

# ANALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

## DE ZARAGOZA

AÑO III

DICIEMBRE DE 1909

NÚM. 12

### Un paralelogramo combinatorio

1. El triángulo famoso de Pascal, — que según frase de Montucla es al Cálculo de las probabilidades lo que el teorema ó fórmula de Taylor al Análisis infinitesimal — es digno de alguna generalización, por la cual, así como del triángulo en cuestión se obtienen inmediatamente los números combinatorios ordinarios, se obtengan los números combinatorios con repetición.

Tal generalización está hallada en un paralelogramo, cuya formación vamos á exponer; no deteniéndose su utilidad en el cálculo de los susodichos numerosos combinatorios con repetición, que aparecen por filas y columnas en nuestro paralelogramo, sino también en la obtención de los números combinatorios ordinarios, — ó coeficientes del desarrollo del binomio de Newton — representados sobre ciertos elementos geométricos del paralelogramo.

A guisa de recuerdo, transcribiremos el clásico triángulo de Pascal, antes de dar cuenta del paralelogramo objeto de esta nota.

2. *La fórmula del binomio de Newton, y el triángulo aritmético de Pascal.* — Según es corriente y sabido el desarrollo de la potencia de un binomio, es de la forma

$$(a+b)^m = a^m + C_m^1 a^{m-1} b + C_m^2 a^{m-2} b^2 + \dots + C_m^{m-1} a b^{m-1} + b^m \quad [1]$$

donde  $C_m^n$  designa el número combinatorio ordinario, es decir, número de combinaciones ordinarias que pueden formarse con  $m$  objetos tomados  $n$  á  $n$ .

El término general del desarrollo es de la forma

$$C_m^n a^{m-n} b^n.$$

El valor de  $(a+b)^0$  es igual á 1. El de  $(a+b)^1$  es  $a+b$ .



Formemos, pues, el siguiente triángulo

$$\begin{array}{ccccccc}
 1 & & & & & & \\
 1 & 1 & & & & & \\
 1 & C_2^1 & C_2^2 & & & & \\
 1 & C_3^1 & C_3^2 & C_3^3 & & & \\
 1 & C_4^1 & C_4^2 & C_4^3 & C_4^4 & & \\
 1 & C_5^1 & C_5^2 & C_5^3 & C_5^4 & C_5^5 & \\
 1 & C_6^1 & C_6^2 & C_6^3 & C_6^4 & C_6^5 & C_6^6
 \end{array} \quad [2]$$

cuyos valores numéricos son por filas coeficientes de la fórmula del binomio

$$\begin{array}{ccccccc}
 1 & & & & & & \\
 1 & 1 & & & & & \\
 1 & 2 & & 1 & & & \\
 1 & \boxed{3} & + & \boxed{3} & & 1 & \\
 & & & \parallel & & & \\
 1 & 4 & & \boxed{6} & & 4 & 1 \\
 1 & 5 & & 10 & 10 & 5 & 1 \\
 1 & 6 & & 15 & 20 & 15 & 6 & 1.
 \end{array} \quad [3]$$

Tomando de este cuadro tres elementos en la forma en que aparecen marcados, sus valores son en general

$$C_m^n \quad C_m^{n+1} \quad C_{m+1}^{n+1}$$

y como la expresión general del número combinatorio  $C_m^n$  es

$$C_m^n = \frac{m(m-1)(m-2) \dots (m-n+1)}{n!}$$

se deduce inmediatamente la relación

$$C_m^n + C_m^{n+1} = C_{m+1}^{n+1}. \quad [4]$$

Y esto manifiesta que en el triángulo [3], ó «*Triángulo aritmé-*



«*tico de Pascal*» se verifica siempre la relación  $A + B = C$

$$\begin{array}{c} \boxed{A} + \boxed{B} \\ \parallel \\ \boxed{C} \end{array} \quad [5]$$

3. *Paralelógramo de números combinatorios con repetición.*  
—La fórmula del número combinatorio con repetición que designaremos por  $\overline{CR}_m^n$  es

$$\overline{CR}_m^n = \frac{m(m+1)(m+2)\dots(m+n-1)}{n!} \quad [6]$$

Formemos el siguiente paralelógramo:

$$\begin{array}{l|l} \overline{CR}_1^7 \overline{CR}_1^6 \overline{CR}_1^5 \overline{CR}_1^4 \overline{CR}_1^3 \overline{CR}_1^2 \overline{CR}_1^1 & \\ \overline{CR}_2^7 \overline{CR}_2^6 \overline{CR}_2^5 \overline{CR}_2^4 \overline{CR}_2^3 \overline{CR}_2^2 & \overline{CR}_2^1 \\ \overline{CR}_3^7 \overline{CR}_3^6 \overline{CR}_3^5 \overline{CR}_3^4 \overline{CR}_3^3 & \overline{CR}_3^2 \overline{CR}_3^1 \\ \overline{CR}_4^7 \overline{CR}_4^6 \overline{CR}_4^5 \overline{CR}_4^4 & \overline{CR}_4^3 \overline{CR}_4^2 \overline{CR}_4^1 \\ \overline{CR}_5^7 \overline{CR}_5^6 \overline{CR}_5^5 & \overline{CR}_5^4 \overline{CR}_5^3 \overline{CR}_5^2 \overline{CR}_5^1 \\ \overline{CR}_6^7 \overline{CR}_6^6 & \overline{CR}_6^5 \overline{CR}_6^4 \overline{CR}_6^3 \overline{CR}_6^2 \overline{CR}_6^1 \\ \overline{CR}_7^7 & \overline{CR}_7^6 \overline{CR}_7^5 \overline{CR}_7^4 \overline{CR}_7^3 \overline{CR}_7^2 \overline{CR}_7^1 \end{array} \quad [7]$$

cuyos valores numéricos calculados por la fórmula [6] son

$$\begin{array}{l|l} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \\ & 8 & 7 & \boxed{6} & 5 & 4 & 3 & 2 \\ & & 36 & 28 & \boxed{21} & \boxed{15} & 10 & 6 & 3 \\ & & & 120 & 84 & 56 & 35 & 20 & 10 & 4 & \\ & & & & 330 & 210 & 112 & 70 & 35 & 15 & 5 & \\ & & & & & 792 & 462 & 252 & 112 & 56 & 21 & 6 & \\ & & & & & & 1716 & 924 & 462 & 210 & 84 & 28 & 7 \end{array} \quad [7']$$

Tomando de este cuadro tres elementos, en la forma que apa-



recen marcados sus valores generales son

$$\boxed{A}$$

$$\boxed{C}$$

$$\boxed{B}$$

$$A = \overline{CR}_m^n \quad B = \overline{CR}_{m+1}^{n-1} \quad C = \overline{CR}_{m+1}^n$$

y por virtud de la relación [7] es fácil ver que siempre se verifica

$$A + B = C$$

ó lo que es igual

$$\overline{CR}_m^n + \overline{CR}_{m+1}^{n-1} = \overline{CR}_{m+1}^n ; \quad [8]$$

en efecto:

$$\overline{CR}_m^n = \frac{m(m+1)(m+2) \dots (m+n-1)}{n!} ;$$

$$\overline{CR}_{m+1}^{n-1} = \frac{(m+1)(m+2) \dots (m+n-1)}{n!} ,$$

$$\overline{CR}_{m+1}^n = \frac{(m+1)(m+2) \dots (m+n)}{n!} ,$$

y según esto

$$\begin{aligned} \overline{CR}_m^n + \overline{CR}_{m+1}^{n-1} &= \\ &= \frac{[m(m+1)(m+2) \dots (m+n-1)] + [(m+1)(m+2) \dots (m+n-1)n]}{n!} \\ &= \frac{[(m+1)(m+2) \dots (m+n-1)] [m+n]}{n!} = \overline{CR}_{m+1}^n . \end{aligned}$$

4. En el paralelógramo, está contenido el triángulo aritmético de Pascal.—Si el paralelógramo [7] lo modificamos agregando una serie de 1 como se indica aquí

1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*												
	8	7	6	5*	4*	3*	2*	1*											
		36	28	21	15*	10*	6*	3*	1*										
			120	84	56	35	20*	10*	4*	1*									
				330	210	112	70	35	15*	5*	1*								[9]
					792	462	252	112	56	21	6*	1*							
						1716	924	462	210	84	28	7	1*						

[9]



en las series de paralelas marcadas con asteriscos aparecen los mismos números del «Triángulo de Pascal», como vamos á demostrar con toda generalidad analíticamente:

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & & 1 & & \\
 & & & 1 & & 1 & \\
 & & 1 & & 2 & & 1 \\
 & 1 & & 3 & & 3 & & 1 \\
 & & 1 & & 4 & & 6 & & 4 & & 1 \\
 & 1 & & 5 & & 10 & & 10 & & 5 & & 1 \\
 1 & & 6 & & 15 & & 20 & & 15 & & 6 & & 1
 \end{array}$$

El número combinatorio ordinario  $C_m^n$  es de la forma

$$C_m^n = \frac{m(m-1)(m-2)\dots(m-n+1)}{n!} = \frac{m!}{n!(m-n)!} \quad [10]$$

y el número combinatorio con repetición está expresado por

$$\overline{CR}_m^n = \frac{m(m+1)(m+2)\dots(m+n-1)}{n!}$$

que aplicado á  $\overline{CR}_{m-n+1}^n$  da

$$\begin{aligned}
 \overline{CR}_{m-n+1}^n &= \frac{(m-n+1)(m-n+2)\dots m}{n!} = \\
 &= \frac{[1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots (m-n)] [(m-n+1)(m-n+2)\dots m]}{n!(m-n)!} = \frac{m!}{n!(m-n)!} \quad [11]
 \end{aligned}$$

y siendo idénticas [10] y [11] se deduce que

$$C_m^n = \overline{CR}_{m-n+1}^n. \quad [12]$$

De esta última se deduce por aplicación sucesiva

$$\begin{aligned}
 C_m^1 &= \overline{CR}_m^1 \\
 C_m^2 &= \overline{CR}_{m-1}^2 \\
 C_m^3 &= \overline{CR}_{m-2}^3 \\
 C_m^4 &= \overline{CR}_{m-3}^4 \\
 &\dots \dots \dots \\
 C_m^n &= \overline{CR}_{m-n+1}^n ;
 \end{aligned}$$



la fórmula del «binomio»

$$(a + b)^m = a^m + C_m^1 a^{m-1} b + C_m^2 a^{m-2} b^2 + \dots \\ + C_m^n a^{m-n} b^n + \dots + C_m^{m-1} a b^{m-1} + b^m$$

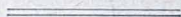
puede adoptar la siguiente forma, donde aparecen números combinatorios con repetición

$$(a + b)^m = a^m + \overline{CR}_m^1 a^{m-1} b + \overline{CR}_{m-1}^2 a^{m-2} b^2 + \dots \\ + \overline{CR}_{m-n+1}^n a^{m-n} b^n + \dots + \overline{CR}_2^{m-1} a b^{m-1} + b^m$$

y fácil es percatarse de que estos coeficientes son los que intervienen sobre las paralelas del paralelogramo [9] tomados de derecha á izquierda en la dirección de la diagonal.

Nuestro paralelogramo, cuya ley de formación es de igual sencillez que la del «Triángulo de Pascal», (en ambos los términos se forman por una suma de dos anteriores), lo supera en utilidad, puesto que sobre él aparecen inmediatamente comprendidos los números combinatorios ordinarios y los números combinatorios con repetición. Algo análogo ocurre, es natural, en el triángulo; pero no aparecen en él tan inmediatamente ordenados los números combinatorios con repetición.

GABRIEL GALÁN.





## CONEXIONES ETÉREO - ELÉCTRICAS

---

### V

#### **Campos de las corrientes y de las bobinas**

A las corrientes rectilíneas indefinidas se las considera envueltas por un manguito de fuerza de sección indefinida, si bien esta sección es prácticamente limitada; manguito que estaría compuesto de líneas de fuerza circulares situadas en planos perpendiculares al hilo conductor, el cual sería el eje común de todas ellas.

Por desgracia, la experiencia nada ha revelado hasta el presente, acerca de si la forma de cada línea de fuerza es realmente la antes señalada ú otra que difiera poco de ella; por ejemplo, si es realmente circular ó en curva espiral de espiras apretadas. Tampoco hay enseñanza experimental sobre si estas espiras, en caso de existir, están precisamente en un plano ó si están dispuestas sobre superficies cónicas de pequeña altura; y en fin, tampoco la hay sobre si estas líneas voltean en algún sentido ó son estáticas.

Cualquiera que repita la clásica experiencia que consiste en colgar un platillo anular de cartulina, mediante largos hilos de seda sin torcer, de un punto de un alambre vertical por el que se lanza una corriente eléctrica (por lo menos de 40 amperios), disponiendo en la parte alta un tupido tamiz con fina limadura de hierro, de suerte que al caer ésta, cuando se dé un suave golpecito sobre el tamiz, la recoja la cartulina, verá que la ligadura dibuja unas cuantas líneas sencillamente circulares, tan groseras é imperfectas como cuando se obtienen con ellas los espectros magnéticos ordinarios.

Evidentemente no puede bastar esta experiencia para decidir de la verdadera forma y disposición de las líneas de fuerza de que tratamos. Queda, pues, la cuestión abierta, invitando á los experimentadores á ejercer su sagacidad para resolver estas dudas.

Pero, si bien por este lado las experiencias efectuadas pecan de poco delicadas y precisas, en cambio por otro lado, se ha logrado penetrar



en lo hondo de la estructura de la línea de fuerza; y estas experiencias son las clásicas de Faraday sobre los fenómenos de rotación de la vibración rectilínea de la luz, polarizada á este efecto debidamente, cuando corre el rayo á lo largo de un haz paralelo vigoroso, de líneas magnéticas; fenómenos corroborados y ampliados más tarde por los hermosos trabajos de Zeeman.

En virtud de estos trabajos sabemos que debe haber en la línea de fuerza magnética un movimiento de giro semejante al de un cable sometido á torsión.

Por otra parte, es natural que las acciones todas se propaguen empleando algún tiempo, es decir, que haya una velocidad de trasmisión, dependiente de las condiciones del medio; de aquí el admitir en la línea de fuerza el doble movimiento de avance y de rotación resumidos en un movimiento helizoidal.

Los propios fenómenos de la rotación electro-magnética de la vibración rectilínea luminosa, dicen también que en la casi totalidad de las substancias transparentes, el giro antedicho es de igual sentido que el de la corriente en el electro-imán productor del campo. La explicación de lo que sucede en las pocas substancias donde el giro tiene lugar en sentido inverso de esa corriente, no parece difícil: sería cuestión de que en ellas, el camino más fácil para el rayo luminoso fuese, no el seguido por la propia línea de fuerza, sino los sutilísimos filamentos materiales situados entre los que conducen esas líneas. Dejando este punto para otra ocasión, y volviendo al caso general, no es difícil tampoco deducir para la corriente el mismo régimen que para la línea de fuerza.

Desde luego, hay un argumento, expuesto ya hace años por nosotros, que tiene, á nuestro entender, suma importancia; y es, el hecho del nacimiento de las corrientes inducidas á beneficio del campo de otras corrientes. Es un caso de reversión inmediata y directa desde el efecto á la causa y de ésta al efecto, ó como si dijéramos de padre á hijo y de hijo á padre, que da á entender que se trata de cosas idénticas en el fondo y muy prontas á sustituirse mutuamente en sus papeles respectivos.

Sobre esta cuestión dirigimos en Agosto de 1904 á la Real Academia de Ciencias de Madrid, una nota, que se publicó con otras dos más en la Revista de la misma. Hoy vamos á insistir sobre el mismo punto, con algunas variantes.

Ahora partiremos del supuesto de que la corriente eléctrica es un flujo etéreo rapidísimo, en torbellino, cuyo giro debe ser tal que dé



lugar de un modo directo é inmediato al giro de la línea de fuerza revelado por la experiencia en el caso general de los cuerpos electro-ópticos. Para ello, según vamos á ver, el giro del flujo etéreo que constituye la corriente debe ser de izquierda á derecha pasando por delante ó encima si se mira alejarse el flujo; esto es, se trata de un movimiento como el de atornillar ordinario. Ahora bien, supongamos todo dispuesto para ser lanzada la corriente en el alambre. Una vez cerrado el interruptor, el resorte etéreo, engendrado y regenerado por la pila en todo instante, puede ya invadir de un modo brusco el hilo que ha de conducirla, hilo á quien suponemos empapado y sumergido en el éter ambiente, estático.

Asimilado, en una primera aproximación, el flujo etéreo que avanza por el alambre al flujo formado por un líquido que corre por una cañería, es natural pensar que, por analogía, las porciones internas del flujo lleven mayor velocidad que las periféricas.

El modo de surgir las líneas de fuerza y de establecerse al propio tiempo la corriente en el alambre, debe ser análogo al que resultaría si hiciésemos penetrar bruscamente, á barrena, una vena líquida en un tubo agujereado, sumergido en un fluido suficientemente denso.

Mientras el fluido interno del tubo se ponía en movimiento, vencida su inercia y los razonamientos, cosa que exigiría algún tiempo, parte de la columna líquida derivaría por los agujeros laterales, casi tangencialmente sufriendo una incesante reflexión en el medio externo. Es claro que el movimiento de barrena lo seguirían realizando, desde luego, los filetes líquidos por fuera del tubo, así como también deberían realizarlo los chorros etéreos laterales que brotan por los poros superficiales del alambre, si ambas corrientes, la líquida y la eléctrica, tuvieran estructura en torzal, hecho éste con filamentos solenoidales, y arreglados los giros en torzal hecho éste con filamentos á la regla antedicha; en este supuesto, y por lo que hace á la corriente eléctrica, la línea de fuerza saldría ya directamente formada del seno de la corriente, y la formación del campo no sería otra cosa que la dispersión del torzal en sus solenoides, los cuales voltearían en el exterior según curvas espirales.

Mas sin necesidad de invocar en las corrientes, esta constitución en torzal, se viene á parar á igual resultado, por las siguientes consideraciones:

Supongamos que sea 0 (v. la fig. 1) uno de los poros superficiales, por el cual brota, casi tangencialmente, un chorro etéreo, venido del interior de la corriente, cuyo doble movimiento

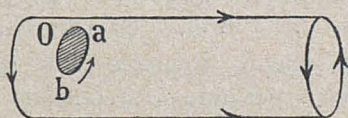


Fig. 1



de avance y de giro queda indicado por las flechas respectivas.

Claro es que las moléculas que brotan por la parte alta  $a$  del chorro elemental son más periféricas que las que brotan por la parte baja  $b$ , y por tanto éstas traen más velocidad que aquéllas.

Dada la solidaridad entre las diversas partes del chorro, resulta ya de aquí que la sección recta del mismo tenderá á girar en el sentido  $ba$  que indica la flecha pequeña. Todavía debe haber otra causa que concurra con la anterior á producir ese giro, y es, que al desarrollarse las espiras, volteando y avanzando, por ley de inercia, en el medio exterior, las espiras engendradas por el punto alto  $a$  alcanzarán mayor desarrollo que las engendradas por el punto bajo  $b$ , es decir, aquéllas rozarán con el medio ambiente más que éstas, y por tanto nacerá también por este motivo una diferencia de velocidades entre las espiras correspondientes á los puntos antedichos, que será de igual sentido que la antes indicada.

Ahora bien, á medida que las espiras son más amplias deben trasladarse con más lentitud en el sentido de la corriente, pues la resistencia que les ofrece el medio externo es mayor. De aquí que esas espiras habrán de retrasarse, y se dispondrán sobre una superficie cónica coaxial con el alambre. Además, el movimiento de volteo alrededor de éste debe también retardarse por la propia causa; esto equivale á admitir una fuerza de freno que repercutirá en el seno del alambre como un empuje, venido del exterior, que se corriese por la línea de fuerza. Cuando esta fuerza antagonista equilibre á la presión interna dentro del alambre se habrá llegado al límite de expansión del manguito.

Si reparamos en que la energía distribuida en una espira (prácticamente un anillo) de una espiral dada, es la misma energía que habrá de distribuirse, por ley de conservación, sobre las espiras resultantes de la transformación sucesiva de ella, esto es, sobre los anillos de radios  $r, r', r'', \dots$ , el vigor de la línea de fuerza en cada uno de estos anillos, ó sea la energía de su sección transversal, estará en razón inversa de  $r, r', r'', \dots$ , respectivamente, de acuerdo con lo que revela la experiencia.

Considerando ahora los sucesivos chorros etéreos, á lo largo y alrededor del alambre, se ve que, si bien cada chorro formará una espiral cónica (probablemente muy aplastada), el sistema de chorros, encajados unos en otros, formará un manguito cuya sección recta ofrecerá espiras, prácticamente circulares, como las que revela la experiencia. En cuanto al vigor del campo, atendiendo al de sus líneas de fuerza y al número de éstas, es claro que debe ser proporcional á la intensidad de la corriente.

Y dado que ésta avanza velozmente y el manguito permanece prácticamente estacionario (la experiencia no acusa ningún corrimiento la-



teral), las líneas de fuerza llegarán á cortarse, volteando sin embargo alrededor del hilo y tendiendo á ceñirle estrechamente.

Ahora bien, una vez creado el campo, la corriente debe suministrarle la energía que pueda necesitar para su conservación en régimen estable. Sin embargo, las notables propiedades de conservación de los torbellinos explican que el manguito persista, sin absorber casi energía de entretenimiento. La propia corriente puede animar el movimiento doblemente circulatorio de la línea de fuerza, cuando ésta, por una acción reactiva, ciña al alambre por su espira de menor radio, sufriendo entonces una pequeña impulsión longitudinal, que entretiene la torsión del solenoide y otro trasversal que entretiene el volteo. El campo, pues, de las corrientes será temblante ó palpitante.

Podemos pues afirmar, como cosa probable, que el establecimiento del campo de una corriente rectilínea, es un fenómeno equivalente al de la dispersión de un torzal de cierta rigidez, que avanzase girando, de suerte que los filamentos ejecutasen en el exterior volteos espirales alrededor del eje del torzal, y al propio tiempo movimientos solenoidales, según una ley única, que es la misma que relaciona el sentido del movimiento torsional del torzal con el de avance del mismo.

Apliquemos ahora estos resultados al caso del campo creado por una bobina.

Ya sabemos que la corriente rectilínea, al ser recurvada ó doblada, obliga á recurvarse ó doblarse á su campo, el cual se deforma por esta operación, concentrándose por el lado de la concavidad y extendiéndose con más holgura por el de la convexidad. Un resorte en hélice haría lo propio. Sabido es también que cada espira de corriente (asimilada á una corriente anular) produce un campo, equivalente al que crearía una hoja de acero de igual contorno que la espira, imanada trasversalmente, con uniformidad, de suerte que su cara norte cayese á la izquierda del observador de Ampère que mirase al interior de la espira.

Por esta substitución, se comprende que el campo de la bobina es igual al que crearía un cierto sistema de hojas magnéticas, juxtapuestas de igual modo que las espiras equivalentes. El campo de la bobina, resultaría del empalme de los campos individuales.

Más bueno será que nos fijemos en el modo de realizarse este empalme, atendiendo á que no se trata de hojas magnéticas, que son imaginarias, sino de espiras solenoidales.

Aunque indirectamente, hemos tratado no hace mucho de este punto en una nota dirigida á los *Anales de la Sociedad Española de Física*



y *Química*, y, refiriéndonos á ella, poco será lo que tendremos que agregar.

En efecto, cuando junto á una corriente, de forma y sentido arbitrarios, aparece otra corriente, de igual sentido y forma que la anterior, sobreviene el mutuo enlace y acaballamiento de sus campos, y, el poder retráctil de sus líneas de fuerza, tiende á fundir las corrientes en una sola.

