la última Exposición son una prueba de ello.

Otra consideración, y no ciertamente la de menor peso, sirve también de apoyo á este proyecto: es la posibilidad de realizarlo en el corto plazo disponible hasta la apertura de la Exposición.

En todo caso, no puede menos de ser mirado con interés por los electricistas, industriales y hombres de ciencia.

Pavimentos de ladrillo en los Estados Unidos.

El *Bulletin de la Société d'encouragement* ha publicado un estudio sobre los pisos de ladrillo empleados en las calles de las poblaciones de los Estados-Unidos. Empezaron á generalizarse, en 1885, estos pavimentos, formados de ladrillos especiales conocidos con el nombre de ladrillos vitrificados, y actualmente han adquirido un desarrollo extraordinario. Existen 175 fábricas y algunas de ellas llegan á producir 100 millones de ladrillos al año. En las calles de las 22 poblaciones principales de los Estados-Unidos, la proporción de las diversas clases de afirmados es por término medio, 24 por 100 de asfalto, 32 por 100 de macadam y 44 por 100 de ladrillo.

La vitrificación empieza á la temperatura de 800 á 980 grados; se completa mediante un aumento de 250° y, si el enfriamiento es lento, se obtiene un ladrillo muy duro, de fractura compacta, que absorbe de 3 á 6 por 100 de agua y mucho menos frágil que si se hubiera calentado más. La resistencia al aplastamiento varía de 300 á 2.000 kilogramos por centímetro cuadrado y la carga de rotura entre 140 y 220 kilogramos también por centímetro cuadrado. La tenacidad se aprecia generalmente haciendo girar en un tambor llamado *trummel*, algunos ladrillos con fragmentos de hierro, de fundición y de cuarzo y observando la pérdida experimentada en un tiempo dado.