Pero, en el caso de la bobina, ya no aparece una sola espira junto á otra dada, sino todo un sistema de ellas, devanadas ordenadamente sobre un carrete ó armazón.

Dicho se está, pues, que el enlace ó acaballamiento de campos debe comprender á todo el sistema, de suerte que, toda línea de fuerza que brota de un punto de una espira, entra en el torrente que forman las demás, en perfecta concordancia de volteos y giros torsionales con ellas.

Así, pues, en los intersticios que quedan entre las espiras de la bobina, no debemos ver sino las raíces de las líneas de fuerza nacidas en los puntos inmediatos, líneas que, sin voltear alrededor de ningún hilo en particular, entran directa y ordenadamente en el torrente general de fuerza.

Si este torrente de fuerza se conserva, para lo cual bastará que forme sistema cerrado y no ejerza en el trayecto trabajos especiales, la bobina apenas tendrá que destinar energía para la conservación de su campo, de igual modo que no tendrían que destinarla, en el propio caso, las espiras en particular.

En resumen, si todo lo anterior fuese cierto, vendríamos á parar á los dos resultados siguientes: 1.º, en toda corriente aislada, cualquiera que sea su forma, las líneas de fuerza emanadas de ella son organizaciones en torbellino cuyos movimientos de avance y torsionales obedecen á la misma regla que en la propia corriente; y 2.º, si esta corriente se devana formando una bobina, el campo que crea nó es otra cosa que la reunión, en un haz, de todas las líneas de fuerza que brotan en los diversos puntos del hilo devanado, haz que ciñe el sistema de espiras de modo parecido á como son ceñidos los elementos de una corriente curva por las líneas espirales de la misma.

Claro es, pues, que el campo de la bobina deberá consistir en líneas en torbellino, cuyos giros en el interior de la bobina son de igual sentido que en la propia corriente que la excita.



## VI

### Génesis de las corrientes de inducción

Uno de los fenómenos más atrayentes, y en cierto modo misteriosos, de la electricidad, es el desarrollo de las corrientes inducidas. Maxwell, invocando la doctrina de los torbellinos, y suponiendo al espacio constituido por elementos etéreos (*células*) que harían el papel de ruedas giratorias en los fenómenos de transmisión, y por gránulos ó corpúsculos de materia eléctrica, que harían el papel de piñones intercalados entre aquéllas, gracias á los cuales se transmitirían los giros de un cierto sentido de unas á otros, dió á entender que los fenómenos eléctricos de todas clases propagados por el espacio se podían explicar mecánicamente, y que además el mecanismo de transmisión necesitaba tiempo para propagar las acciones, al igual que requieren tiempo las demás transmisiones.

Sabido es que la antigua doctrina de las acciones á distancia, nacida de *virtudes* atribuídas á la materia, tales como las de atracción y repulsión, y aun tratándose de acciones eléctricas y magnéticas, la de inducción, daba por supuesto que los fenómenos de carácter atractivo ó repulsivo é inductivo se realizaban instantáneamente, á diferencia de los de transmisión de la luz y del calor que requieren tiempo; siquiera se efectúan con velocidades enormes.

Sabido es también cómo las orientaciones de Maxwell han sido brillantemente confirmadas más tarde por lo que hace á la unificación de los fenómenos ondulatorios rapidísimos y al mecanismo de su propagación. Pero, en lo que no se ha llegado á la apetecida unidad es en lo que toca á la génesis de todos los fenómenos físicos. En primer lugar, las acciones newtonianas siguen en el misterio, si bien se ha indicado por algunos que en el fondo pudieran ser eléctricas; y en segundo lugar, los físicos invocan hoy día, además del éter, las dos electricidades, positiva y negativa. Realmente, por lo que hace á los que se pudieran llamar los medios universales, la soñada unidad la tenemos actualmente convertida en trinidad.

Así pues, hablar hoy día en lenguaje puramente unitario, es cosa más rara que hace algunos años, cuando hubimos de escribir la tesis del doctorado, tratando de la interpretación de las acciones á distancia; entonces, las actuales doctrinas eléctricas no habían alcanzado el im-



pulso arrollador que hoy tienen, y nuestros humildes trabajos á base exclusiva del éter, nos parecían menos desprendidos que actualmente de las doctrinas reinantes.

Sin embargo, tenemos por cierto que la Naturaleza evoluciona según una ley que parece abarcar á las demás, y esta ley es de trasformación continua por procesos lógicos y sencillos.

Se ha dicho, con razón, que las explicaciones satisfactorias de la Física han de ser mecánicas, esto es, encerrando el *quantum* y el *modus*; y como este *modus* admite en general infinitas soluciones, se pretende deducir, por algunos, que lo esencial y práctico es fijarse en el *quantum*, sin pensar por ahora en el *modus*.

Si no hubiéramos visto en esa contienda, sobre cuál debe ser la tarea de los físicos, una especie de rivalidad entre una escuela latina y otra del norte, ó más bien, entre algunos de sus hombres eminentes, nuestra filiación dentro de la escuela de los mecanismos sería menos resuelta. Desentendiéndonos, pues, de tales supuestas rivalidades, pensamos que lo que necesitaba la Física para su progreso es, no solo hallar el *quantum* de los fenómenos, sino además darse cuenta de su proceso por las representaciones mecánicas más sencillas. Después de todo, el mecanismo es un todo lógico que no debe ser menos fecundo que la teoría puramente cuantitativa. Hay que encarnar la una en el otro.

Cortemos ya estos preliminares, y veamos si podemos aclarar y explicar de un modo sencillo el misterio del nacimiento de las corrientes inducidas.

Distinguiremos cuatro casos que pueden mirarse como típicos: 1.º, el de un hilo conductor neutro que siega un haz de líneas de fuerza, como pudiera hacerlo una hoz en un campo de trigo; 2.º, el de un anillo que

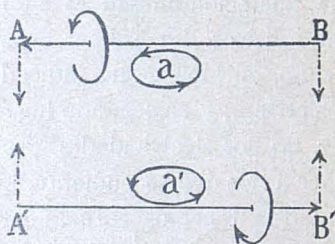


Fig. 2

realiza la misma operación moviéndose en su plano; 3.º, el de los alambres paralelos muy próximos, invadido uno de ellos por una corriente, y 4.º, el de un flujo magnético que incide sobre una superficie metálica.

*Primer caso.* Sea (fig. 2) el hilo neutro  $AB$ , que se mueve paralelamente al plano de la figura, según indican las

flechas de puntos. Supongamos además que brota de dicho plano un haz de líneas de fuerza, distribuidas uniformemente y todas ascendentes. La sección recta de las mismas es circular antes del abordaje del hilo, y el



sentido de su giro, según la regla tantas veces dada, el que indican las flechas  $a$  y  $a'$ .

En el acto del abordaje, la línea de fuerza resiste á ser cortada y se deforma; se aplasta, toma una sección elíptica, y además se recurva contorneando parcialmente al hilo  $AB$ .

El éter estático de éste será excitado por el torbellino de la línea de fuerza  $a$ . La excitación en el sentido del hilo la produce la circulación elíptica de la línea de fuerza, y la excitación transversal la provoca el movimiento ascendente ó descendente de la misma, movimiento que en este caso es ascendente. La doble excitación que recibirá el punto tocado del alambre será la que indican ambas flechas en  $AB$ . Se tiene, pues, una corriente, ó por lo menos una tensión, dirigida de  $B$  á  $A$ , con todos los caracteres de la circulación en torbellino.

Si el hilo partiese de la posición  $A'B'$ , moviéndose en sentido contrario al anterior, el haz sería abordado por el costado opuesto, y la corriente ó tensión engendrada, sería también opuesta, como indican las flechas de  $A'B'$ .

Es claro que la tensión total nacida en  $AB$ , en la unidad de tiempo, será la suma de las que produzcan en dicha unidad las líneas abordadas. Sea  $E$  esa tensión y  $N$  el número de estas líneas de fuerza, que supondremos idénticas; tendremos

$$E = kN,$$

siendo  $k$  un factor de proporcionalidad.

O también, si designamos por  $C$  la intensidad del campo magnético cortado, por  $l$  la longitud de  $AB$  y por  $v$  su velocidad de traslación,

$$E = k \cdot Clv.$$

Si ahora hiciésemos que girase el hilo el ángulo  $\alpha$ ; dentro del plano del movimiento anterior, al trasladarse según la trayectoria de antes ofrecería un frente reducido que valdría  $l \cos. \alpha$ ; de modo que, en un segundo

$$E' = k \cdot Clv \cdot \cos. \alpha.$$

En fin, si este hilo se remontara sobre el plano anterior de movimiento, sin dejar de ser paralelo á él, de suerte que su trayectoria y la anterior formasen el ángulo  $\beta$ ; tendríamos

$$E'' = k \cdot Clv \cos \alpha \cdot \cos \beta.$$

Cuando el hilo  $AB$  sea recorrido por una corriente, p. ej.  $I$ , enton-



ces el trabajo de segar el campo, de valor  $C$ , será mayor, puesto que la deformación de las líneas de fuerza de éste las producirá el manguito que envuelve á  $AB$ , manguito cuyo diámetro eficaz será proporcional á  $I$ , así como la deformación nacida en el abordaje, y por tanto el trabajo de segar el campo.

Ahora bien, este trabajo no puede ser otro que el de vencer las fuerzas antagonistas de Laplace; que nacen entre la corriente rectilínea  $I$ , de longitud  $l$ , y el campo abordable  $C$  (1).

Para evaluar este trabajo, consideremos nuevamente el primero de los movimientos anteriores. Sea  $T$  el trabajo necesario, por segundo, para llevar el alambre y su manguito de fuerza á través del campo  $C$ , de modo que realice la siega máxima. El manguito se aplastará y serán más difíciles sus movimientos. A su vez, las líneas de fuerza espirales, aplastadas sobre el alambre, dificultarán la corriente y parecerá que ésta sufre una contra-tensión. En efecto, si suprimiéramos el campo  $C$  veríamos crecer la corriente.

Sea  $E_1$  la *f. e. m.* de la pila que suministra la corriente  $I$ , y  $R$  la resistencia total del circuito. La energía calorífica que aparece en éste, valdrá  $RI^2$ , según sabemos. Aplicando el principio de conservación de la energía, tendremos:

Energía de la pila generatriz en un segundo  $= E_1 I$

Id. gastadas en el circuito en forma de calor, en id.  $= RI^2$

Id. gastada por el trabajo de segar el haz, en id.  $= T$ .

$$\text{Luego} \quad E_1 I = RI^2 + T.$$

Para deducir ahora  $T$ , notemos que la fuerza antagonista de Laplace vale en el aire, para este caso,  $ClI$ , y obra como una resistencia al movimiento; así pues,

$$T = ClIv = I \cdot Clv;$$

es decir,  $T$  es igual al producto por  $I$  del flujo de fuerza cortado por el alambre en un segundo. Llamemos á este flujo  $\mathfrak{F}$ ; entonces

$$E_1 I = RI^2 + I\mathfrak{F}$$

y dividiendo por  $I$  y despejando

$$I = \frac{E_1 - \mathfrak{F}}{R};$$

---

(1) Se trató de estas acciones en el núm. 46 de los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*.



ó sea, la *f. e. m.* antagonista ( $-\mathfrak{F}$ ) vale tanto como el flujo de fuerza cortado por el alambre en un segundo. Esta *f. e. m.* antagonista irá mermando á  $I$  á medida que crezca  $\mathfrak{F}$ , y no solamente podrá anular á  $I$  sino también invertirla, arrollando la *f. e. m.* de la pila generatriz.

*Segundo caso.* Sea todavía un campo dispuesto como en el caso anterior, si bien teniendo distribuídas sus líneas de fuerza con densidad variable. Supongamos un anillo metálico neutro  $AB$  (fig. 3) que se pasea por ese campo, de modo que el plano del anillo corte ortogonalmente las líneas de fuerza.

Dos de estas líneas  $a$  y  $b$ , abordadas por el anillo, la una exterior y la otra interior á él, se ve que producen en el anillo tensiones antagonistas. Por lo tanto, si el anillo se moviera con uniformidad en un campo uniforme, serían tantas las líneas entrantes como las salientes (despreciamos alguna perturbación que podría resultar de las grandes velocidades y de la forma irregular del anillo). Y como cada pareja de líneas, entrante la una y saliente la otra, producen tensiones antagónicas de igual valor, el anillo no sería recorrido por ninguna corriente. Es menester, para esto, que el número de líneas entrantes sea distinto del de las salientes: entonces habrá una corriente en el anillo, cuya *f. e. m.* vendrá evaluada por la diferencia de los flujos cortados en un segundo dentro del anillo (líneas de la clase  $b$ ) y fuera de él (líneas de la clase  $a$ ).

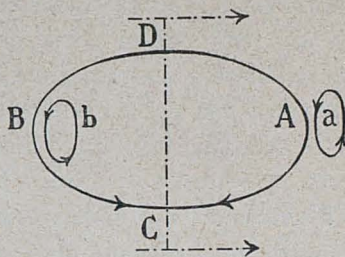


Fig. 3

Llamando á esos flujos  $\mathfrak{F}_a$  y  $\mathfrak{F}_b$  tendremos

$$f. e. m. \text{ inducida en el anillo } AB = \mathfrak{F}_a - \mathfrak{F}_b.$$

Si el flujo mayor es el  $\mathfrak{F}_a$ , la corriente irá de  $A$  á  $B$  por  $C$ . Lo contrario sucederá si  $\mathfrak{F}_b > \mathfrak{F}_a$ .

Hemos dado por supuesto que el abordaje de las líneas tiene lugar del mismo modo en todos los puntos del anillo, cosa que no es cierta; pues, mientras unos elementos caminan de frente, realizando la siega máxima, otros marchan ladeados, ofreciendo un frente reducido, y los hay, en fin, que no siegan líneas. Pero, considerando en el anillo la línea divisoria  $CD$ , normal á la dirección del movimiento y al campo, de suerte que ambas mitades de anillo se proyecten exactamente sobre  $CD$  y dentro de este segmento, se ve que el frente eficaz de ambas mitades es el segmento  $CD$ , y que la siega realizada por cada elemento de anillo es la misma que ejecutaría su proyección sobre  $CD$ .



Los resultados anteriores seguirían aplicándose aunque el plano del anillo fuese oblicuo al campo.

*Tercer caso.* Sean ahora dos alambres paralelos muy próximos, proyectados en *A* y *B* (figuras 4 y 5). Supongamos que *A* conduce una corriente vertical ascendente, y veamos lo que debe ocurrir cuando nazca ó cese ésta.

Si la corriente nace, surgen de su seno las líneas de fuerza espirales consabidas y al cobrar desarrollo suficiente, abordan al hilo neutro *B* (fig. 4). Este hilo se porta de momento como un obstáculo y la espira se deforma, contorneando al hilo *B*. Se ve que el éter de este hilo debe sufrir una doble excitación, y por parte de las líneas deformadas que le abordan, resultando una circulación, ó á lo menos una tensión etérea, de sentidos opuestos á la que se establece en *A*. Se expresa este hecho diciendo que toda corriente que nace excita en un hilo neutro inmediato una corriente de sentido contrario á la primera.

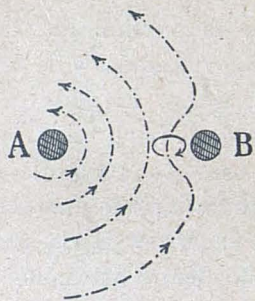


Fig. 4

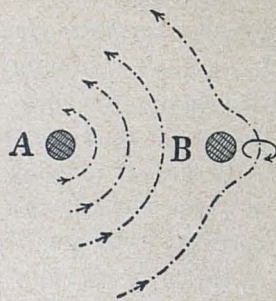


Fig. 5

Si la corriente muere en *A*, al replegarse sobre ella su manguito de fuerza, devolviendo la energía que necesitó para surgir de *A* y prolongando un instante la vida de esa corriente, el abordaje del hilo *B* tendrá lugar por el otro costado (fig. 5), viéndose que se excitan sobre *B* movimientos etéreos como los existentes en *A*. Se traduce este hecho, diciendo que toda corriente que muere excita en un hilo conductor inmediato una tensión ó una corriente de igual sentido que la inductora.

Respecto á la *f. e. m.* inducida en el alambre *B*, suponiendo que en toda su longitud ocurran las cosas del mismo modo, se echa de ver que el flujo cortado será proporcional á esa longitud. Todas las líneas que abordan á *B* sumarán sus efectos concordantes é idénticos y crearán la *f. e. m.* inducida, que á su vez, propagándose cual un resorte que se extiende, constituirá la corriente.

Los actos de inducción de corrientes sólo tienen lugar cuando hay



abordaje, es decir, una velocidad relativa entre los hilos y las líneas de fuerza. Si las dimensiones del manguito varían, á causa de haber cambios en la corriente, el hilo neutro inmediato sufrirá la correspondiente inducción.

Si bien del brusco encuentro de una línea de fuerza magnética que camina por el aire (camino relativamente fácil) con una masa metálica de distinto poder conductor (el cobre lo tiene mucho menor que el aire) nace una especie de rebote de la línea de fuerza, y una deformación consiguiente, en cuanto cesa el movimiento relativo, la línea invade la masa metálica y continúa su doble circulación á través de ésta. Fácil es ver que, cuando esto sucede, la masa metálica queda pasiva, y no deberá manifestarse en ella ninguna corriente.

*Cuarto caso.* Sea, finalmente, un pincel de fuerza que viene á estrellarse contra una superficie metálica. La figura 6, referente al caso, muestra cómo las excitaciones que provocan las líneas reflejadas *A*, *B*, *C*, *D* . . . . en los puntos de rebote *a*, *b*, *c*, *d* . . . . concurren á formar la corriente superficial *a*, *b*, *c*, *d* . . . . , que se cierra sobre sí misma.

Si el choque es brusco, la superficie metálica desvía las líneas de fuerza, y queda así resguardado de su acción el espacio posterior, inmediato á la superficie. Se dice que ésta constituye una *pantalla magnética*. Su eficacia

es, tanto mayor, cuanto mejor conductora sea de las corrientes y más repentino sea el abordaje.

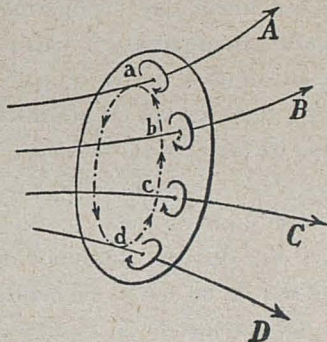


Fig. 6

Atendiendo á la corriente cerrada *a b c d* . . . . *a*, inducida en el casquete metálico, se notará que si la asimilamos á una hoja magnética, su lado izquierdo (el del observador de Ampère) representará la cara norte, la cual hace frente al polo de igual nombre de donde viene el pincel que se acerca ó nace. El campo propio de esta corriente cerrada, debe tender á flexionar más las líneas del pincel, de suerte que éste sufrirá dos acciones superpuestas: 1.<sup>a</sup>, la del choque brusco contra la superficie, que obra momentáneamente como una resistencia, y 2.<sup>a</sup>, la del manguito, mejor dicho manguitos, que á manera de coronas surgen de la superficie metálica, y que tienden á rechazar al pincel.

Considerando las corrientes inducidas, (cuyas propiedades son exactamente iguales á las de las corrientes ordinarias) y los campos induc-



tores, provistas aquéllas de los manguitos correspondientes de fuerza, se echa de ver que nacen acciones mecánicas que tienden á rechazar al sistema móvil; á esta conclusión llegó Lenz hace bastantes años, según es sabido.

## VII

### Génesis de los imanes

Cerraremos, por ahora, esta serie de notas, tratando de la génesis de los imanes.

En otra ocasión, hablando del trabajo de formación de éstos (1), hemos dicho que su creación partiendo de barras de acero, de temple duro, no era otra cosa que su trasformación en depósitos de líneas de fuerza, líneas que suponíamos existentes en un campo (el imanador) en donde sumergíamos la barra de acero. Estas líneas, que primeramente penetran en el acero, no solo con facilidad sino con avidez, se muestran al fin refractarias en grado creciente á penetrar en él. El fenómeno, mirado de este modo, se parece al de introducir en un depósito resistente cantidades crecientes de gas.

Sin embargo, este paralelo aparente entre dos fenómenos de naturaleza tan distinta, hubimos de seguirlo nada más porque nos permitió deducir de un modo elemental la representación y evaluación geométrica del trabajo de la imantación.

Realmente, para nosotros no es el imán, precisamente, el depósito de líneas de fuerza de que antes se habla, sino más bien el creador de ellas; es, pues, un generador de fuerza, que tiene por característica el poderse conservar activo durante muchos años. Sabido es que esta actividad depende, entre otras cosas, de la temperatura; y que los metales magnéticos, calentados suficientemente, no son susceptibles de imantación.

Hace muchos años que Wiedemann descubrió curiosas relaciones entre las deformaciones elásticas de los sólidos, particularmente la torsión, y el fenómeno de la imantación. Así, ambas clases de fenómenos muestran la histeresis, ó sea el retardo con que se presenta el efecto debido á una acción dada. Unos y otros efectos son temporales y permanentes, siendo estos últimos el término de la evolución de aquéllos, cuando desaparece la causa-agente, efectos que se logra suprimir me-

---

(1) V. el núm. 56 de los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*.



dianete una elevación suficiente de temperatura. En fin, en ambas clases de fenómenos se puede hacer describir á los cuerpos respectivos ciclos muy parecidos.

Teniendo presentes estas relaciones, tan sugestivas, vamos á ver si podemos penetrar en lo íntimo de este generador especial.

Ante todo, sabemos que las barras de acero que se imanán están formadas por sistemas heterogéneos de moléculas, íntimamente compenetrados y unidos entre sí por lazos moleculares y quizás atómicos. Uno de los sistemas lo forman las moléculas de hierro, que preponderan en la masa, y son al principio muy ávidas de las líneas de fuerza, ó si se quiere, muy conductoras de las mismas. Otro de los sistemas, que interviene en exiguo tanto por ciento, lo forman las moléculas de carbono, al cual puede mirarse asociado otro ú otros, todavía más exíguos, formados por moléculas de silicio y de boro, así como también, siendo éstos todavía más raros, de algunos metales, magnéticos ó no, como el manganeso, cromo, níquel, cobre, etc.

Dado el especial poder conductor de las moléculas de hierro y sus similares, si existen, y la especial estructura que asignamos á la línea de fuerza, es natural pensar que ésta camina en el interior del imán llevando engullido un filamento de materia magnética, quedando al exterior del torbellino los átomos y moléculas de los sistemas menos magnéticos que están unidos al filamento por lazos moleculares y atómicos.

Se parece este caso al que nos ofrecen las cubas electrolíticas invadidas por la corriente eléctrica; cada filamento de corriente es un torbellino provisto de su manguito elemental de fuerza, en cuyo eje debe alojarse, sirviendo de puente de paso, un filamento formado por los átomos metálicos de las moléculas electrolíticas que fortuitamente estaban alineadas en la cuba, según la línea de corriente.

En uno y otro caso, el torbellino que lleva engullido el filamento tiende á torcer y arrastrar á éste, haciendo de freno el sistema de átomos y moléculas que han quedado al exterior (1).

Pero, si bien en estos dos fenómenos creemos que existe de común lo que acabamos de indicar, en cambio son muy distintas las circunstancias de las masas totales sometidas á la acción de los respectivos agentes.

En las masas de acero, particularmente las de temple duro, debemos distinguir, la capa superficial del acero, que se porta como una membrana de gran elasticidad, enormemente tensa, y la masa interna, tam-

---

(1) Véase nuestra nota sobre la Electrólisis, publicada en la *Revista de la R. Academia de Ciencias de Madrid*, en el tomo II, núm. 3 (1905).



bién muy elástica, que está comprimida fuertemente por la membrana.

Cuando un flujo intenso de líneas de fuerza hiere bruscamente la superficie del acero, debe sufrir ésta una conmoción. Cada una de las líneas de fuerza entrantes en el acero debe perforar su superficie, á barrena, produciendo un orificio suficiente para su entrada.

La reacción superficial que sobreviene, corta, ó por lo menos estrangula, la línea de fuerza, un instante después de la incidencia del flujo. Pero, entre tanto, éste ha tenido tiempo de correr á través de la masa de acero, perforando la superficie en la región de salida.

Quiere decirse, pues, que en un instante dado, los orificios en las regiones de entrada y de salida están, los de la una en período de dilatación y los de la otra en período de contracción. Además, los filamentos de hierro recorridos por las líneas de fuerza excitatrices, y engullidos por éstas, sufren efectos torsionales, con períodos que están de acuerdo con los de dilatación y retracción de la capa superficial.

La trasformación progresiva del acero en imán, no sería otra cosa que el hacer entrar en juego cada vez mayor número de filamentos, sometiéndolos las líneas excitatrices encargadas de ello á los efectos torsionales acabados de indicar.

Una vez retirado el acero del campo imanador, transformado aquél en imán, cada uno de estos filamentos, que es ya un generador elemental, se porta del siguiente modo: En la fase de distensión del orificio de entrada, por donde asoma la cabeza del filamento, penetra por ese orificio una pequeña cantidad del éter externo, y ocurre esto á virtud de la diferencia de presiones etéreas que provocó el corrimiento de la masa de éter anteriormente absorbida, la cual brotó finalmente por el orificio situado en el extremo posterior del filamento. Una vez absorbida esa pequeña masa de éter, se cierra el orificio de entrada, como si fuera una válvula retráctil, y el éter que acaba de entrar, adquiere al instante la organización en torbellino, y es expulsado á lo largo del filamento, que se porta como un cable por el que se corre rápidamente una torsión; cuando el movimiento torsional alcanza su mayor rapidez en el extremo posterior del filamento y el orificio de salida ofrece su mayor abertura y el chorro etéreo alcanza su mayor intensidad, el orificio de entrada acaba de cerrarse y nace el enrarecimiento etéreo alrededor de la parte anterior del filamento; terminada la expulsión etérea, se cierra el orificio de escape, y en este instante es cuando penetra el éter con mayor ímpetu por el orificio anterior, que es entonces máximo, como es máximo también el movimiento torsional en la cabeza del filamento.

Gracias, pues, á este régimen mecánico tan sencillo, puede lograrse



el brote de un torbellino, que se parecerá á una vena líquida rápidamente giratoria, provista de vientres y nodos. Este brote en vientres y nodos ó en concameraciones, si bien de giros inversos de una concameración á otra, hubimos de deducirla al tratar, en la segunda de estas notas, de la emisión de fuerza de los cuerpos electrizados por frotamiento; mas, ahora los giros á lo largo de la línea magnética deben ser todos de igual signo.

En fin, si los chorros etéreos que brotan del imán los conducimos por un sistema de filamentos conductores externos, que se presten á adquirir con facilidad el mismo movimiento torsional rítmico que hay en el interior del imán y á conservarlo con pequeño gasto de energía, y en fin, si doblamos ó recurvamos estos filamentos externos hasta venir á parar á los orificios de entrada en el imán, describiendo trayectorias suficientemente pequeñas, estaremos en circunstancias especialmente favorables para conservar el poder generador de éste; á esta conservación contribuirán los tres factores siguientes: 1.º, la gran elasticidad del acero, que permite que se prolongue largos tiempos el juego de acciones elásticas acabado de indicar; 2.º, la notable propiedad que tienen los torbellinos etéreos, (en este caso cerrados) para conservarse; y 3.º, el haberles procurado un camino particularmente expedito y corto.

Esto no quita para que los movimientos torsionales de que hablamos, puedan exacerbarse ó amortiguarse y aun desbaratarse por diversas causas, como son, las térmicas, eléctricas y aún las mecánicas.

DEMETRIO ESPURZ.

Oviedo, Julio de 1909.

---



## La Astronomía en España

---

### II.—MADRID.

#### El observatorio

Penetramos en un amplio jardín cuya verja circunda constelación de hombres y cosas singulares. Son ellos por oficio los descendientes de aquellos astrólogos de la Universidad salmantina, de *Roma la Chica*; pero han modificado adaptándolos al moderno progreso, los medios y los fines con que desentrañan los misterios de la creación y leen en los libros maravillosos de lo porvenir.

No visten ya la amplia túnica azul y el gorro cuajado de estrellas de los pretéritos y olvidados magos, exorcizadores y zahoríes, ni empuñan la varita mágica de los nigromantes, ni en la aparición de los cometas presagian guerras y pestes. Son hombres á la moderna.

Su silogismo categórico es la ecuación y el experimento, su investigación la verdad, su fin buscar el orden en la armonía de los mundos y el destino de la humanidad sobre el planeta. Desterraron el sofisma para dar paso á la razón triunfante.

No son huraños y misteriosos, sino sencillos y afables.

En la penumbra dulce de una noche agostiza, una rampa nos guía hacia la silueta del edificio coronado por bóveda semejante á la misma bóveda celeste. Una luz roja cual lucero de sangre se proyecta aparentemente en la lejanía del horizonte.

¿Qué astro singular es ése?, preguntamos con candidez.

—Es la luz del laboratorio fotográfico,—nos dice el sereno del observatorio.

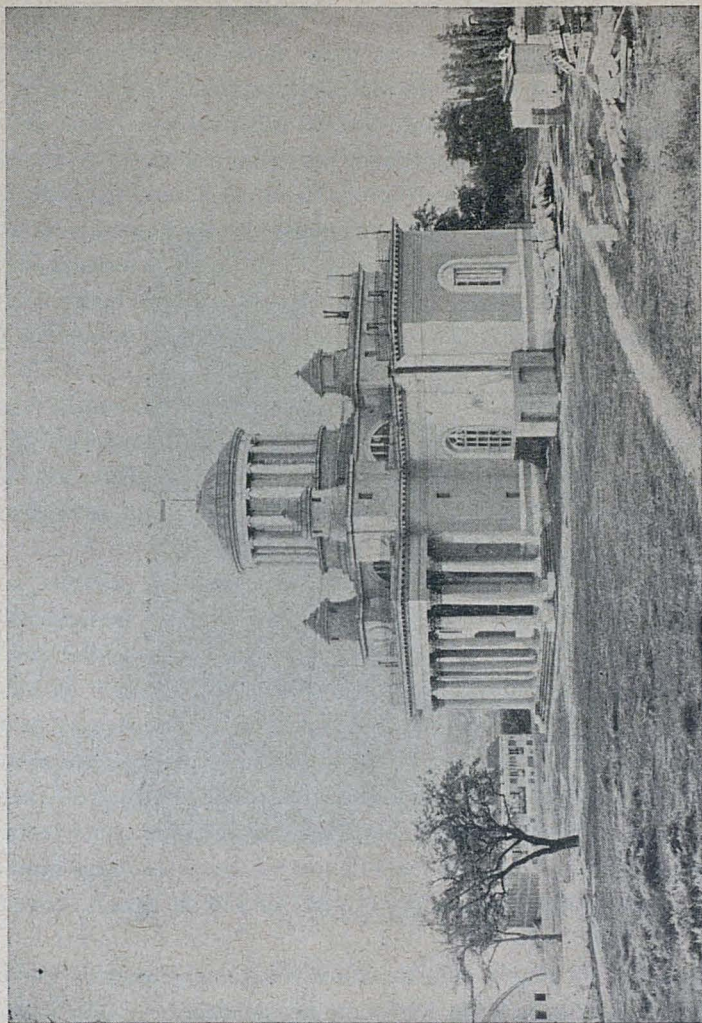
Porque en el observatorio hay *sereno*.

No es que avizore los desmanes del gigante Orión, ni trate de poner paz en las luchas del Olimpo celeste donde reinan con soberana majestad Júpiter, Venus, Saturno, Neptuno..... Andrómeda, Perseo..... Cástor y Pólux.....

Es que el cielo necesita ser consultado con frecuencia y la aparición de un bólido que inopinadamente rasga el espacio, la tormenta próxima



ó la serenidad de la noche que sucede á un tiempo poco propicio para la observación, puede requerir la presencia inmediata de los observadores quienes allí mismo tienen el lugar de su cotidiano reposo.



Pabellón antiguo del Observatorio astronómico de Madrid

Penetramos en el recinto hacia donde la misteriosa luz rojiza nos guiaba y escalamos la torre de la ecuatorial fotográfica; una de esas torres modernas, no de quietas agujas de campanario para enfilear sólo el zenit, sino estas otras cuyos anteojos giratorios y escrutadores se dirigen á toda la región de lo creado.

Al cerrar el sector de entrada á la cúpula y abrir en ella el boquete



por donde el refractor interroga al espacio con su gran objetivo cual gigante pupila, parécenos haber abandonado momentáneamente el sabor acre de las miserias vividas que se albergan allá en la silueta de la poblada urbe, corte de España, y gustar el ascenso hacia la placidez de las regiones estelares.

Percíbese en la parte visible un trozo de Vía-láctea que en aquellas fecha y hora fracciona la bóveda zafir del firmamento como cinturón de copiosos diamantes. Hacia uno de esos puntos tiene enfilado el refractor el jefe del Observatorio quien persigue fotografiar el espectro, por el cual venga en conocimiento de la estructura de aquel mundo parpadeante en el océano del éter, y de las transformaciones que en su seno y su atmósfera probable realicen las masas y las fuerzas cósmicas misteriosamente dispuestas en las leyes de la gravitación universal, para producir en el tiempo los fenómenos perseguidos por los hombres en su insaciable deseo de descifrar lo creado.

Todo el aparato gira suave y rítmicamente, isócrono con la máquina de los cielos: la placa donde han de acusarse tantos misterios necesita algún tiempo para quedar impreso el complicado logogrifo enviado por el astrò con las palpitaciones que en tiempos lejanos agitaron el éter y hoy llegan á nosotros inmaculadas.

Aprovechamos esta espera para gozar en la terraza próxima, á cielo abierto, de la dulzura de la noche, del espectáculo del firmamento, sublime cual ninguno, y sobre todos excitador de la curiosidad científica ó anhelo filosófico por desentrañar la finalidad del hombre, la relación de su pobre morada con otros mundos similares, y la existencia probable de otros seres que nazcan también, amen, sufran y mueran como nosotros.

Discurrimos sobre los procedimientos para fijar la altura de aparición y desaparición, la trayectoria, la velocidad y la masa de aquel punto brillante que al desprenderse al parecer de una constelación, deja momentáneamente blanquísima estela sobre el puro azul de la serena bóveda estrellada.

Yo el neófito, escucho al maestro con la veneración merecida por quien sembró en mí el culto hacia la Astronomía, y acatando sus enseñanzas sobre lo que está legislado por el supremo tribunal de los Newton, Lagrange, Laplace, Leverrier, Faye y Poincaré, siento la nostalgia de la duda cuando el corazón y el sentimiento pierden la fe y abrazan la razón, que á la vanguardia tremola su generosa enseña.....

Es el Sr. D. Francisco Iñiguez, director, hombre cultísimo y afable. Lleváronle al Observatorio astronómico y meteorológico de Madrid su propio saber y la labor realizada en la cátedra de Astronomía teórico-prác-



tica de la Facultad de Ciencias en la Universidad Central, desde que por el procedimiento más honroso fué designado para su desempeño hace 22 años.

Sucedió el Sr. Iñíguez á uno de los españoles mayores contribuyentes en la cultura científica de España durante la última mitad del pasado siglo, á D. Miguel Merino.

Fué Merino además de matemático y astrónomo, poeta en la más alta acepción de la palabra; no porque fuera como dijo Clarín de los modernos vates esclavos de la rima, que no cultivó, sino porque entre la misteriosa



D. Juan de Villanueva, arquitecto que proyectó el pabellón antiguo.

urdimbre del cálculo analítico donde caen dominadas las leyes de la Naturaleza sabía tejer flores de excelso artista elevando el ánimo del lector á las regiones del sentimiento en alas de una prosa cincelada por magno artífice de la escultura literaria.

Quien desee saborear la refinada labor del Sr. Merino consulte el Anuario de la Academia de Ciencias, y por la relación que en el correspondiente al año 1906 se hace de sus obras juzgará de la cultura compleja de aquel espíritu superior.

Fué palenque de sus trabajos especialmente el «Anuario del Observa-



torio de Madrid» cuya publicación iniciada en 1860, fué interrumpida después por algunos años y con superior acuerdo y éxito reanudada por el Sr. Iñíguez en 1907.

Caso singular es que vigorosa aún la inteligencia del sabio comentador del «Método de Graffe para la resolución numérica de ecuaciones de grados superiores» se alejase de la dirección del Observatorio. Iniciábase entonces por decreto celeste,—pues en próxima fecha habrían de cubrir casi por completo el suelo de la Península ibérica con sus sombras y penumbras dos notables eclipses de Sol, el de 28 de mayo de 1900 y el de 30 de Agosto de 1905—un resurgimiento de los estudios astronómicos y un acentuado amor popular hacia la observación de los cielos. Quizá hubo de parecerle al Sr. Merino, si no carga superior á sus fuerzas colosales, empresa comprometida la de ofrecer dignamente presentado á las miradas ajenas aquel antiguo observatorio, tan cuidadosamente atendido por su amoroso celo como desprovisto de toda protección patria.

No es cobarde ni es traidor el guerrero que ante la certeza de la derrota depone sus armas oxidadas, y lamenta la inutilidad de su futura táctica por incuria de quienes debieron apercibirle de poderosas armas de combate, que á haberlas tenido triunfante habría vuelto, como supo hacerlo después de izar la enseña patria de la Astronomía en las elevadas cumbres de Mulhacen y de Tetica mientras se realizaba el glorioso enlace de la triangulación española con la argelina.

En vísperas de tales empresas llegó el Sr. Iñíguez al campamento desprovisto de general. Recia fué también la pelea y glorioso el triunfo compartido con el bizarro ejército que acaudillaba.

En Plasencia y Burgos triunfó Iñíguez con sus huestes, como antes Merino había triunfado en Tetica y en Mulhacen junto al general Ibáñez.

\*  
\* \*

Entró el Sr. Iñíguez en el Observatorio de Madrid, repleto de altos conocimientos y henchida el alma del bienestar que avivaban de continuo los cariños de una familia amante, pronto rota por su más íntimo é intenso lazo. Buscó entonces su corazón dolorido junto al culto de Dios y el amor de sus hijos, á que siempre tuvo predilección, una religión nueva y un nuevo templo: por templo eligió el Observatorio y por religión complementaria la Astronomía.

Así, laborando incesantemente durante 10 años ha convertido lo que fué observatorio embrionario en complejo arsenal apropiado á las necesidades modernas para investigar cuanto hoy la ciencia persigue acerca de los misterios de la bóveda estrellada.



Para seguir la marcha entre lo que fué y lo que el Sr. Iñíguez quiere que sea el primer observatorio de España, seguiremos su desarrollo en el orden cronológico.

Se dice en el Anuario correspondiente al año 1860, y comentamos:

La idea de establecer en Madrid un Observatorio astronómico fué sugerida por el célebre D. Jorge Juan al Rey Carlos III, quien ilustrado protector de las Ciencias, la acogió con ardor mandando que el arquitecto D. Juan de Villanueva le presentare los planos del edificio, y enviando



D. Jorge Juan, iniciador del Observatorio  
astronómico de Madrid.

pensionado al extranjero para que se perfeccionase en la Astronomía al matemático D. Salvador Jiménez Coronado, individuo de las Escuelas Pías. Villanueva no hizo nada y Coronado se estuvo en París, después de haber visitado los principales Observatorios de Europa.

Subió al trono Carlos IV, y en 1789, siendo todavía Ministro el Conde de Floridablanca, tratóse de llevar á cabo el olvidado proyecto, dándose orden al escolapio de regresar á Madrid y señalándole para edificar el Observatorio un sitio en el Buen Retiro, próximo á la ermita de San Blas, donde á la sazón existía un polvorín.



El arquitecto prefirió no obstante el solar de la misma ermita que fué derribada.....

La obra del Observatorio se principió en 1790; en el mismo año se inauguró la enseñanza de la Astronomía, y con este fin se concedió á Jiménez Coronado habitación en un edificio próximo. La enseñanza produjo buenos resultados y á cada uno de los seis discípulos que más sobresalieron se les señaló 4 reales diarios, para continuar sus estudios.

Al propio tiempo se trajeron de Londres algunos instrumentos, y al instrumentista Mr. Mequié del Observatorio de París. Se pensionaron para Londres dos acreditados artistas D. Carlos Rodríguez y D. Amado Fernández, quienes á su vuelta dieron gran impulso á la instrumentación formando en ella aventajados discípulos; éstos á su vez aprendían los principios de las Matemáticas en la clase de D. José Radón, ex-alumno premiado en la Escuela de Astronomía.

Otro discípulo de la misma Escuela, D. José Gariga, se encargó de un curso de *Meteorología* y empezó á publicar una obra sobre esta ciencia, dando posteriormente á luz un tratado de Uranografía.

D. Modesto Rodríguez y D. José Ramón de Ibarra explicaron Astronomía física y geométrica respectivamente y otros talentos reclutados de varios Cuerpos facultativos, cual D. Pedro Alonso de Salanova y D. José Chaix, contribuyeron á la prosperidad é importancia de la Escuela.

Se pensó entonces en acometer la empresa de la carta geodésica de España y se creó con tal fin en 1796 el Real *Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos* del Estado: constaba este Cuerpo de un Director y varios Capitanes, Tenientes, Subtenientes, Cadetes y una compañía de soldados robustos á quienes se dió instrucción acomodada á las funciones que se les había de encomendar.

El Observatorio á la vez quedó constituido en la forma siguiente;

Un Director, D. Salvador Jiménez Coronado. Varios profesores de número, sustitutos y aspirantes, á cuyo cargo corría la enseñanza de Astronomía física, Astronomía sintética, Astronomía práctica y de aplicación á las cartas geográficas, Cálculo infinitesimal y Mecánica, Meteorología, Trigonometría, Optica, Geografía y Calendario.

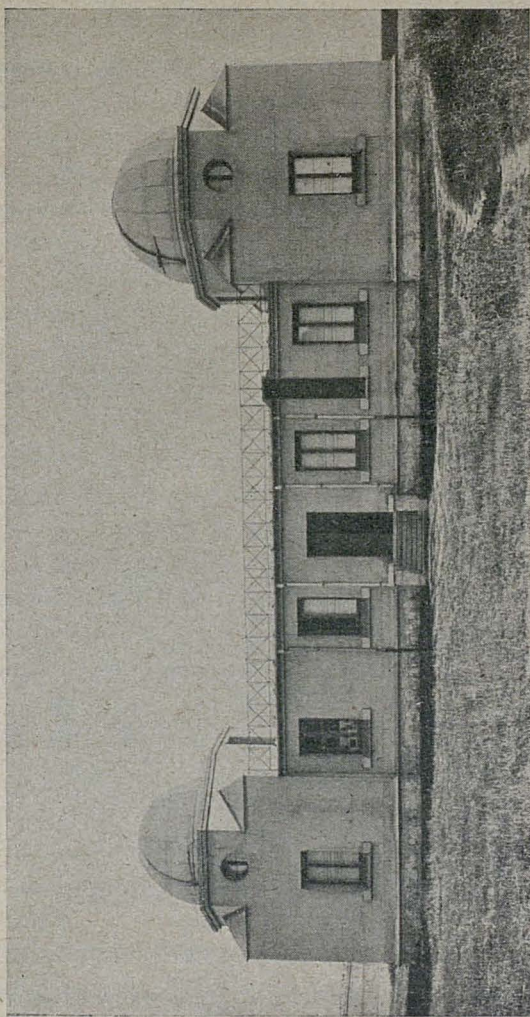
El sueldo del Director era 15.000 reales y 11.000 los de los profesores de número; los aspirantes percibían 8 reales diarios.

Es dato curioso digno de emulación, el que se recaudasen fondos cuantiosos de la publicación del Almanaque, cuya redacción de tiempo inmemorial estaba encomendada á un Profesor de la Universidad de Salamanca, siendo su venta uno de los arbitrios del Consejo de Castilla. Jiménez Coronado obtuvo autorización para arrendar en provecho del



Observatorio la impresión y venta del calendario obteniéndose por este concepto un ingreso líquido de 6.000 duros.

Finalizaba el siglo sin que la enseñanza de la Astronomía se viese completada con el estudio práctico de los movimientos celestes. Ansioso Jiménez de realizar esta misión propuso la construcción de un Observa-



Pabellón nuevo del Observatorio, fundado por D. Francisco Iñiguez.

torio provisional que fué llevada á efecto en el altillo llamado de San Pablo en el Retiro, adquiriéndose por el momento un telescopio Herschell de 25 pies que en 1804 se hallaba en disposición de funcionar, coincidiendo



do con esta fecha la nueva organización del Observatorio según Real orden de 31 de Agosto.

En la nueva organización del Observatorio se consignaba principalmente reducir los estudios á cuanto con la Astronomía y Meteorología estuviere directamente relacionado, debiéndose publicar una revista mensual donde quedasen registrados los trabajos y observaciones y cuantas noticias fuesen de interés para el progreso de la Ciencia.

Se nombraba profesor al Sr. Coronado; profesores de Astronomía á D. José Miguel de la Tasa, D. José Chaix y D. Modesto Gutiérrez; ayudantes los Sres. Carbonell, Cantolla y encargados del gran telescopio á don José Ramón de Ibarra y los Sres. Martínez y Colmenares.

Como todo ello acontecía promediando el año 1804, los proyectos fueron infecundos con motivo de la guerra de la Independencia, cuyos *héroes* arrasaron cuanto la perseverancia y el trabajo habían logrado acumular con no escasos sacrificios por parte de todos.

Los franceses entraron en el Retiro, se alojaron en las dependencias del Observatorio y lo que debió ser templo de la Ciencia más sublime y espiritual, convirtiéndose en campo donde la soldadesca sació sus brutales instintos.

Después, restablecido ya el Gobierno legítimo, se pensó por lo pronto en recoger lo que por azar hubiera quedado libre de las iras de las huestes invasoras, coleccionándolo en el edificio de estudios de San Isidro. Los escasos libros é instrumentos que pudieron recogerse, actualmente los conserva el Observatorio de Madrid, si no por su utilidad, cuidadosamente ordenados bajo la rotonda central del edificio como reliquia imperecedera y amoroso recuerdo de quienes tan gallardas muestras dieron de amor á la Ciencia y á la Patria.

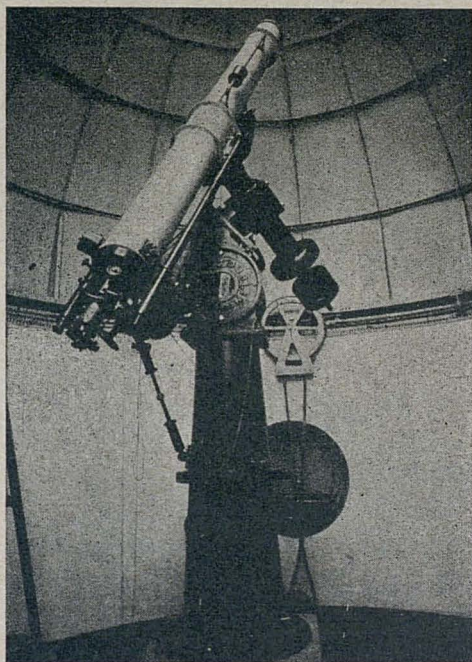
El famoso telescopio pudo ser testigo mudo de aquellas villanías en su peregrinación hasta llegar sus restos al Observatorio de Madrid, para figurar en su museo histórico junto á fragmentos de otros aparatos que debieron de ser propiedad particular de Godoy y del hermano de Fernando VII, el infante D. Sebastián, quienes mostraron siempre particular predilección por la Ciencia astronómica.

El Sr. Coronado había muerto en 1812 dedicando sus últimos y apesadumbrados años á la política; sus compañeros dispersáronse, volviendo casi todos á las filas del ejército de donde provenían y hasta 1845, fecha que coincide con la reforma general de Instrucción Pública y con el marcado celo que D. José Pidal, el primer marqués de Pidal, mostró por el resurgimiento del Observatorio, aquella obra de cultura patria iniciada por quien en unión de Antonio Ulloa tan alto había puesto



el nombre de España sobre los picos de la cordillera de los Andes al efectuarse la primera y grandiosa medición del planeta, por Jorge Juan, quedó paralizada, cual si los astros hubiesen suspendido por algunos años su movimiento lamentando los infortunios de la nación que tan lejana columbraba la aurora feliz de su progreso.

Como acopladas con mitades de siglo aparecen las tres edades en que lógicamente puede ordenarse la historia del Observatorio: edad antigua, como toda obra constitucional, de dudas, de zozobras é intermitencias abarca desde su fundación á final del siglo antepasado hasta mitad del siglo XIX; edad media, constituída, de buenos deseos traducidos en trabajos de algún mérito con los que alborean el siglo actual y la edad moderna, iniciándose en ésta trabajos de mérito positivo que lo



Ecuatorial visual de Grubb, modernamente instalada.

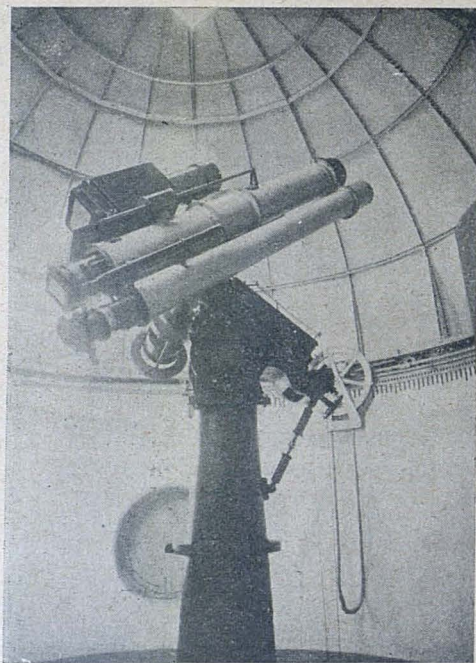
hacen digno de figurar en el concierto de los grandes Observatorios levantados sobre el planeta para el cultivo de la Astronomía.

Quedaría completa la primera edad ó antigua, si reseñásemos las peripecias por que atravesó desde la muerte del señor Coronado y algunos de los trabajos, no desprovistos de mérito que se realizan hasta 1845. Testigos de todo fueron sus directores D. José Rodríguez, de gran re-



putación por haber intervenido junto á Chaix, con Biot y Arago, en la prolongación hasta las islas Baleares del arco de meridiano de París, tipo tomado para la medición geodésica destinada á fijar el metro como unidad internacional de longitud y marco de donde debieran derivar las demás; D. Domingo Fontán autor del mapa de Galicia; D. Gerónimo del Campo, individuo del Cuerpo de Caminos y D. Manuel Pérez Verdú, joven de valiosas dotes prematuramente fallecido en Valencia dos años después de habérsele encomendado la Dirección.

A las iniciativas laudables de D. José Pidal, poco después de promul-



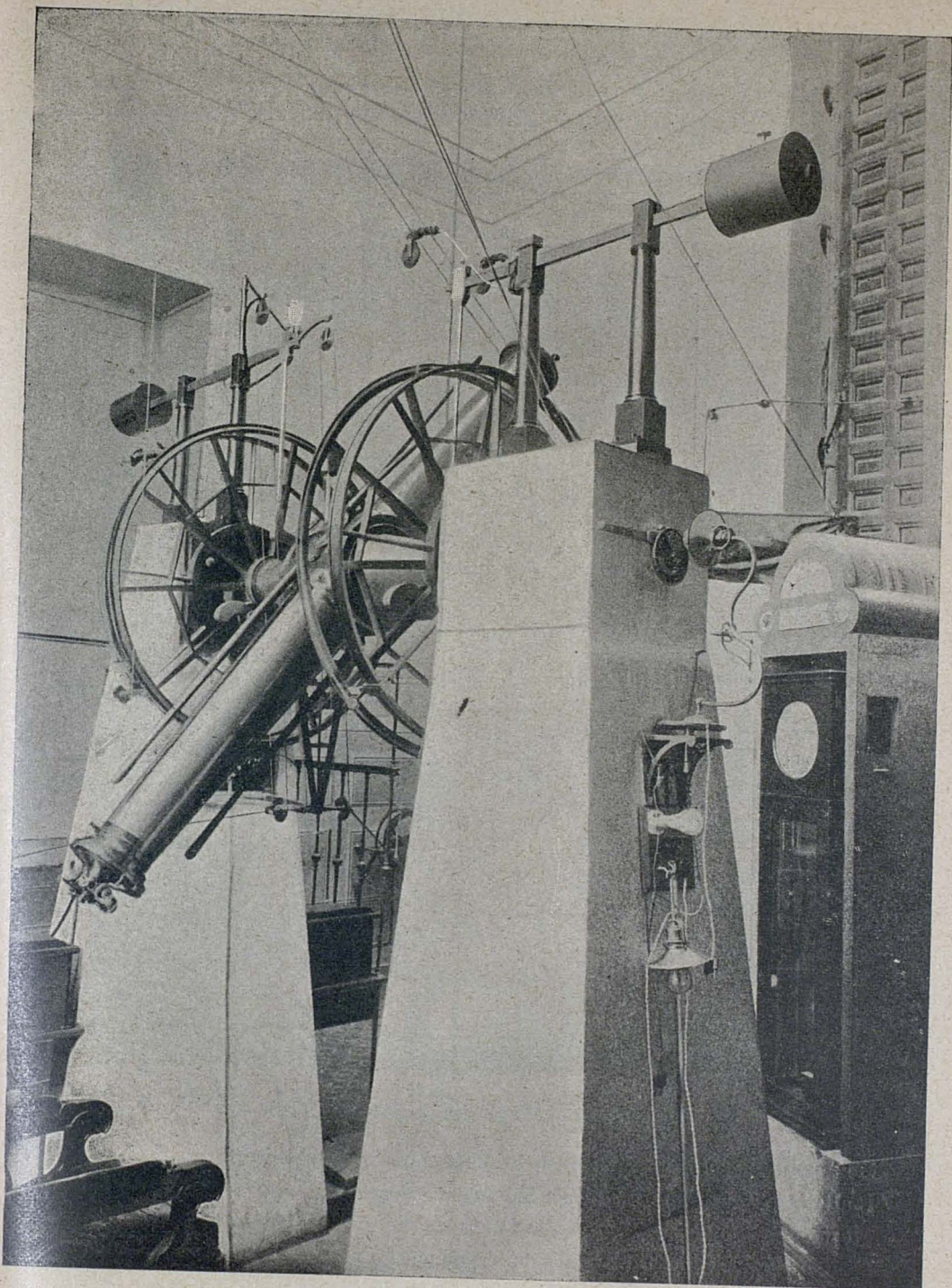
Ecuatorial fotográfica de Grubb, modernamente instalada.

garse la ley de Instrucción pública de 1845, y á la pericia del arquitecto D. Narciso Pascual Colomer débese que en menos de un año el Observatorio quedase construído sobre el coste de 30.000 duros y con agunas modificaciones en el antiguo proyecto de Villanueva.

Yérguese majestuoso y severo, asentado sobre la colina donde un día estuvo la ermita de San Blas, proclamando el valor tenaz en cuerpo y alma de una raza.

Con las piedras donde antes el águila abatida sentara sus garras



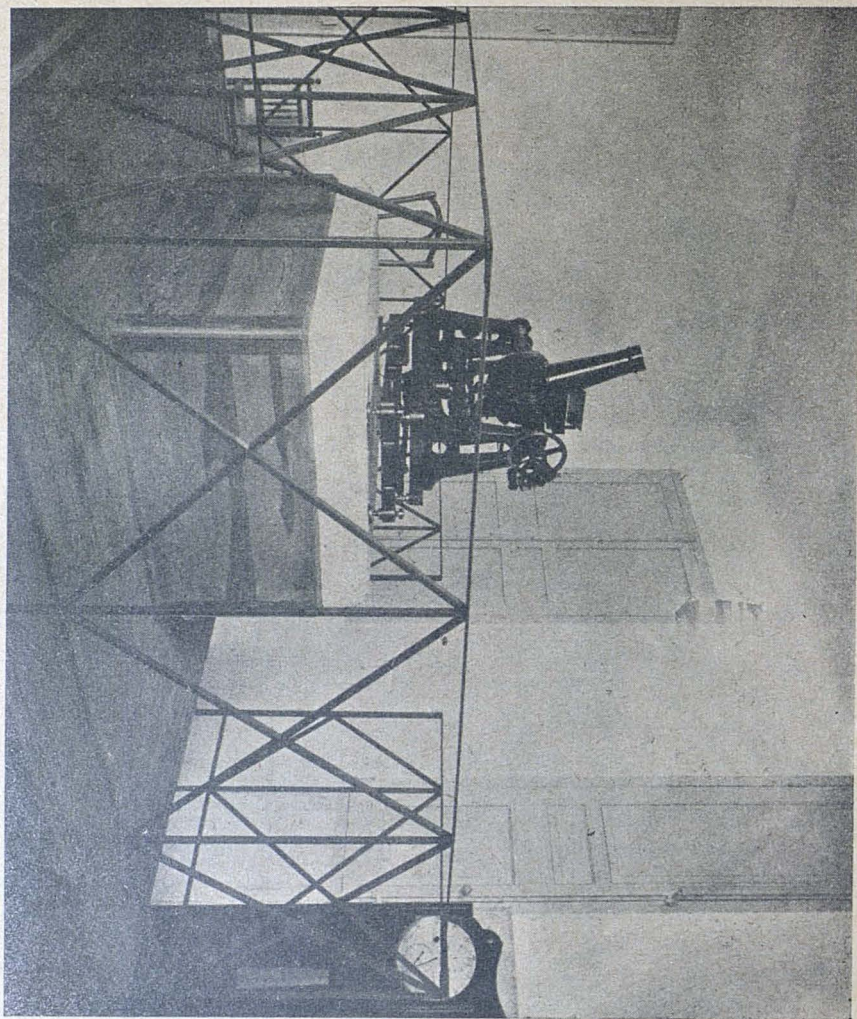


Primitivo círculo meridiano de Repsold; y péndulo de Strasser



momentáneamente, moldeáronse las columnas para sostener el edificio de gusto clásico é imperecedero.

Como es de rigor, el gran pórtico corintio adosado á la parte opuesta de la que da acceso al edificio, hállase orientado hacia la región desde



Anteojos de pasos de Salmoiraghi, de adquisición moderna

la cual el Sol cuotidianamente en su lucir supremo y en su máxima altura baña de luz las hojas del acanto, perennes como el rodar de las estrellas, que coronan los esbeltos fustes del intercolumnio.

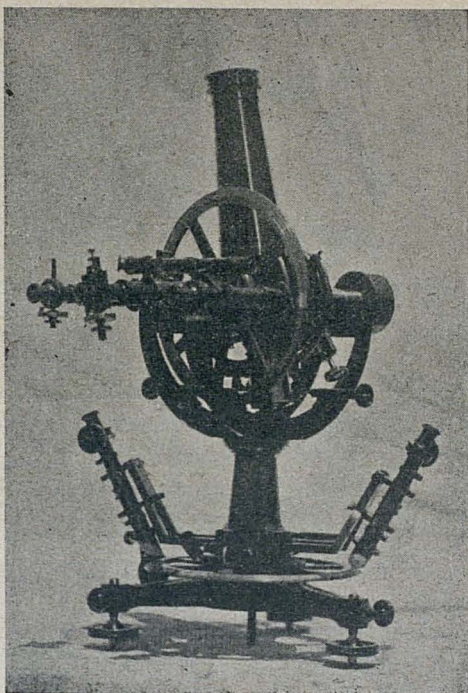
El jónico templete que corona la majestuosidad del edificio más que á



la observación parece excitar al deseo insaciable del visitante por asomarse desde él á la contemplación del infinito.....

Terminado el local, se necesitaban instrumentos y astrónomos. Fueron estos D. Antonio Aguilar y D. Eduardo Novella, quienes visitaron los más notables establecimientos de Europa para informarse de los principales instrumentos que conviniese instalar.

Nombróse director al Sr. Aguilar tras de la constitución del Observato-



Gran teodolito de Salmoiraghi, de adquisición moderna

rio y se creó una sección de Meteorología sucesivamente desempeñada por los catedráticos de Física de la Universidad de Madrid Sres. D. Juan Chavarri y D. Manuel Rico y Sinobas.

Una disposición superior, fecha 12 de Mayo de 1858 organizó definitivamente el funcionamiento, refundiendo las dos secciones astronómica y meteorológica y encomendándolo al siguiente personal:

<i>Comisario Regio.</i>	Excmo. Sr. D. Antonio Gil de Zárate.
<i>Director</i> . . . . .	D. Antonio Aguilar y Vela.
<i>Astrónomo</i> 1.º . . .	D. Eduardo Novella.
Idem 2.º . . . . .	D. Miguel Merino.

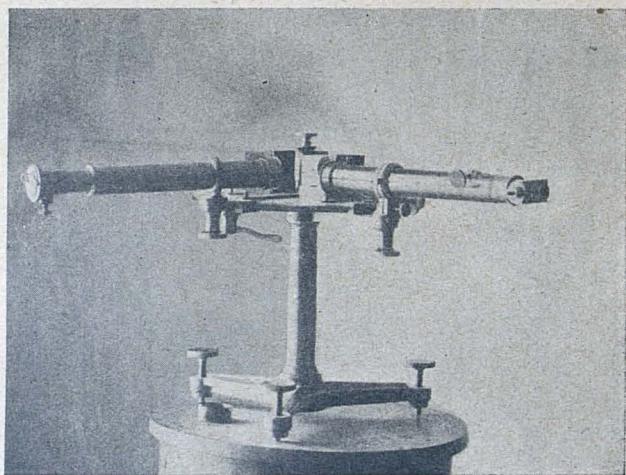


Ayudante..... D. Cayetano Aguilar.  
Idem..... D. Tomás Ariño.

Hasta 1860 en que comienza la publicación del Anuario del Observatorio, es digno de mencionarse:

La construcción de un nuevo edificio destinado á la gran ecuatorial y á habitaciones de los astrónomos y auxiliares.

La organización de las observaciones meteorológicas creando estaciones en varios lugares de España.



Espectroscopio de Pellin, moderno

La adquisición de instrumentos siendo los principales: Un teodolito de Repsold; un sextante de Oerling; un péndulo sidéreo de Dent; dos cronómetros del mismo constructor; un gran círculo meridiano completo del mismo Repsold y una ecuatorial de Merz, más los instrumentos apropiados para las observaciones meteorológicas.

La ecuatorial Merz, cuya cúpula modernamente ha sido reformada mide 27 centímetros de abertura y cerca de cinco metros de distancia focal.

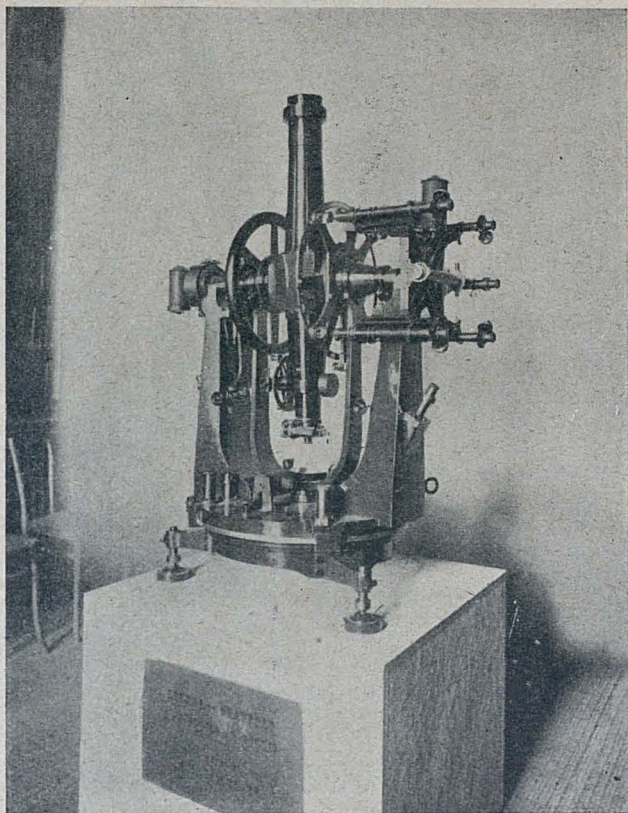
Sin negar la incesante labor realizada desde la Dirección por los Sres. Aguilar y Merino, justo es reconocer que el Observatorio ha recibido un gran impulso iniciado por el Sr. Iñiguez en los diez años que lleva de desempeño.

Más y mejor de lo que pudiéramos decirles nosotros sabrán los lectores de D. Antonio Aguilar y Vela abriendo los discursos leídos ante la Real Academia de Ciencias E. F. y N. por los Sres. Bosch y Echegaray en la recepción pública del primero de éstos.



El Sr. Bosch dice:—¡Cuán adecuada la naturaleza delicadísima del Sr. Aguilar para el estudio y la meditación de las arduas cuestiones en que el espíritu se cierce sobre la verdad para descubrirla!

Entregado á la sublime contemplación de los astros indagaba el señor Aguilar los secretos del Cielo. Ningún ciudadano ha prestado á la sociedad más generosamente que el Sr. Aguilar el concurso de sus facultades... Fundó en fin el Observatorio astronómico de Madrid,



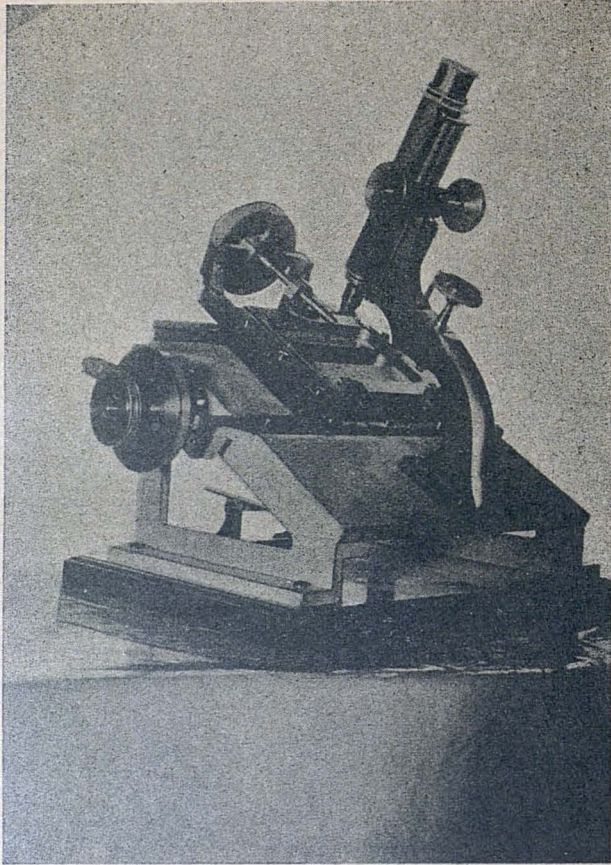
Círculo meridiano de Salmoiraghi, moderno

donde hubo de instalar los instrumentos contruídos bajo su dirección en Hamburgo, en Munich y en otras capitales de Europa. No aspiraba el Sr. Aguilar á un vano renombre, sino al cumplimiento de patrióticos deberes.

En la Cátedra de Astronomía de la Universidad central derramó los raudales de su verdadera sabiduría. La serenidad del carácter y la pureza del sentimiento eran las notas salientes de su espíritu, de aquel



espíritu para el trabajo pródigo y para el goce austero. Vosotros le atrajisteis á la Academia en 1855 y le nombrásteis secretario perpetuo seis años después. Cuando abandonan esta vida hombres sabios y modestos como D. Antonio Aguilar y Vela, no se oye el estruendo de los bronces ni el clamor de las muchedumbres; pero visten de luto los santuarios

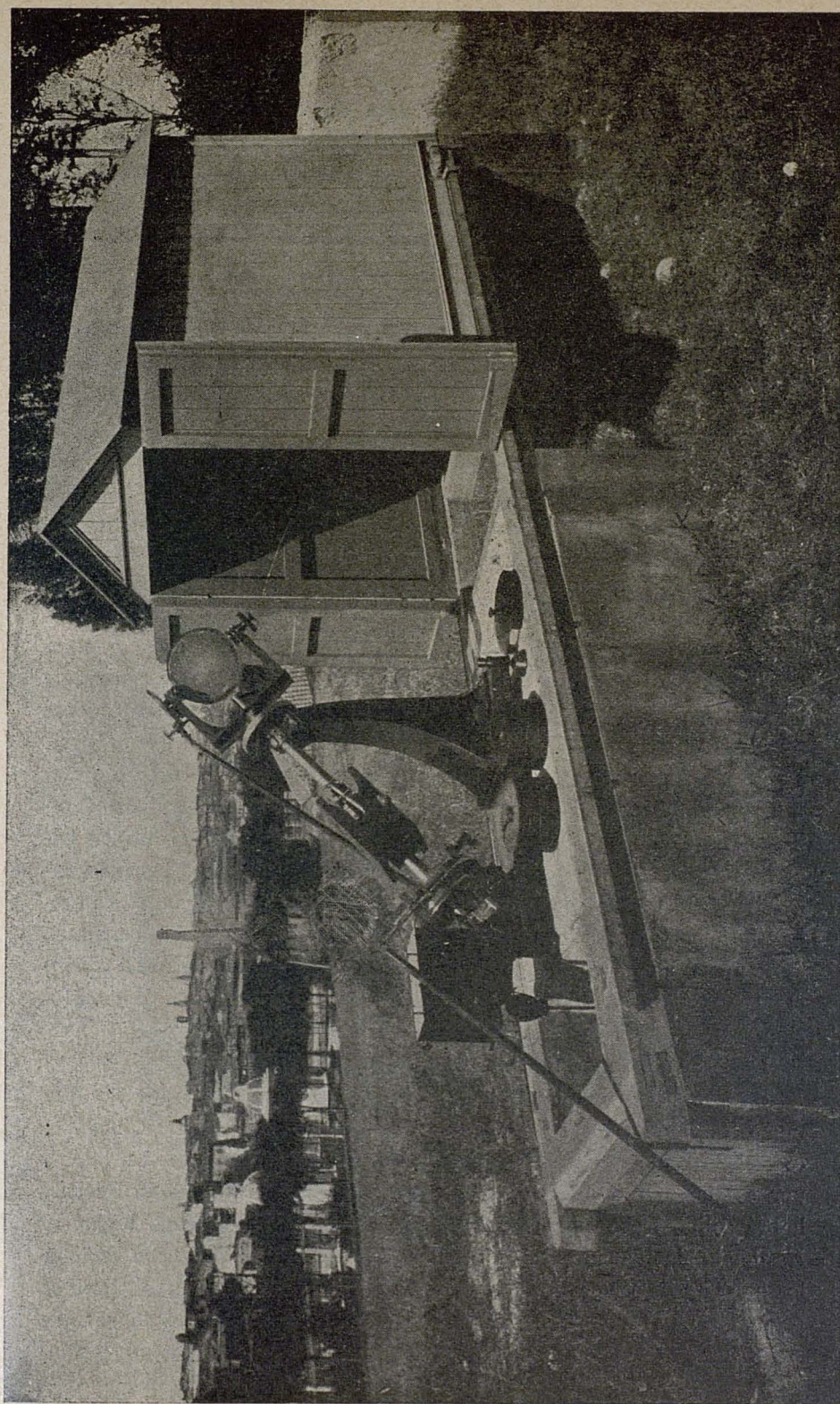


Macromicrómetro, para estudios metrológicos sobre las placas, moderno

de la Ciencia, las Universidades, los Observatorios, las Academias y no cabe otro consuelo que pensar en las grandes ideas acerca de la eternidad del espíritu.

Y el Sr. Echegaray:—Del Sr. D. Antonio Aguilar y Vela ¿qué podré decir yo que no haya dicho el nuevo académico, que no murmuréis por lo bajo todos vosotros con los ecos del cariño y del respeto, que no sepan de antemano todos los que tuvieron la dicha de conocerle, ya como á hombre de ciencia, ya como amigo afable, leal y bondadoso?





Siderostato de Mailhat, moderno



Era el Sr. Aguilar un sabio astrónomo, que prestó grandes servicios á su patria; porque á la patria se la sirve, no sólo entre los estruendos de la publicidad, sino también en el silencio del gabinete, en la torrecilla de un Observatorio ó entre cálculos que acaso nadie verá; servirla, es desvelarse por el bien de la tierra que las propias fronteras abarcan; pero también es servirla consumir los años en el estudio, empobrecer la sangre con el trabajo y apagar la vista contemplando las maravillas del cielo, que es patria común que á todas las demás patrias cobija.

Era un eminente profesor, tan ilustre como sencillo y modesto, que nunca buscó el clamoreo del aplauso, pero que siempre lo obtuvo de sus discípulos: la ciencia que sembró pregona la que poseía, que tan sólida era como ha sido fecunda.

Era, en fin, un buen caballero, cuya conciencia fué tan severa como fué dulce su carácter: de tanto mirar á la máquina inmutable de los astros, algo había tomado para sí de la ley eterna que rige en las lejanas alturas, de la marcha regular de los mundos superiores y de la placidez de los espacios azulados en noches de fructífera observación.

Su recuerdo y su nombre valen más para todos nosotros que cuantos retóricos alardes pudieran brotar de mi pluma en este momento: quedan para decir lo que fué, sus valiosos trabajos de muchos años, la pureza de su alma que resplandecía en todos sus actos y la bondad de su carácter que jamás tuvo notas ásperas para nadie.

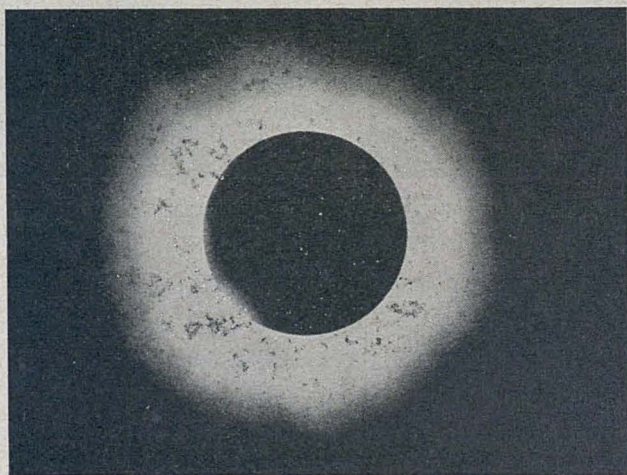
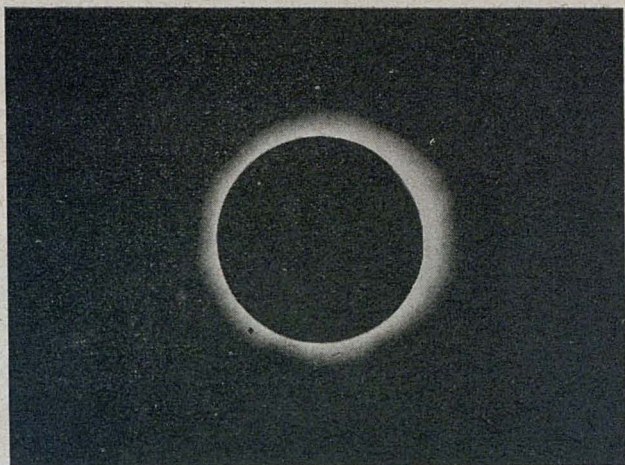
De ese espíritu bondadoso, severo y culto de Aguilar, como impregnado de puro perfume de los cielos de que habla Echegaray, gozó también el Sr. D. Miguel Merino, y goza el Sr. Iñiguez, cual si el cargo de Director transmitiese no sólo la alta jerarquía docente sino las más exquisitas y estimables dotes de la razón y del sentimiento, como lo prueban los elogios que del primero han vertido el Excmo. Sr. D. Francisco de Paula Arrillaga en el Anuario de la Academia correspondiente á 1906 y el mismo Sr. Aguilar al dar el saludo de recepción en la misma al Sr. Merino.

Decía en sesión solemne el año 1868 el Sr. Aguilar:

«... Pocas personalidades habrá tan desconocidas en el mundo y que menos se cuiden de fascinar ni alucinar á nadie que la del Sr. Merino: estrecho círculo de buenos amigos le conocen; y jamás de sus labios, por escalar puesto alguno, ni obtener nombradía de ningún género, habrá salido frase que tildarse de aduladora. Y en segundo lugar, la Academia siempre imparcial, y mucho más cuando se trata de elegir á los que han de ser celosos guardadores de su honra, nunca obedece al pronunciar sus fallos, á móviles que no sean elevados y dignos y sobre todo



incuestionablemente justos. El que á la edad de 20 años se dió ya á conocer como profesor de matemáticas en uno de los Establecimientos públicos mejor reputados en nuestro país; el que en la Dirección general de telégrafos del reino desempeñó difíciles comisiones científicas, con aplauso



La corona solar. Eclipse total de Sol; 30 de Agosto de 1905, desde Burgos

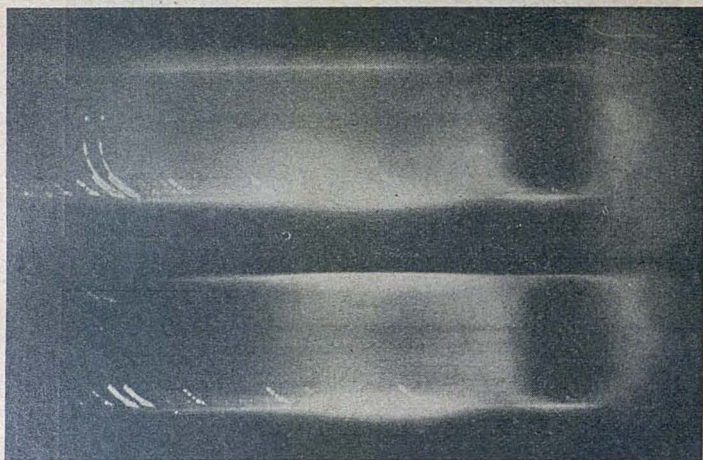
siempre de sus jefes; y el que en el Observatorio de Madrid consiguió desde el primer día granjearse el afecto de sus superiores y captarse el respeto y el cariño de sus compañeros; el modesto astrónomo, en fin, que con sus escritos, notables por la claridad y sencillez que en ellos resplandecen ha dado á conocer su nombre dentro y fuera de España,



mérito nada común debe poseer; y porque en efecto lo posee y no por otro motivo, la Academia lo ha recibido en su seno, y premiado de la manera única que podía galardonarle por sus numerosos y útiles trabajos...»

Poco después de morir el Sr. Merino, D. Francisco de Paula Arrillaga con la pluma heredada de él, escribió en su elogio:

«El Excmo, é Ilmo. Sr. D. Miguel Merino y Melchor rindió á Dios su alma el 7 de Marzo de 1905 y recibió al siguiente día sagrada sepultura en el cementerio de la Sacramental de los Santos Justo y Pastor. Sobre su tumba una mano cariñosa, ha grabado á modo de notas de alguna de sus virtudes: *Se conoció á sí mismo y fué baciente en la tribulación. Amó la justicia y aborreció la iniquidad.....*



Espectro de la corona solar, obtenido con cámara prismática, en Burgos durante el eclipse total de 1905

Operación en todos sus aspectos importante y de no fácil desempeño fué la que en 1863 concertaron Aguilar y Le Verrier para determinar la diferencia de longitud entre Madrid y París, con intermedio en Biarritz; y en ella Merino hubo de practicar observaciones en Biarritz y en Madrid. Del éxito de determinación tan interesante y de la cual dependía el conocimiento de la posición del Observatorio de Madrid respecto de cualquier otro Observatorio de Europa, textificó muchos años después el resultado de igual determinación hecha directamente entre Madrid y París por los geodestas españoles y franceses en 1886.

Aguilar con Merino, Le Verrier con Lepissier obtuvieron para valor de la diferencia de longitud entre Madrid y París,

24<sup>m</sup> 6<sup>s</sup>, 080.



Veintitrés años después, Bassot en Francia, Esteban por España, provistos de instrumentos superiores, dieron por resultado de sus observaciones:

24<sup>m</sup> 5<sup>s</sup>, 998

con un error probable de  $\pm$  0<sup>s</sup>, 009.

¿Cabe mayor elogio de la habilidad y perspicacia de los primeros que la diferencia de 0<sup>s</sup>, 082 entre uno y otro resultado.?....

Merino fué á más de sabio escritor notabilísimo.....

Merino poseía estilo propio, tal que quien con mediana atención le hubiese leído una vez le reconocía con seguridad para siempre.....

El encanto de su literatura científica se percibía hasta en las instrucciones, que muchas veces y en muy variados tonos dictó para la ejecución de trabajos astronómicos ó de trabajos meteorológicos ó para la reunión de noticias concercientes á la observación popular de fenómenos naturales.

A las altas prendas de su inteligencia y de sus facultades literarias unió Merino los atractivos de un carácter amabilísimo.....

Ocasiones tuvo de probar la bondad cuando la bondad se prueba, que no es por cierto en los tiempos plácidos y bonancibles, sino cuando adversidades y contrariedades inmerecidas nos envuelven y las discordias y los desabrimientos nos atribulan.....»

A tal hombre singular sucedió en el Observatorio el Excmo. Sr. don Francisco Iñíguez é Iñíguez, cuya modestia no ha de verse contrariada por nuestros elogios. Baste pues, consignar algo de lo que la historia científica en su día, quizá sobre las mismas páginas donde grabó la obra de Aguilar y de Merino, podrá recoger de la que actualmente realiza nuestro querido maestro.

Al gran pabellón reciente donde se instalaron las modernas ecuatoriales, el laboratorio de fotografía y el nuevo anteojo de pasos, y á las numerosas reformas realizadas en el antiguo material, desea el Sr. Iñíguez unir y está construyendo, un pabellón para instalar el espectro-heliógrafo y laboratorio de Astronomía física, dedicado especialmente á espectroscopia solar.

Estará dotado—nos decía en nuestra visita el Sr. Iñíguez--de espectroscopios y espectrógrafos adecuados, generadores de electricidad, carretes para producir radiaciones eléctricas especiales y obtener espectros de comparación; siderostato con objetivo y lente amplificadores de la imagen solar.

El pabellón estará terminado en Junio, pero como antes de instalar



en él el espectro-heliógrafo es necesario dar tiempo á la obra para que los pilares fragüen bien y se asienten sólidamente, será preciso esperar el otoño para comenzar los ensayos.

Hay que tener en cuenta que por exigencias del terreno, el pilar es muy profundo y ha de tardar bastante en secarse. El espectrógrafo



Fotografía de la Luna, obtenida en el Observatorio de Madrid, utilizando el siderostato Mailhat

exige condiciones de solidez y estabilidad muy extremadas para funcionar con precisión.

La nueva instalación tiene á mi juicio gran importancia: con ella considero completa nuestra batería de instrumentos para la Física solar, puesto que ya marchan normalmente las observaciones de manchas con la cámara Zeiss, protuberancias con el espectroscopio Grubb é intensidad de la radiación con el pirheliómetro de Angström.



Este instrumento se ha perfeccionado en el último año empleando la manganina como elemento sensible y ya tenemos en camino el nuevo aparato para sustituir al actual. Tenemos también preparada la *cuba* de agua y el vidrio violado para interponerlos y estudiar estas radiaciones especiales según los últimos procedimientos de Angström.

Contamos con un miliamperímetro de extrema sensiblidad que está también en camino.....

Como el péndulo normal de Strasser se halla instalado en la sala y allí tiene que estar uno siempre por precisión, esto nos ocasionaba incertidumbres procedentes de los cambios bruscos de temperatura, inevitables, puesto que para observar han de abrirse los portones; para obviar este inconveniente hemos adquirido otro péndulo de precisión de Riefler que hemos instalado en la habitación donde está el eléctrico en la cual no hay cambios bruscos de temperatura y es poco amplia la oscilación anual.

El nuevo péndulo tiene, además de la corrección de temperatura, corrección de presión; tiene también transmisión eléctrica de segundos lo que permite realizar las observaciones con cronógrafo. Está estudiado ya, y la pequeñez de su movimiento lo acredita de reloj muy perfecto.

Vamos á adquirir también una ecuatorial modernísima con accesorios apropiados para la fotografía y espectroscopia solar.

Tengo más proyectos que el tiempo y mi voluntad irán convirtiendo en realidades.....

\*  
\* \* \*

El señor Iñiguez hablaba mientras movía los embragues de la ecuatorial para aquilatar sus movimientos. La placa debía estar ya impresionada y descendimos al laboratorio fotográfico, donde á plena obscuridad se revelan las vibraciones del éter que iluminan los mundos y mantienen sobre ellos la vida.

Nuestra conversación recayó sobre los que fueron hombres de mérito en aquel Observatorio: D. Eulogio Jiménez y D. Antonio Tarazona brotaron de nuestra mente y los labios pronunciaron sus nombres con cariños de veneración.

\*  
\* \* \*

Lucía ya alto el Sol, cerca del meridiano, al reanudar al día siguiente nuestra charla con el Director y con los Astrónomos. Dulce paz reinaba en el amplio jardín, cedido por la liberalidad de la reina Doña Isabel II.



El lejano vivir de la ciudad percibíase como un rumor de cosas pequeñas y deleznales; más absorbían los problemas de la ciencia nuestra atención, á ratos turbada por la presencia de un enjambre de vidas infantiles y adolescentes, tiernos capullos abiertos apenas al perfume de aquella vegetación: son los sucesores por rama directa de los talentos y bondades de quienes allí dedican la vida al estudio del Universo, porque la ley de la herencia científica iniciada por los tres Cassini y los ocho Bernouilli tiene confirmación en aquel recinto donde los Jiménez y Aguilar sembra-



La notable nebulosa de Orión, obtenida en la ecuatorial fotográfica de Grubb

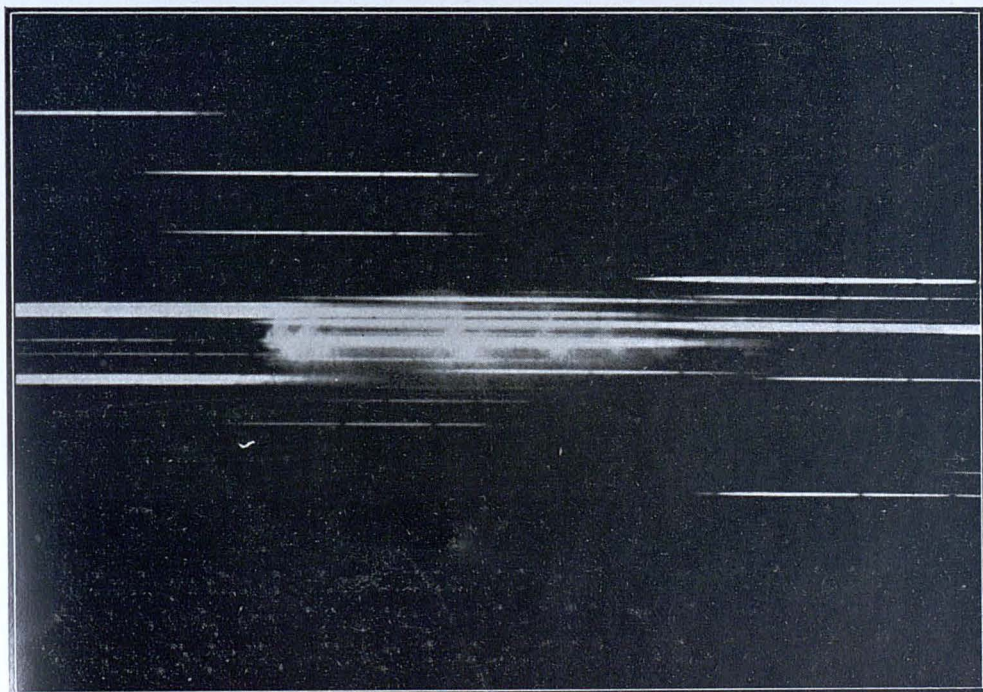
ron su noble estirpe y los Tarazona por rama directa ó indirecta estuvieron ligados con ilustres propagandistas de los estudios astronómicos en las Universidades españolas.

Hijo de D. Eulogio Jiménez es el actual astrónomo D. Pedro; hijo de D. Antonio Aguilar y Vela es D. Miguel, también astrónomo actualmente;





Cometa Morehouse, obtenido por D. Miguel Aguilar, mediante una exposición de 50 minutos. — 23, XI, 1908.



Espectro muy reciente, de la nebulosa de Orión, obtenido por D. Francisco Iñiguez.



hermano es de D. Antonio Tarazona, Ignacio, ilustre catedrático de Astronomía en la Facultad de Ciencias de Valencia, celoso cumplidor de sus deberes y fomentador incansable de la enseñanza práctica; y D. Eduardo León, decano de los astrónomos y geodestas universitarios, maestro de todos desde la cátedra y fuera de ella, unido estuvo con D. Antonio Tarazona por un sagrado lazo que la muerte prematuramente desató, cual si avara é inconsciente á veces hubiese querido en ésta arrebatarse para sí los cariños de un hermano y de un esposo.

D. Eulogio Jiménez enalteció la Astronomía tanto como la Ciencia pura. Por la época en que las excelentes, y en su terreno aun no superadas, obras de Matemáticas de D. Ambrosio Moya eran apenas la única semilla esparcida por nuestros centros docentes, surgió la del Sr. Jiménez sobre la «Teoría de los números» justamente honorada por la más culta corporación, por la Real Academia de Ciencias E. F. y N. de Madrid.

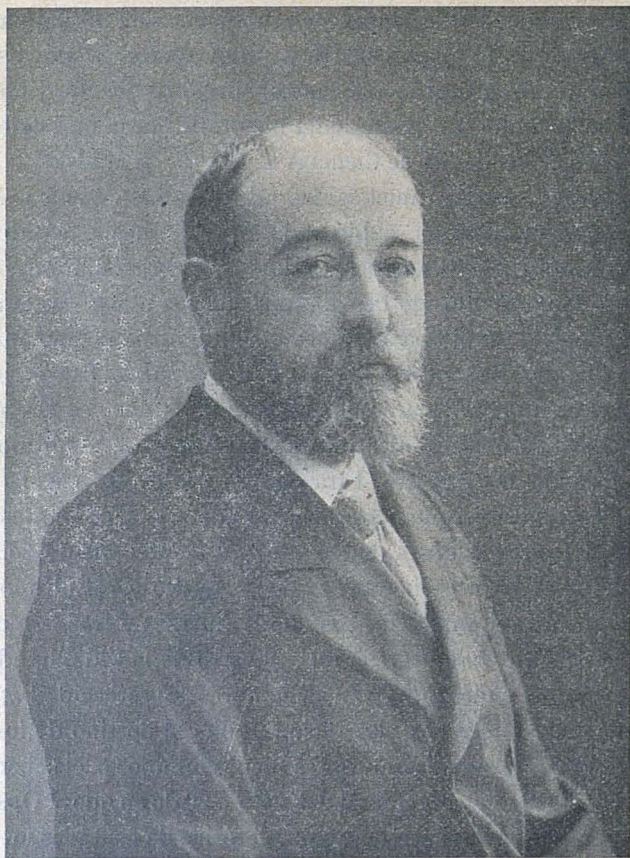
No eran á la verdad muchas las distinciones que la Academia, siempre parca en concesión, había hasta entonces hecho para los estudios con la Astronomía relacionados. Sólo los ilustres nombres de Rico y Echegaray, habíanse librado de sahumar con sus plicas el ambiente del augusto recinto, y esto daba á la obra una alta estima como aurora de un brillante alborar de nuestra patria á los estudios físico-matemáticos y astronómicos que gallardamente lució después y luce hoy especialmente con los numerosos trabajos ofrecidos á la Academia en el último concurso.

El mérito de D. Antonio Tarazona está fijo aún en la mente de propios y extraños porque vióse confirmado en la observación técnica y popular de los dos eclipses de Sol que casi paralelamente de NO. á SE. cruzaron el suelo ibérico en 1900 y 1905. Asistió ya al último su ilustre calculista sólo con el anhelo de sus débiles fuerzas y tras la momentánea sombra del eclipse, al resurgir la luz del astro de la vida, hundióse Tarazona para siempre en las luces ó en las sombras de la eternidad...; pero cualquiera que haya de ser por disposición divina el destino de los muertos, para los vivos serán siempre sus obras fuente luminosa del saber de Astronomía. Por aquella época de final del siglo pasado en que el Observatorio, tan exhausto estaba de material como pletórico de fecundas inteligencias, en que más se robustecían sus archivos que se interrogaban confirmaciones al cielo, laboró con Tarazona otro astrónomo de méritos positivos, el Sr. Ventosa, que á enriquecer ha ido también la labor de la Academia de Ciencias iniciando en ella sus triunfos el mismo día de su ingreso con un discurso magistral sobre las estrellas, sobre esa rama superior de la Astronomía destinada á buscar los movimientos de las leyes de otros soles y otros mundos....



### Los observadores y los trabajos

En la actualidad, el Observatorio de Madrid es parte integrante de la «Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico» Honor recíproco es su mutualidad para ambos que tantos timbres de gloria en propias y ajenas tierras supieron conquistar y justo es que una alta y única jerarquía los guíe, si ella procede no del campo exótico y turbulento de la política sino de la propia familia, y lo fuese uno de sus ilustres



Excmo. Sr. D. Francisco Iñiguez, director actual del Observatorio astronómico de Madrid

vástagos, quienes por sus proezas hubieren sabido grabar algún blasón en los cuarteles de su nobiliario escudo.

Es Jefe como hemos dicho el Excmo. Sr. D. Francisco Iñiguez é Iñiguez, con el siguiente personal técnico á sus órdenes:



*Astrónomo:* D. Carlos Puente.

« « Antonio Vela.

« « Francisco Cos.

« « Miguel Aguilar.

« « Victoriano F. Ascarza.

« « Pedro Jiménez.

*Auxiliar:* D. Gonzalo Reig.

« « Pedro Carrasco.

« « Enrique Gastardi.

« « José Tinoco.

« « Honorato de Castro.

Instrumentista, y personal subalterno.

Uno de los primeros cuidados atendidos por el Sr. Iñíguez fué la publicación del *Anuario del Observatorio* iniciada con excelente acuerdo en 1860 é interrumpida de 1880 á 1906.

Tiene, pues, publicados en su nueva etapa, los correspondientes á los años 1907, 1908, 1909 y 1910 y sistemáticamente abarca:

Pormenores del Calendario y en particular para cada año.—Datos astronómicos del Sol, Luna, Planetas, Satélites y Cometas; eclipses y ocultaciones; estrellas y nebulosas; y tablas de refracción, conversión de tiempos, etc.—Tablas meteorológicas.—Finalmente, artículos doctrinales y de experimentación, de los cuales hasta ahora van publicados:

#### 1907

Medida del tiempo, por.....	<i>D. Antonio Vela.</i>
Nota acerca de la radiación calorífica solar.....	» <i>Francisco Cos.</i>
Instrucciones para la observación de las manchas solares.....	» <i>Miguel Aguilar.</i>
Progresos de la Física solar.....	» <i>Francisco Iñíguez.</i>

#### 1908

Unidades físicas.....	<i>Sr. V.</i>
Manchas solares.....	<i>D. M. A.</i>
Protuberancias solares.....	» <i>F. Iñíguez.</i>
Radiación calorífica solar.....	
Observaciones meteorológicas, del año 1906.....	» <i>V. F. Ascarza.</i>

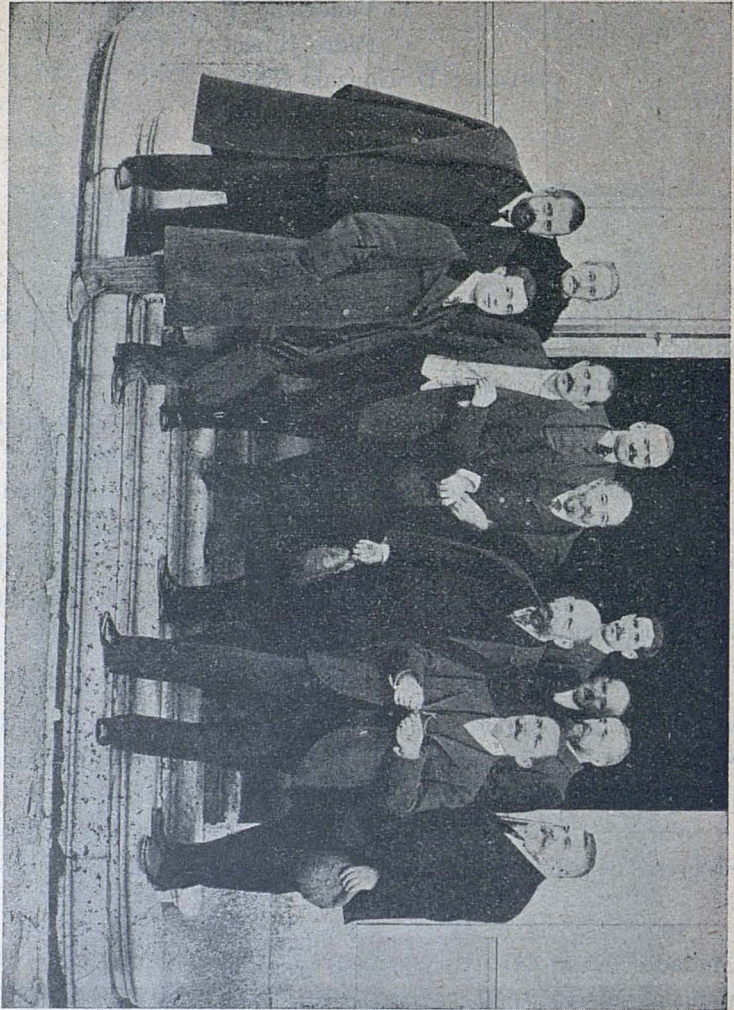
#### 1909

Lluvias en la península Ibérica.....	<i>D. F. Iñíguez.</i>
Apuntes sobre posiciones geográficas.....	» <i>C. Puente.</i>
Manchas solares.....	» <i>M. A.</i>



Protuberancias solares.....	<i>D. P. Jiménez.</i>
Radiación calorífica solar.....	
Observaciones meteorológicas, del año 1907.....	» <i>V. F. Ascarza.</i>

Personal del Observatorio de Madrid. Director, Sr. Iñiguez, Astrónomos, Sres. Ascarza, Jiménez, Aguilar, Vela, Cos y Puente. Ayudantes Sres. Gastardi, Carrasco y Reig. Instrumentista Sr. Cobo, y un portero.



1910

La humedad en nuestra península.....	<i>D. F. I.</i>
La vida de los astros.....	» <i>F. Iñiguez.</i>
Las estrellas.....	» <i>A. Vela.</i>
La latitud de Madrid.....	» <i>Francisco Cos.</i>
Manchas solares.....	» <i>M. A.</i>



Protuberancias solares.....	D. P. J.
Radiación calorífica solar.....	
Observaciones meteorológicas, del año 1908.....	» V. F. Ascarza.

*Los trabajos* de observación están distribuidos en la siguiente forma: Los tres astrónomos más antiguos, Sies. Puente, Vela y Cos, están encargados, turnando por semanas, de las observaciones meridianas, que se efectúan con el anteojo de Repsold instalado en el salón meridiano del Observatorio desde 1858. Este trabajo comprende: la determinación diaria de los errores instrumentales, ó sea la inclinación, colimación y azimut, así como la graduación ó lectura de la puntería al nadir; la observación de ocho ó diez estrellas de estado, circumpolares y ecuatoriales ó zenitales, necesarias para el cálculo de la hora, y la comparación de péndulos y cronómetros, para la formación de cuadros numéricos en que constan los estados y movimientos de los mismos; y la observación de varias estrellas, no comprendidas en los almanaques de los Observatorios, para proceder al cálculo de sus coordenadas, y formar un catálogo de estrellas, de 10° de declinación en adelante. A esta última parte del trabajo contribuye directamente el Sr. Director, cuando otras ocupaciones más urgentes no solicitan su atención. Como las observaciones se hacen con cronógrafo eléctrico, á cada astrónomo acompaña siempre un auxiliar, cooperador indispensable en el trabajo de observación y traducción.

El astrónomo D. Miguel Aguilar está encargado del registro fotográfico de manchas y fáculas solares, trabajo que ejecuta cuantos días lo permite el estado del cielo y lo exigen los pormenres interesantes que aparecen en el disco solar. Utiliza dicho señor una ecuatorial de Stenheil, á la que modernamente se ha adaptado una cámara fotográfica de Zeiss, con obturador del mismo constructor.

D. Pedro Jiménez se dedica al estudio y registro sistemático de las protuberancias y de la cromosfera solar, sirviéndose para estos fines de la ecuatorial visual de Grubb, provista de un espectroscopio del mismo constructor, compuesto de cinco prismas que la luz recorre dos veces, antes de llegar al anteojo ocular, para obtener por tal manera una gran dispersión.

El Sr. Iñíguez, sin perjuicio de acudir donde le llaman las circunstancias, trabaja principalmente con la ecuatorial fotográfica de Grubb, obteniendo fotografías de estrellas, cometas y nebulosas; y hace algún tiempo, adaptando á dicho anteojo un prisma objetivo, ha obtenido gran número de placas de espectros estelares.

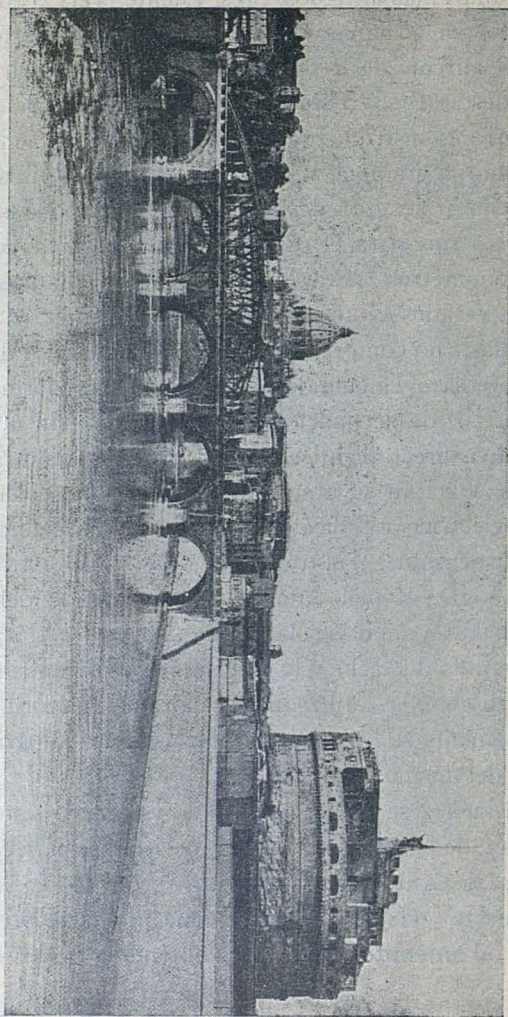
De la preparación del Anuario se cuida D. Carlos Puente, contribuyendo



todos los astrónomos con los resúmenes de sus trabajos, y voluntariamente con artículos de vulgarización científica.

Tan penosa y ruda labor verificada en el Observatorio astronómico de Madrid, pasaría inadvertida para muchos si la crónica, cual la actual desaliñada á veces, no se cuidase de mostrarla, y para los madrileños

Castillo de Santo Angelo desde donde se fija y anuncia la hora para Roma



especialmente, si no le estuviese encomendada al Observatorio la útil misión de señalar el instante preciso del *medio día medio*—antes local y actualmente adaptado al meridiano de Greenwich, por convenio internacional—de modo palmario por el descenso de la bola instalada sobre el templete del Ministerio de la Gobernación en la Puerta del Sol.



El que la Gaceta de Madrid publicase en su día una disposición anunciando que la *bola* descendería con movimiento «uniforme y acelerado» no obsta para que el descenso lo realice con arreglo á las leyes verdaderas que le imponen la gravedad y la Mecánica: quizá los habitantes de Madrid, ya que perdieran tan tradicional espectáculo,—tanto como el del histórico castillo de Santo Angelo en Roma,—ganarían si á semejanza de lo hecho en otras capitales de nación se instalasen profusamente relojes eléctricos que asociados á un reloj magistral del Observatorio superarían en provecho al que el actual medio reporta.

Y así, los ilustres astrónomos del Observatorio de Madrid, á quienes el cronista envía cordial saludo, y pide perdón por si la memoria en algún punto le fué infiel, podrían poner orden en las cotidianas andanzas de los españoles, como con más fortuna saben dirigir el armonioso concierto de los mundos siderales.

GABRIEL GALÁN.



D. Antonio Tarazona, ilustre astrónomo fallecido en 1906. Calculador de los eclipses de Sol de 1900 y 1905



## BIBLIOGRAFÍA

---

**Henri Poincaré. Biographie, Bibliographie analytique des écrits**, por E. Lebon (in 8 de VIII 80 págs., con retrato). París, 1909. Precio 7 fr.

Esta obra, editada con el esmero que en todas pone la casa Gauthier-Villars, es la primera de una colección en que el profesor Lebon se propone dar á conocer los *sabios del día*. Aquellos que deseen conocer la gigante labor del sabio francés, ó cuantos para sus investigaciones precisen indicaciones ciertas en alguna de las numerosas vías por las que Poincaré ha encaminado sus portentosos trabajos, encontrarán en el libro de que nos ocupamos muy útiles informaciones, y una completa documentación acerca de tan ilustre analista.

**Tabla de materias.** Abreviaturas. SECCION I. *Biografía*. Discurso de M. FREDERIC MASSON. Grados. Funciones. Títulos honoríficos. Premios. Condecoraciones. Artículos sobre HENRI POINCARÉ.—SECCION II. *Análisis matemático*. Informe sobre el premio BOLYAI. Obras. Memorias. Notas. *Análisis aplicado á la Aritmética y el Algebra. Análisis aplicado á la Geometría*. SECCION III. *Mecánica analítica y Mecánica celeste*. Disertación de SIR GEORGE DARWIN. Memoria. Notas: *Mecánica analítica. Mecánica celeste*. Noticias. Informes. SECCION IV. *Física matemática*. Informe sobre el premio Bolyai. Obras. Memorias. Notas. Noticias. Conferencias. SECCION V. *Filosofía científica*. Análisis de *Ciencia y Método* por EMILIO FAGUET. Obras. Artículos. Polémicas. Discursos. Conferencias. SECCION VI. *Necrología*. Noticia. Discursos. SECCION VII. *Publicaciones diversas*. Obras. Memorias. Notas. Artículos. *Matemática. Astronomía física. Física. Política*. Discursos. Informes. Prólogos. Análisis.

---

**Les systèmes d, equations aux derivées partielles Ch. Riquier**.—Gauthier-Villars. París, 1910.

Esta interesante y difícil rama de la teoría de ecuaciones diferenciales, ha sido muy poco estudiada. Además, los trabajos de Briot, Mayer, Darboux, Meray, etc., se hallan dispersos, no existiendo un estudio sistemático de la teoría, actualmente en elaboración. La misma cuestión



fundamental, la existencia de las integrales de los sistemas, se halla sin resolver completamente. Desde Cauchy que después de conseguirlo para las ecuaciones diferenciales ordinarias, precisando lo que se entiende por *integral general*, inició el estudio de algunos sistemas de derivadas parciales de primer orden, hasta Darboux y Mme. de Kowaleosky que demostraron de nuevo aquellos resultados, permanecieron casi ignorados. Posteriormente, M. Meray aisladamente ó en colaboración con M. Riquier han publicado diversos trabajos, que aun sin resolver en toda su generalidad la cuestión de la existencia de las integrales para un sistema cualquiera, han echado no poca luz sobre el problema.

El libro que nos ocupa, es una síntesis de las investigaciones personales de M. Riquier acerca de éste y otros puntos difíciles de la teoría, el cual inspirándose en los trabajos de Meray ha llegado, no sólo á establecer unas condiciones de integrabilidad más sencillas, sino á una economía notable de condiciones iniciales, hallando el modo de fijarlas (cap. VI). La generalización del teorema de la existencia de integrales, la consigue mediante el estudio de una forma canónica que llama *ortónoma* (cap. VII), y en los IX y X simplifica y extiende los resultados obtenidos en los sistemas ortónomos. Como aplicación estudia en los XI XII y XIII sistemas particulares como son los relativos á la teoría de deformaciones finitas en el espacio de  $n$  dimensiones, á las coordenadas curvilíneas de  $n$  variables, los sistemas regulares y los sistemas cuya integración se refiere á la de ecuaciones diferenciales totales. Finalmente, en el XIV, que es reproducción de una memoria ya publicada por el autor, compara dos formas obtenidas de un mismo sistema diferencial.

Teniendo en cuenta que la elevación de estas teorías exige para su inteligencia un conocimiento profundo de otras ya divulgadas, trata algunas como son; series, funciones holótropas, implícitas, etc., en los capítulos primeros.

Por este breve resumen puede formarse idea de la importancia de esta obra, suficiente para conquistar una reputación de primer orden. Intentar un estudio crítico de ella, sobre suponer mucha presunción, sería ligereza indisculpable. Por esto nos limitamos aquí á recomendar su estudio á aquellos de nuestros lectores que con sólidos conocimientos de Análisis superior, se crean con fuerzas para ello.

J. R. P.

---

**Haton de la Goupillière.**—*Memoires divers*. 2.<sup>a</sup> edition. Gauthier-Villars. París, 1909.

Es una colección de trabajos que este eminente geómetra publicó en



varias revistas, especialmente en el *Journal de Liouville* en diversas épocas,

El primero, es la solución analítica de un problema clásico: hallar una curva semejante á su podaria; resultando, según es sabido, una espiral logarítmica, y como caso particular un círculo.

El relativo al *tautocronismo de las epicicloides*, cuando se tiene en cuenta el rozamiento, completa uno de Newton que llegó á reconocerlo cuando el móvil es atraído por el centro del círculo fijo en razón directa de la distancia. El autor, generaliza esto haciendo intervenir una resistencia proporcional á la velocidad.

En el estudio de la *Actinometría sobre placas móviles* llega de modo sencillo á resultados muy notables. Así p. ejem.: la cantidad de calor que recibe la placa en el movimiento, de caída, debido sólo á la pesantez, es independiente de la trayectoria y depende sólo de la altura del centro de gravedad.

Las dos últimas memorias tratan de los centros de curvatura sucesivos, que son los de las diversas evolutas de una curva, consiguiendo obtener el de un orden cualquiera relativo á un punto de la curva sin pasar por los de órdenes inferiores.

Es, en resumen, una colección interesante que debe figurar en toda biblioteca matemática. El hecho de alcanzar 2.<sup>a</sup> edición obra de esta naturaleza, demuestra el éxito que lo acogió.

J. R. P.

---

**Introducción al estudio de las Funciones de variable compleja**, por don Luis Octavio de Toledo.

En el movimiento científico iniciado en España felizmente hace algunos años, toma parte activa y muy meritoria el insigne profesor de Análisis Matemático de la Universidad Central.

Su obra de Análisis y la de Trigonometría que siguieron á la «Teoría de las formas» lo acreditan de buen matemático, resplandeciendo en todas ellas la claridad característica de su autor, junto á un estilo elegante no frecuente en este género de publicaciones.

Tales cualidades resaltan en la obra de que queremos dar idea á los lectores publicada con el modesto título de «Introducción» al estudio de las funciones de variable compleja, á pesar de constituir una preparación excelente para estudio de las obras que tratan de esta materia con extensión, como las de Bianchi, Briot et Bouquet, Casorati, Forsyth, Pincherle, Viranti, etc., y muy especialmente en las inspiradas en las ideas de Cauchy y Riemann.



*Contenido de la obra:* Después de unas nociones generales acerca de las funciones monódromas y polídromas y de su representación geométrica; se dedican unos capítulos al estudio de las series de términos imaginarios y de aquellas cuyos términos son funciones de una variable, exponiéndose los teoremas de Cauchy y Abel relativos al campo de convergencia de una serie; diversos teoremas para la determinación del radio de convergencia de una serie, entre otros, los de Pincherle y Cauchy-Hadamard; las series uniformemente convergentes y la continuidad de las funciones representadas por series de esta naturaleza.

Estúdiense después las funciones elementales, tales como la entera, la exponencial, las circulares directas é inversas con las fórmulas de Euler, la logarítmica, etc.

Las condiciones de diferenciación é integración de las funciones de variable compleja; las primeras nociones acerca de las funciones armónicas y la representación conforme, las funciones holomorfas y meromorfas, y la representación por la esfera y plano antípoda: el teorema de Cauchy relativo á la integral tomada á lo largo de un contorno cerrado y sus consecuencias, base de toda la teoría, y la forma dada por Riemann á este teorema, forman unos de los capítulos de mayor interés y trascendencia de la obra.

De interés no pequeño son los capítulos dedicados á la exposición de la teoría de los residuos y su aplicación al cálculo de algunas integrales definidas; á las series de Cauchy y Laurent con sus aplicaciones; á la idea de la prolongación analítica de una serie; á la exposición de las propiedades fundamentales de las funciones holomorfas y meromorfas, y á las series de Lagrange, Fourier y Burmann.

Ocúpase el último capítulo en la exposición elemental de la teoría de Weierstrass acerca de *los puntos críticos* esenciales, exponiendo el teorema fundamental de este matemático relativo á la descomposición de una función en factores primarios y el de Mittag-Leffler referente á funciones que tienen un número no finito de puntos críticos.

Finalmente, una nota en que se recuerdan algunas proposiciones referentes á las condiciones de convergencia de un producto de infinitos factores.

G. G.



## CRÓNICA

---

### **Programa de los premios que la R. Academia de Ciencias E. F. y N. ofrece para el «Concurso de 1911.»**

Artículo 1.º La Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid abre concurso público para adjudicar tres premios á los autores de las Memorias que desempeñen satisfactoriamente, á juicio de la misma Corporación, los temas siguientes:

1.º *«Problemas geométricos más notables, cuya resolución es imposible con el sólo auxilio de la regla y el compás.»*

Su estilo será correcto y el contenido expuesto con claridad, sencillez y la posible concisión.

Comprenderá la historia de tales problemas; su importancia; intentos de resolución por matemáticos de todas épocas, así como los medios propuestos para ello de un modo aproximado.

Se intentará alguna demostración elemental, ó, por lo menos algún razonamiento que pueda llevar al ánimo de los no muy versados en los últimos adelantos, el conocimiento de la imposibilidad de tal resolución con los instrumentos indicados en el enunciado del tema.

Se hará, sin embargo, mención suficiente de las demostraciones principales de tal imposibilidad, basadas en trabajos de matemáticos relativamente modernos, citando autores y obras ó publicaciones en que por vez primera vieron la luz.

2.º *«Teoría y técnica de la fotografía de los colores.»*

El autor presentará las pruebas de su trabajo personal.

3.º *«Catálogo de los mamíferos de España.»*

El autor de la Memoria relativa á este tema la redactará de modo que comprenda una parte de Bibliografía, con indicación de los autores que han tratado de los Mamíferos de España, de las especies que cada uno cita y de las correcciones de nomenclatura que sean necesarias; otra parte referente á nomenclatura de las especies incluyendo en un grupo los nombres que deben admitirse, y en otro los que son sinónimos y su correspondencia con los anteriores; otra con la distribución geográfica de las especies; y por fin, la descripción de todas las de España, con mención de las



mejores obras y figuras, y cuantas observaciones juzgue conveniente añadir el autor.

La Memoria irá acompañada de buenos dibujos de las especies más raras é interesantes de la fauna, especialmente de las no figuradas todavía.

La parte bibliográfica estará dispuesta por orden alfabético de autores y cronológico de sus publicaciones, y las tres restantes por orden alfabético de los nombres genéricos y específicos. Al principio de la Memoria figurará la lista de todos los mamíferos conocidos de España por el orden sistemático más en armonía con los adelantos científicos de la época.

En resumen, las Memorias que se presenten optando al premio, con las condiciones señaladas, han de ser una importante adición á la obra publicada por el Profesor Graells en las Memorias de esta Academia sobre el mismo asunto.

2.º Los premios que se ofrecen y adjudicarán, conforme lo merezcan las memorias presentadas, serán de tres clases: *premio* propiamente dicho, *accesit* y *mención honorífica*.

Lo restante de la convocatoria contiene los mismos pormenores de esta clase de concursos.

Al concurso abierto hasta fin del año 1909 cuyos temas eran «*Exposición clara y sencilla del Cálculo de las Probabilidades*», «*Estudio de los electromotores de corriente alterna, monofásicos y polifásicos*» y «*Enumeración sistemática de los hongos parásitos de plantas cultivadas, observados en una comarca española*», se han presentado siete trabajos.

Por la importancia que los temas entrañan es deseable que la Academia dando cima á la labor penosa que tal concurrencia le impone y á la lentitud obligada por severos juicios, consiga emitir pronto su fallo, y dar publicidad á las Memorias de los autores, quienes se hubieren hecho dignos de tal mérito.

---



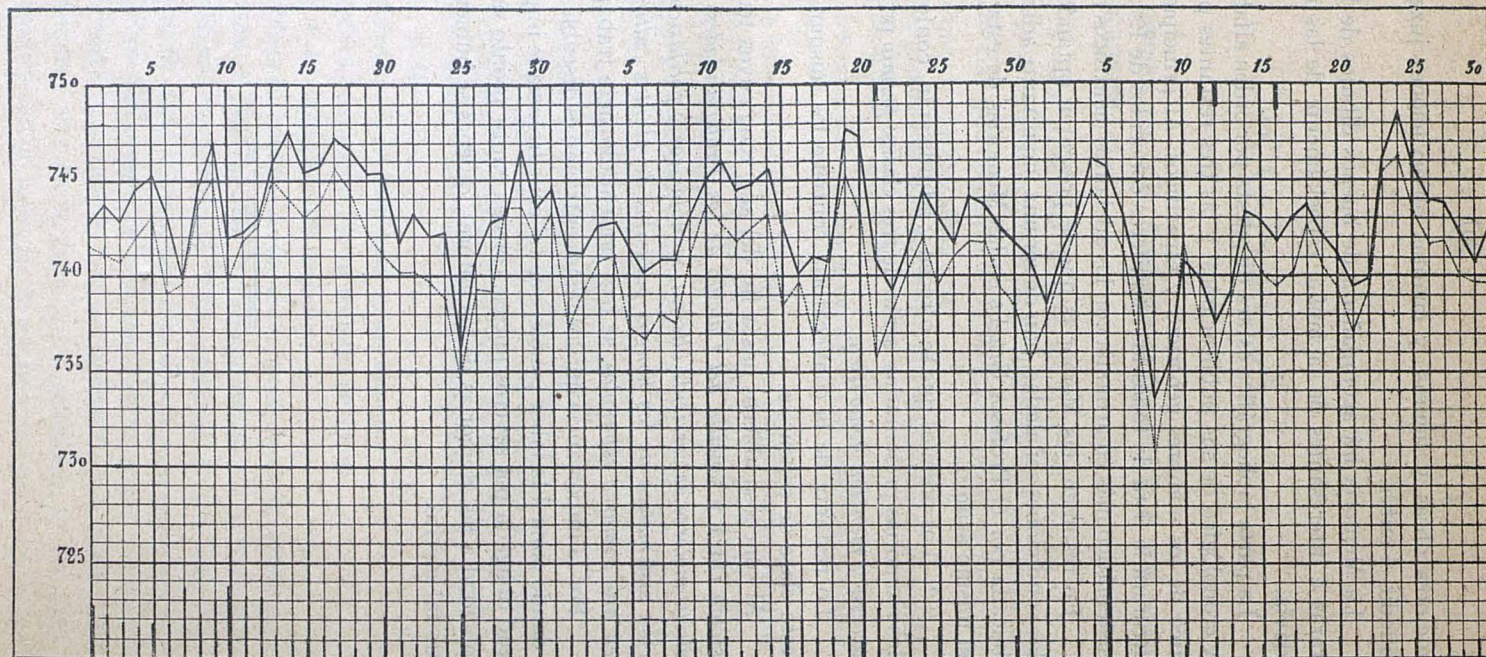
# GRÁFICAS DE LAS OBSERVACIONES DEL TERCER TRIMESTRE

## BARÓMETRO, PLUVIÓMETRO, ANEMÓMETRO

JULIO

AGOSTO

SEPTIEMBRE



**NOTA.**—Las líneas llenas y de puntos representan respectivamente las presiones a 0<sup>h</sup>, corregidas de capilaridad, a las 9<sup>h</sup> y a las 15<sup>h</sup>.

Los trazos gruesos interiores representan el recorrido diario del viento, 1<sup>mm</sup> = 100<sup>km</sup>, y los superiores el agua de lluvia, 1<sup>mm</sup> = 2<sup>mm</sup> de luvia.

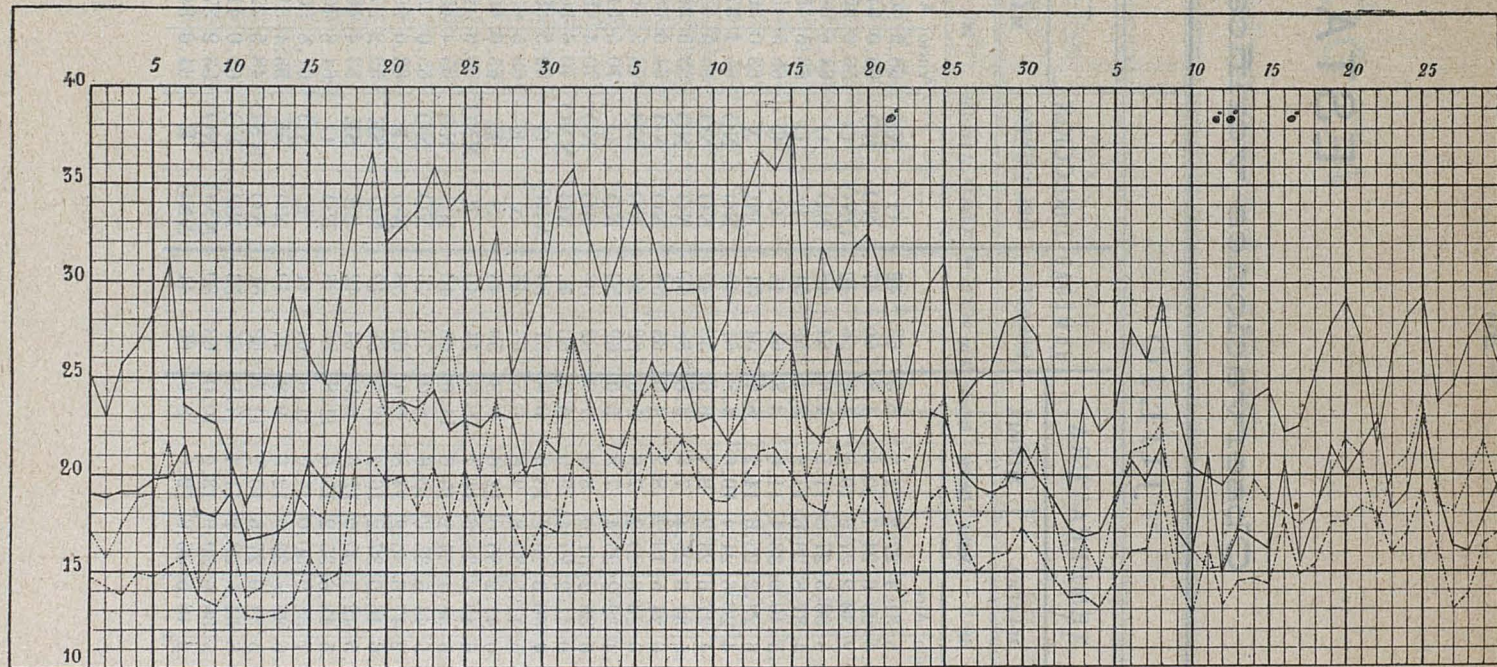


# TERMÓMETRO

JULIO

AGOSTO

SEPTIEMBRE



**NOTA.**—Las líneas continuas representan respectivamente las temperaturas del termómetro seco á las 9<sup>h</sup> y á las 15<sup>h</sup>.  
Las de puntos y trazos las temperaturas del termómetro húmedo á las mismas horas.



# ESTACIÓN ME

Observaciones verificadas duran

JULIO												AGO							
DÍAS.....	TEMPERATURA						HUMEDAD		DIRECCIÓN		TEMPERATURA								
	MÁXIMA				MÍNIMA		RELATIVA		DEL VIENTO		MÁXIMA				MÍNIMA				
	Sol		Sombra		Cubierto	Reflector	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	Sol		Sombra		Cubierto	Reflector			
	Vacío	Aire									Vacío	Aire							
1	61.5	31.4	27.2	11.9	8.5	63	42	O	NO	68.5	40.5	36.8	15 9	11.0					
2	63.5	29 6	24.7	10.6	4.8	60	47	NO	NO	65.0	51.8	34.2	15.1	12.7					
3	60.2	30.2	27.2	10.0	4.6	56	42	ONO	O	56.6	35 4	30.6	14.2	12.6					
4	65 5	36.5	27.8	11.2	4.6	64	48	NO	O	64.6	36.5	32 8	13.2	11.6					
5	64.4	37 8	29.6	11.2	3.7	59	51	O	O	66.5	45 0	35.2	13.0	10 4					
6	63.5	40.0	33.4	11.6	4.8	61	46	O	O	65.5	43.8	33.8	16.2	13.6					
7	54.6	29.2	25.6	14.2	8.4	54	51	ONO	N	63.0	36.5	30.7	17 0	14 4					
8	63.4	28.6	24.4	10.6	4.8	61	49	NO	NO	65.4	37.6	30.8	16.0	13 5					
9	57.4	27.6	23.2	9.7	6.6	59	49	NO	NO	65.5	43.6	30.2	13.0	10 5					
10	67.5	34.6	25.4	7 6	4.8	58	67	NO	NO	53.5	34.6	27 8	15.0	11.9					
11	55.6	24.5	19.2	8.2	4.0	65	58	NO	NO	64.0	38.6	29.0	15.4	12 0					
12	59 0	26 6	23.2	7.8	5.6	62	49	NO	NO	66.5	46 6	35.4	14.8	10 8					
13	51.4	32.2	25.4	7.8	5 0	62	50	NO	O	70.5	51.2	38.6	16.4	12.6					
14	53.0	36.2	31.0	8 9	7.0	62	38	NO	NO	70.4	45 0	36.7	20.0	15 6					
15	65.0	41.2	29.4	9.9	6.7	60	46	NO	NNO	70.6	50 5	39.8	15.0	11.4					
16	53.4	30.5	26.2	10.9	6.8	57	50	NNO	O	62.5	32.0	26.9	15 7	10 6					
17	63 5	41.5	30.8	9 8	6 5	67	46	N	E	63.5	43.6	32.6	13.0	8.6					
18	65.0	41.2	35.0	12 6	9.8	59	43	S	E	63.0	40.5	30 2	15.3	12.2					
19	69.6	49 0	38.6	14 4	10 5	54	40	E	NNO	66.0	42.6	33.0	12.4	7 6					
20	65 5	38.4	34 2	15.6	11.0	68	46	NO	NO	65.4	45.5	33.0	15.0	9.6					
21	60 5	44 5	35 6	10.6	8.0	70	46	NO	NO	65.0	43.2	30 6	15.6	11.4					
22	67 2	47.6	35.2	14.8	9.4	60	38	NO	E	63.0	29.0	23 8	10 2	6.4					
23	67.6	46.0	37.2	16.2	12.3	68	42	NO	SE	52.2	37.3	27 6	10.2	6.4					
24	61.5	42.3	35.0	12 6	8.9	64	42	SE	SE	53.4	40.0	30 6	13 0	9.4					
25	64.5	43.6	35.2	15 6	11.8	86	38	NO	O	64.6	43 0	31 6	15.4	11.6					
26	63.7	38 9	30.0	14.0	11.0	64	41	E	NO	61.8	30 0	24.4	14.0	10.6					
27	64.5	39.8	33.0	12.6	9 8	77	49	NO	SE	53.4	31.4	26.5	11.6	7.4					
28	59.5	34.0	27.6	15 2	11.7	60	61	NO	NNO	48.5	32.4	26 0	11.4	8.2					
29	60 8	31.5	28.2	11.4	7.8	65	53	NO	NO	63.0	41.0	28 8	9 4	5.4					
30	63.5	36.6	30.9	13.2	10.0	63	39	NNO	NO	53.2	37.4	29.0	9.8	6.2					
31	67.2	46.5	36.6	12.0	8.6	66	41	NNO	E	64.0	34.5	27.4	12 2	8 4					



# TEOROLÓGICA

de el tercer trimestre de 1909

TO				SEPTIEMBRE									
HUMEDAD		DIRECCIÓN		TEMPERATURA						HUMEDAD		DIRECCIÓN	
RELATIVA		DEL VIENTO		MÁXIMA			MÍNIMA			RELATIVA		DEL VIENTO	
A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	Sol		Sombra	Cubierto	Reflector	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	
				Vacio	Aire								
64	49	ESE	SSE	59.4	28.3	23.4	12.0	7.2	68	61	NO	NO	
65	50	NO	NO	60.0	27.0	20.0	9.4	5.6	67	59	ONO	NO	
63	48	NNO	O	53.4	33.8	24.6	9.2	4.6	70	47	NO	NO	
57	35	NO	O	54.0	28.4	22.6	8.3	4.6	63	45	NO	NO	
61	41	NO	ONO	59.0	28.8	24.0	10.2	6.4	64	62	NO	NO	
69	52	E	E	53.2	33.3	28.0	13.0	8.2	62	57	NNO	ONO	
75	56	SE	E	60.0	40.0	28.2	9.8	4.6	69	66	NO	NNO	
70	51	E	SE	64.0	40.6	30.4	13.0	7.8	80	57	ESE	NO	
75	46	NNO	NNO	64.4	33.0	24.4	11.0	7.4	78	44	NO	O	
67	55	NNO	NNO	53.6	30.0	21.2	9.0	4.4	69	63	O	NNE	
74	55	ONO	NO	58.5	29.2	21.4	10.0	5.6	60	59	O	O	
75	52	ONO	SO	53.2	36.2	21.0	8.2	3.8	82	64	NO	O	
65	41	NO	E	63.0	35.4	22.0	8.0	3.4	78	68	NNO	NNE	
59	41	NNO	NO	53.4	38.0	25.4	8.4	4.0	81	69	NO	N	
54	44	NO	E	60.2	36.5	25.0	6.2	4.6	82	56	NNO	E	
69	54	NO	NNO	62.0	40.0	25.0	8.8	5.6	74	67	SE	O	
69	42	NO	NO	51.2	28.6	23.0	10.4	6.2	94	60	NO	NO	
64	56	NE	NO	66.2	35.0	25.8	9.0	4.6	75	48	NO	N	
68	57	NO	O	53.0	32.4	28.0	9.0	4.4	69	50	NE	ESE	
69	56	NO	SE	64.5	34.2	29.6	11.2	6.2	79	54	E	O	
75	60	NO	E	54.5	38.6	30.0	11.6	6.6	74	62	E	N	
69	60	ONO	NO	56.5	29.0	25.0	12.2	9.6	62	71	SO	NO	
64	57	ONO	O	64.0	37.6	27.0	11.2	8.8	80	56	N	N	
66	56	ONO	ONO	56.5	38.6	30.0	12.0	7.6	80	52	ONO	NE	
73	56	NO	NO	64.0	35.6	31.0	10.8	7.0	69	61	S	ESE	
71	51	N	NO	53.2	26.4	25.0	13.0	8.4	73	67	O	NO	
64	48	NO	ONO	51.0	28.6	25.2	9.2	4.6	69	53	NO	O	
70	54	ONO	NO	62.0	31.6	27.4	6.2	4.5	78	51	O	E	
67	47	O	NO	53.0	32.2	29.0	10.2	5.6	87	58	E	ONO	
67	45	ONO	O	48.5	29.6	26.0	12.2	7.8	76	55	NO	NO	
67	64	NO	NO										



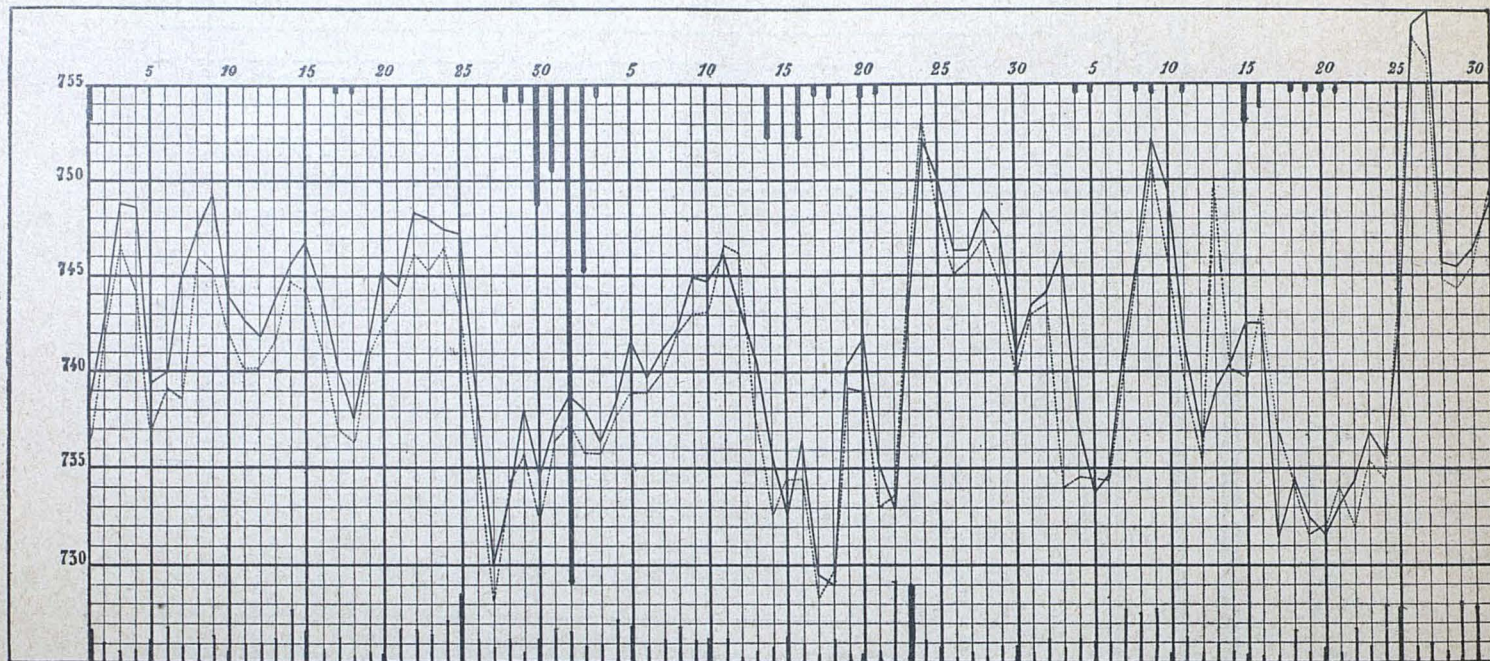
# GRÁFICAS DE LAS OBSERVACIONES DEL CUARTO TRIMESTRE

## BARÓMETRO, PLUVIÓMETRO, ANEMÓMETRO

OCTUBRE

NOVIEMBRE

DICIEMBRE



**NOTA.**—Las líneas llenas y de puntos representan respectivamente las presiones á 0<sup>h</sup>, corregidas de capilaridad, á las 9<sup>h</sup> y á las 15<sup>h</sup>.

Los trazos gruesos inferiores representan el recorrido diario del viento, 1<sup>mm</sup> = 100<sup>km</sup>, y los superiores el agua de lluvia, 1<sup>mm</sup> = 2<sup>mm</sup> de lluvia.

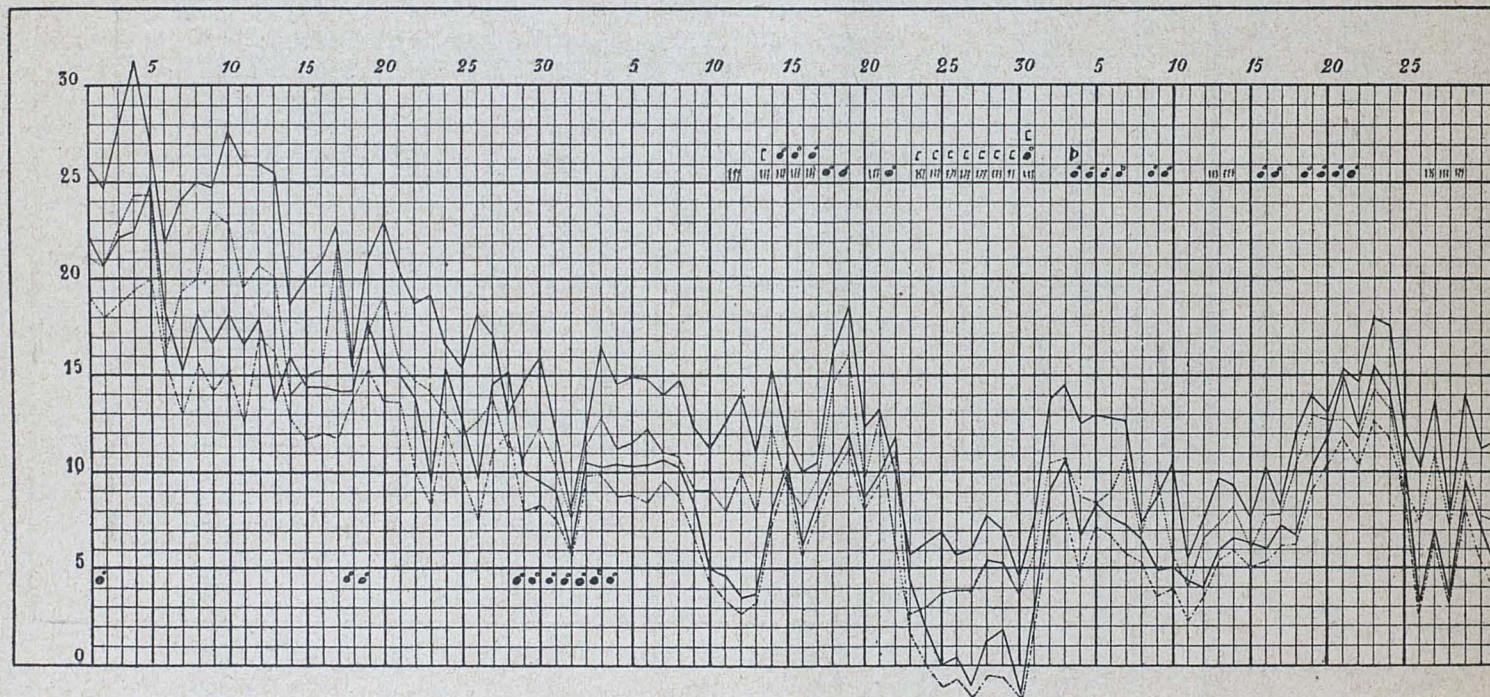


# TERMÓMETRO

OCTUBRE

NOVIEMBRE

DICIEMBRE



**NOTA** —Las líneas continuas representan respectivamente las temperaturas del termómetro seco á las 9<sup>h</sup> y á las 15<sup>h</sup>.  
Las de puntos y trazos las temperaturas del termómetro húmedo á las mismas horas.



# ESTACIÓN ME

## Observaciones verificadas duran

OCTUBRE										NOVIE									
DIAS.....	TEMPERATURA					HUMEDAD		DIRECCIÓN		TEMPERATURA									
	MÁXIMA		MÍNIMA			RELATIVA		DEL VIENTO		MÁXIMA		MÍNIMA							
	Sol	Sombra	Cubierto	Reflector	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	Sol	Sombra	Cubierto	Reflector							
	Vacio	Aire							Vacio	Aire									
1	48.0	29.0	26.4	11.8	8.0	75	58	ENE	O	10.4	8.6	8.2	2.6	1.4					
2	53.4	28.5	25.2	13.4	7.8	78	69	NO	NO	14.0	13.0	12.6	5.4	3.2					
3	63.0	34.2	29.2	12.4	8.6	72	62	ONO	ONO	48.5	20.0	16.8	6.4	3.6					
4	64.0	35.2	31.4	15.2	12.3	77	56	NO	E	48.4	18.5	15.0	5.0	2.4					
5	53.4	29.2	27.8	15.2	12.4	64	78	E	SE	48.5	18.4	15.6	3.2	1.4					
6	49.5	26.2	22.2	15.6	11.6	75	55	ONO	ONO	49.5	19.6	15.4	3.6	1.2					
7	49.5	31.0	24.6	6.2	3.6	78	63	N	E	48.0	15.4	15.0	5.0	2.4					
8	49.5	30.6	25.6	12.2	10.0	75	64	NNO	NO	57.0	18.2	15.2	4.0	2.4					
9	54.0	29.8	25.2	9.4	6.2	75	90	NO	ONO	46.0	17.5	12.6	4.4	2.7					
10	53.4	36.2	28.4	9.6	7.2	23	67	NO	O	44.5	17.5	12.0	2.2	1.0					
11	53.5	33.6	26.6	5.2	2.4	65	55	E	ESE	48.0	25.0	13.0	-0.2	-1.9					
12	49.4	30.6	26.6	10.2	6.4	89	62	E	S	48.5	28.0	14.8	0.4	-1.3					
13	53.2	32.2	25.6	12.0	8.2	90	63	E	E	49.0	27.5	12.4	-0.2	-2.0					
14	54.4	27.0	19.8	8.2	4.6	69	60	NO	NO	27.5	17.5	15.8	4.0	1.8					
15	47.5	25.0	20.6	6.2	3.6	74	58	NO	N	20.5	17.0	14.0	7.6	5.4					
16	44.5	26.2	22.0	5.2	3.4	75	53	NO	E	12.0	11.0	10.8	4.2	2.0					
17	53.0	29.2	22.8	7.6	4.2	75	90	E	SE	11.0	10.9	10.8	5.9	1.8					
18	39.0	18.0	17.2	8.6	4.4	96	94	SE	N	27.0	25.0	16.6	8.2	5.2					
19	54.0	24.2	21.8	9.2	5.4	76	72	O	ESE	44.5	32.0	19.6	8.2	5.8					
20	48.5	28.2	24.0	8.6	4.8	88	71	O	E	48.5	31.5	14.4	6.2	4.0					
21	53.5	25.0	20.0	6.2	3.4	86	62	NO	NO	20.0	19.5	14.5	7.2	4.3					
22	48.5	22.8	19.2	10.0	7.6	60	64	NO	NO	47.0	16.0	15.2	7.4	4.8					
23	48.5	25.2	19.6	2.6	1.2	83	57	NO	E	47.0	12.5	7.2	-1.8	-2.5					
24	54.4	20.0	17.6	5.2	3.6	72	63	O	NO	42.5	15.0	9.0	-0.8	-2.0					
25	53.2	18.8	15.8	8.0	6.0	68	65	NO	NO	31.0	15.2	7.0	-3.8	-7.0					
26	53.6	20.0	19.0	2.0	1.2	75	55	E	SE	28.8	16.5	6.4	-3.6	-6.5					
27	53.8	19.2	17.8	8.6	4.8	66	69	SE	ESE	28.0	15.0	6.6	-3.4	-6.7					
28	54.4	16.2	16.0	6.0	3.8	68	82	S	NO	29.0	19.0	9.2	-3.8	-5.2					
29	53.8	15.8	15.2	1.0	0.2	76	61	NO	O	27.0	19.0	7.2	-3.2	-5.2					
30	48.5	18.0	16.6	2.2	1.0	83	64	E	E	6.5	6.5	6.3	-2.4	-4.8					
31	58.5	18.0	12.6	5.4	2.4	86	76	NO	NO										



# TEOROLÓGICA

de el cuarto trimestre de 1909

NOVIEMBRE				DICIEMBRE									
HUMEDAD		DIRECCIÓN		TEMPERATURA						HUMEDAD		DIRECCIÓN	
RELATIVA		DEL VIENTO		MÁXIMA			MÍNIMA			RELATIVA		DEL VIENTO	
A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	Sol		Sombra	Cubierto	Reflector	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	A las 9 <sup>h</sup>	A las 15 <sup>h</sup>	
				Vacío	Aire								
97	98	O	O	32.7	12.7	9.0	—2.2	—4.6	84	80	NO	O	
98	96	NNO	O	31.5	29.5	14.8	2 2	—0.4	80	65	NO	O	
98	66	O	NO	49.0	20.5	14 8	6 2	3.8	70	62	NO	NO	
62	66	ONO	NO	44.5	24.0	14.4	—0.2	—0.8	74	59	NO	O	
84	64	ONO	NO	51.0	31.0	14 2	4 4	1.6	85	51	O	NO	
79	70	NO	NO	48.0	20.5	14.6	4 8	2.8	90	57	NE	NO	
88	69	NO	NO	26.0	21.5	13 0	2.8	0.8	81	95	NO	O	
84	61	NO	ONO	11.0	10.0	9 8	4.2	1 8	84	55	NO	NO	
80	64	ONO	NNO	34.0	15.0	9.2	2.8	0.8	81	86	NO	NO	
92	72	NO	NO	18.6	17.5	10.4	2.8	0 8	84	54	NO	O	
82	52	NO	NO	7.5	6.0	5 6	2.6	0.6	61	78	NE	E	
88	60	NO	NO	11.0	9.5	8.8	2 6	0 6	49	87	ENE	E	
90	66	NO	NO	17.0	12.5	10.6	3.4	1.2	92	69	E	SE	
82	90	ENE	ESE	11.0	9.8	9.6	4 8	0.2	92	83	E	SE	
96	77	NE	NO	10.2	9.0	7.8	5.4	2.5	81	77	E	E	
95	78	O	NE	16.5	14.5	10.8	5.4	2.4	77	65	O	SE	
93	93	ESE	SE	11.5	10.0	8.6	5.6	2.8	90	56	SE	E	
98	85	SSE	E	14 8	13.0	12.5	5 0	2.1	92	83	E	SE	
91	78	ESE	NE	15 5	15.0	14.4	6.6	3 8	80	70	N	SO	
95	72	E	NNO	14.0	13.5	13.2	9.8	7 6	87	94	SE	E	
98	91	ENE	S	19.5	17.5	15.6	11 4	9.5	67	75	O	SE	
89	57	NO	NO	18.5	16 5	15.2	10.6	7.8	80	69	ESE	ESE	
61	60	NO	NO	22 5	20.5	18.8	11.4	9.5	71	66	SSE	O	
88	50	NO	ONO	33.5	20.5	17.8	11.0	9.0	71	60	O	O	
86	59	NO	ONO	34.5	15.0	12.8	8.4	5.2	83	64	NO	NO	
83	73	NE	NE	21.5	17.0	10.8	1.0	0.0	41	72	O	NO	
89	71	NO	NO	26.0	19.0	14.2	2.6	1.2	77	64	NO	NO	
73	76	NE	NE	11.5	10.5	10.2	2.6	0 1	49	56	NO	NO	
63	76	NE	E	37.5	19 5	15 0	2.8	1.2	83	67	O	NO	
96	89	ESE	NO	40 5	17.0	11.6	5.8	2.2	76	51	NO	NO	
				37.0	18.0	11.8	2.4	1.1	77	61	NO	NO	



## La estrella variable "SS Cygni,,

(7793 Chandler)

---

En el número 8 de los ANALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS dimos cuenta de nuestras investigaciones acerca de la estrella variable *SS Cygni*. Hoy las ampliamos con las observaciones realizadas durante 181 noches del año 1909.

En general puede afirmarse que la variación ha sido más regular que en el año anterior: los períodos de poco brillo han sido más frecuentes y de mayor duración, y solo se ha presentado un máximo secundario. Sin embargo, de los 8 máximos primarios, observados, 4 han sido de los llamados «anómalos».

La clasificación adoptada por varios observatorios y que no nos parece muy oportuna, considera los máximos divididos en largos y cortos, calificando de «anómalos» algunos otros que suponen de menos frecuencia.

Hemos visto que los máximos anómalos pueden ocurrir con tanta frecuencia como los otros, y además intervienen alguna vez, máximos secundarios de poca amplitud.

La variación de *SS Cygni*, es por esto, mucho más irregular de lo que se supuso fundándose en los diez primeros años de observación. Tales deducciones deben ser modificadas en vista de lo que acusan los resultados de los dos últimos años.

En la gran irregularidad de la variación de esta estrella, cabe afirmar sin embargo, algunas características bien marcadas á saber: 1.º Un período más ó menos largo de poco brillo (cerca de la magnitud 11,8) 2.º Un rápido aumento de brillo, próximamente de tres magnitudes, durante dos ó tres días; 3.º Casos de crecimiento menos rápido; y 4.º Un descenso regular á razón de 0,32 de magnitud por día. Además nótese que los máximos, (de aumento rápido ó lento) pueden ser de mayor ó menor duración; y que contando el tiempo durante el cual la magnitud pasa de la undécima, existe tendencia marcada de durar unos



20 días los primeros (máximos largos), y unos 10 ó 12 los últimos (máximos cortos).

---

Atendiendo á lo dicho podría establecerse una clasificación lógica dividiendo los máximos en dos clases: 1.º de aumento rápido, con 2 ó 3 días de duración y 2.º los restantes ó de aumento más lento. Y añadiendo las circunstancias de la duración del máximo y la magnitud alcanzada podría establecerse en conclusión:

Máximos *largos* pertenecientes á la clase 1.ª (largos y brillantes).

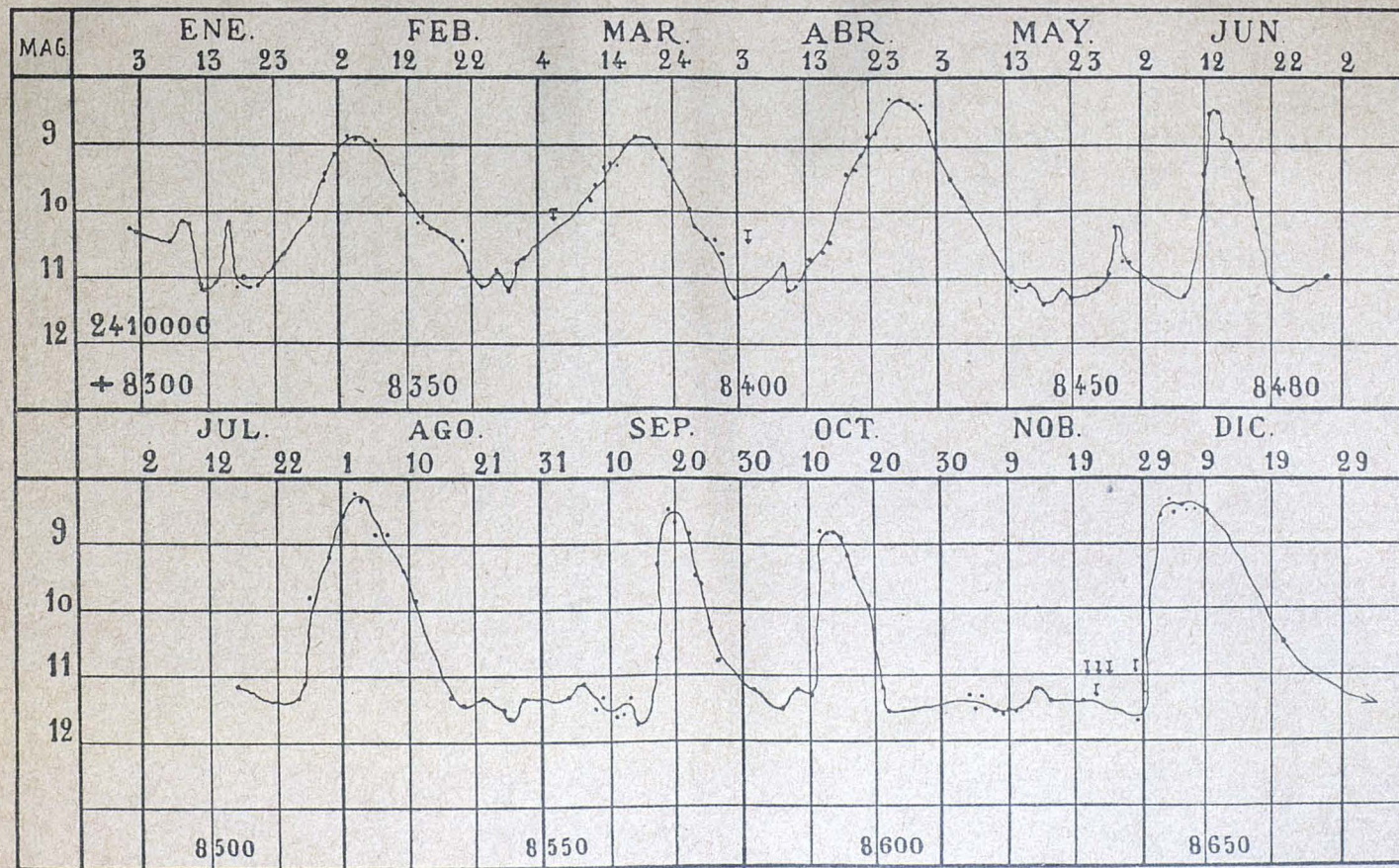
Máximos *cortos* pertenecientes á la clase 1.ª (cortos, más ó menos brillantes)

Máximos *anómalos* pertenecientes á la clase 2.ª (largos ó cortos brillantes ó débiles).

Es prematuro hacer una clasificación más definida, sin contar de antemano con una serie mayor de observaciones. Entonces podrá también abordarse la solución de otros problemas astrofísicos que según nuestro parecer, han de desprenderse del estudio detenido de las citadas irregularidades.



# SS. CYGNI - 1909.



G.

Curva provisional, que indica la variación de S. S. Cygni durante el año 1909. Está basada en 183 observaciones hechas en 181 noches, por Mr. P. Ryves en su estación astronómica de Zaragoza.

NOTA. Algunas de las más pequeñas sinuosidades pueden ser debidas a las inevitables dificultades de observación.



# Tabla de las observaciones verificadas durante el año 1909

FECHA	HORA	MAG.	DÍA	Notas	FECHA	HORA	MAG.	DÍA	Notas		
	T. M. G.	Harvard.	2.410.000+			T. M. G.	Harvard.	2.410.000+			
Enero	1	7.5	10 25	8308	1. l.	Marzo	31	15 9	10 66	1	
»	2	8.4	10.28	8309	l. l. dif	Abril	2	16 3	11.32	1. (c)	
»	7	6.8	10.43	8314	l. l.	»	5	16.5	<10.4	8402	inv. l. (c)
»	9	7 6	10.13	8316		»	9	16 0	10.80	8406	1.
»	10	7.1	10 20	8317		»	10	14.0	11.20	8407	1.
»	12	8.8	11.11	8319		»	11	16.2	11.15	8408	1. (c)
»	14	8.1	11.04	8321		»	13	14 4	10.74	8410	
»	16	7.3	10.20	8323		»	14	14.7	11 00	8411	
»	17	7.5	11.11	8324		»	15	15 8	10.66	8412	
»	18	18.0	11.00	8325		»	16	13.8	10.50	8413	
»	19	9.0	11.11	8326		»	17	15.1	10 00	8414	
»	20	7.1	11.11	8327	dif	»	19	14.7	9.45	8416	
»	24	7.9	10.66	8331		»	20	15 5	9.40	8417	
»	28	17 8	10.13	8335		»	21	14 5	9.20	8418	
»	30	6.9	9.56	8337	l. l.	»	22	12 8	8.90	8419	
»	»	17.8	9.45	8337		»	23	14.1	8 36	8420	
Febrero	1	8.7	9.15	8339	l. l.	»	25	13 3	8.35	8422	
»	3	6.9	8.90	8341	l. l.	»	27	14 0	8 35	8424	
»	4	7.7	8.93	8342	l. l.	»	28	15 6	8 40	8425	
»	7	7.5	8.95	8345	n	»	29	15.3	8.48	8426	
»	11	7 6	9.77	8349		»	30	15 0	8.45	8427	1.
»	13	17.5	10 15	8351	l.	Mayo	1	14.5	8.83	8428	1. l.
»	14	7.2	10 10	8352		»	2	15.2	9.20	8429	1.
»	15	16.1	10.28	8355		»	3	14.8	9.24	8430	1. l.
»	16	16.7	10.30	8354		»	4	15 7	9 53	8431	l. l. (c)
»	18	16.7	10.43	8386		»	6	13.7	9 83	8433	1. l.
»	20	7.3	10 43	8358	dif	»	13	13 0	11.10	8440	
»	»	16.3	10 90	8358	dif	»	14	13.7	11.27	8441	
»	21	17.2	10 90	8359		»	16	15 0	11.06	8443	
»	23	16.0	11 17	8361		»	18	14.5	11 47	8445	
»	25	16.6	10.90	8363	dif n	»	21	14.5	11 20	8448	
»	27	17.0	11.22	8365		»	22	13.0	11.34	8449	
»	28	16.2	10 80	8366		»	26	14 6	11.23	8453	
Marzo	1	13.3	10.74	8367		»	28	14.7	11.00	8455	
»	4	15.6	<10.5	8370	invis l.	»	29	14.8	10.28	8456	
»	7	15.5	<10 0	8373	inv l. l.	»	30	15.0	10 80	8457	(c)
»	11	14.5	9.35	8377	l.	»	31	14.9	10 80	8458	(c)
»	12	16 4	9.60	8378	l.	Junio	8	13.9	11.32	8466	1.
»	13	17 0	9.33	8379	l.	»	11	10.6	9.49	8469	
»	14	15 6	9.30	8380	l.	»	12	10.4	8.55	8470	
»	15	14.5	9.35	8381		»	13	14 3	8 56	9471	
»	16	16.4	9.07	8382		»	14	13.5	8.95	8472	
»	18	15.0	8 90	8334		»	15	14.3	9.00	8473	
»	20	15.0	8 95	8386		»	16	12.7	9.30	8474	
»	21	15.5	9.06	8387		»	17	14.2	9.56	8475	
»	22	14.8	9.25	8388		»	18	14.5	9.83	8476	
»	23	15.7	9.40	8339		»	19	13.9	10.30	8477	
»	26	16.6	10.00	8392	n (c)	»	21	14.2	11 11	8479	
»	27	16.0	10 25	8393		»	22	14.2	11.21	8480	
»	29	15 2	10.43	8395	n	»	29	14.0	11.01	8487	
»	30	14.5	10 43	8396	l.	»	30	13.1	11 05	8488	1. l.



FECHA	HORA		MAG.	DÍA	Notas	FECHA	HORA		MAG.	DÍA	Notas
	T. M. G.	Harvard.	2,410,000+	T. M. G.			Harvard.	2,410,000+			
Julio	16	11.6	11 15	8504		Octubre	8	12 6	11.21	8588	
»	25	15 2	11.32	8513		»	10	15.0	11.32	8590	
»	26	14.5	11.07	8514		»	12	13.5	8 83	8592	
»	27	15 2	9.80	8515		»	13	14 2	8 86	8593	
»	29	15 0	9.00	8517		»	14	12.4	8.83	8594	
»	30	9.4	9 20	8518	I.1.	»	15	13.0	8 93	8595	
Agosto	1	14 1	8.60	8520	I.1.	»	16	12 8	9 20	8596	
»	3	11 0	8 25	8522	I.1.	»	17	9.1	9.53	8597	
»	4	8.8	8.35	8523	I.	»	19	13.6	9.98	8599	
»	5	9.8	8.35	8524		»	20	12.3	10.30	8600	
»	6	13.7	8.85	8525	I.1.	»	21	13.1	11 21	8601	
»	8	14.0	8 85	8527	I.	»	22	12.5	11.60	8602	
»	10	9.1	9.40	8529		Noviem.	3	8.8	11.32	8614	
»	12	14.5	9.85	8531		»	4	7.7	11.57	8615	
»	13	15.9	10.30	8532	(c)	»	5	12.1	11 32	8616	
»	17	12 6	11 32	8536		»	7	7.6	11.57	8618	
»	19	10.8	11 45	8538		»	8	7.2	11 62	8619	
»	22	13.2	11 32	8541		»	9	12.3	11 52	8620	
»	24	15 0	11 52	8543		»	10	8.3	11.60	8621	
»	26	13 8	11.65	8545		»	11	13 8	11.52	8622	dif
»	28	15 7	11 32	8547		»	12	13.4	11.42	8623	dif
Septiem.	3	8 4	11.32	8553		»	13	12.3	11 22	8624	
»	4	9 0	11.32	8554		»	15	9.3	11.42	8628	
»	6	7.9	11 11	8556		»	19	13 2	11.42	8630	
»	8	8 0	11.52	8558	n	»	20	7 4	11.42	8631	I.
»	9	7.7	11.32	8559		»	22	12.2	<10 9	8633	I.1.
»	11	14.2	11.60	8561	dif	»	23	7.2	<11.1	8634	I.1.
»	12	13.1	11 60	8562		»	24	7 8	<10.9	8635	I.1.
»	13	15.0	11.32	8563		»	26	8.8	<10 9	8637	I.1.
»	14	13 8	11.77	8564		»	28	6.7	11.77	8639	I. dif
»	17	7.6	10.75	8567		»	30	11.6	<10.9	8641	I.1.
»	»	15.7	9 35	8567		Diciem.	2	7.2	8.65	8643	
»	19	13.7	8.55	8569		»	3	6.8	8.40	8644	
»	20	13.7	8.70	8570		»	4	7 3	8.60	8645	
»	22	11.5	8.90	8572		»	5	7.7	8.50	8646	
»	23	10 5	9.55	8573		»	6	8 3	8.55	8647	
»	25	12 8	10.30	8575	I.	»	9	7.3	8.55	8650	
»	26	15.7	10.80	8576		»	20	8 2	10.56	8661	I.
»	28	13.5	<11.1	8578	inv. I.1.	»	23	7.3	<10.9	8664	I.1.
Octubre	2	7 2	11 21	8582		»	27	7.3	<11.1	8663	I.1.
»	6	6.9	11.52	8586		»	29	6 5	11.32	8670	

### ABREVIATURAS

- l. .... claridad de luna.  
 l. l. ... id. muy fuerte ó molesta.  
 n. ... nubes ó niebla.  
 dif. ... observación difícil.  
 invis. la variable invisible teniendo un brillo más débil que el indicado en la casilla 3.

PERCY RYVES.



# SUMARIO DEL AÑO III.—(1909)

## Índice alfabético, por autores

	PÁGINAS
<i>Cámara</i> (Sixto).—Apuntes para la teoría geométrica de las líneas cíclicas de 4. <sup>o</sup> orden y de 1. <sup>a</sup> especie.....	1
<i>Espurz</i> (Demetrio).—Conexiones etéreo-eléctricas.....	68
— Conexiones etéreo-eléctricas.....	207
<i>Galán</i> (Gabriel).—Sobre la exactitud obtenida con las fórmulas de Wallis y de Stirling.....	148
— Un paralelogramo combinatorio.....	201
— La Astronomía en España. II, Madrid.....	224
<i>Gimeno</i> (Hilarión).—Monografía química española de fines del siglo XVIII. ....	113
<i>Izquierdo</i> (J. Antonio).—Observaciones meteorológicas en la F. de Ciencias de Zaragoza, año 1909..... 84, 177 y	262
<i>Navás</i> (Longinos).—Variedad nueva de pájaros de Aragón.....	158
— Líquenes de Aragón.....	160
<i>Rey Pastor</i> (Julio).—Sobre algunas cuárticas de 2. <sup>a</sup> especie.....	62
<i>Ryves</i> (Percy).—Observaciones referentes á la estrella variable S.S. Cygni.....	270
<i>Savirón</i> (Paulino).—Sobre la determinación del azufre en los combustibles.....	70
— Análisis químico de las aguas de la Pazana.....	72
<i>Silván</i> (Graciano).—Comisión internacional de enseñanza matemática.....	181
Cuadro de honor.....	196
<i>Bibliografía</i> ..... 88, 198 y	256
<i>Crónica</i> ..... 98 y	260
<i>Cuestiones propuestas</i> .....	100
<i>Cuestiones resueltas</i> .....	102

52 figuras. Una lámina