

NATURALEZA

CIENCIA É INDUSTRIA

DIRECTOR: D. JOSE CASAS BARBOSA

REDACTOR JEFE: D. RICARDO BECERRO DE BENGOA

3.^a ÉPOCA—AÑO XXVII

25 DE NOVIEMBRE DE 1891

NÚM. 10

SUMARIO: *Quincena científica*, por R. Becerro de Bengoa.—*El gravígrafo*, por Eduardo Mier.—*Los sistemas de transmisión rápida*, por Carlos Banús.—*El porvenir de los caminos de hierro eléctricos*, por M. P. S.—*El criptófono*.—*Efectos de las corrientes eléctricas de alta tensión*.—*Nuestros establecimientos científicos*, por Eduardo Torner.—*Varietades*.—*Notas industriales*.—*Crónica*.—*Noticias*.—*Recreación científica: Equilibrio con una pala y unas tenazas*.

QUINCENA CIENTIFICA.

Nuevos trabajos químicos de Moissan.—Los cuerpos halógenos y los metales.—El sulfuro de carbono sin olor.—El cloroformo absolutamente puro.—Los animales más grandes de la Creación.—Nuevos yacimientos considerables de fosfato de cal.—Falsificación de las harinas.—Más y más asteroides.

El ilustre químico, aislador del fluor, M. Henri Moissan, continúa realizando interesantes descubrimientos en su laboratorio. Refiérense los últimos á las combinaciones del fósforo y del yodo con el boro. En efecto, al tratar una disolución de fósforo en el sulfuro de carbono por el yoduro de boro, obtuvo un cuerpo, $PhBoI^2$, que calentado en el vacío y volatilizado á 200° , formó hermosos cristales rojos muy higroscópicos, que, en contacto del agua, se descomponen rápidamente. Este cuerpo arde en presencia del ácido nítrico monohidratado, produciendo ácido fosfórico, ácido bórico y yodo libre; es apenas soluble en el sulfuro de carbono, é insoluble en el tetracloruro de este mismo metaloide. Del mismo compuesto se obtiene otro, $PhBoI$, cuando puesto en el sulfuro de carbono se le trata por el sodio ó por

el aluminio en frío. La misma reducción de un equivalente de yodo, ó sea este mismo segundo compuesto, se obtiene reduciendo el primero por una corriente de hidrógeno á 220° . Cuando se calienta en el vacío, como el anterior, se volatiliza sin fundirse, y da también grandes cristales amarillo-rojizos mucho menos higroscópicos que los que aquél produce.

También son curiosas las experiencias que los químicos Sres. H. Gautier y G. Charpy han realizado acerca de la afinidad especial de los cuerpos halógenos con ciertos metales. Según ellos, el cloro y el bromo secos no se combinan con los metales tan rápidamente como se supone. Sólo lo hacen así el potasio, que detona al contacto del bromo líquido, y el aluminio, que primero se calienta y después se inflama en presencia de ambos metaloides. Al magnesio no le atacan, y á los demás muy lentamente. Ahora bien: la afinidad crece y la combinación es rápida con todos en cuanto se les adiciona agua. En este caso, si se ponen en contacto con el magnesio ó con el aluminio, se forman oxiclورو ú oxibromuro de ellos con desprendimiento de hidrógeno; ó tratándose del cobre, del zinc y del hierro, la combinación se verifica sin que el agua se descomponga.

¿Puede quitarse al sulfuro de carbono su mal olor característico? Según algunos químicos norte-americanos, parece que sí. He aquí cómo proceden: añaden al líquido un 1 por 100 de sublimado corrosivo, y lo agitan fuertemente hasta que se produzcan determinados sulfuros y la sal de mercurio se ennegrezca por completo. Se destila luego el líquido, y la porción destilada ya tiene un olor mucho más ligero y menos desagradable. Si se le añade entonces un tercio de su volumen de aceite de almendras, el sulfuro de carbono ya no huele mal, sino bien, exhalando un aroma muy parecido al del éter.

Otro químico muy eminente, el veterano M. Raoul Pictet, de la Universidad de Ginebra, ha conseguido obtener industrialmente el cloroformo absolutamente puro, sometándolo á un enfriamiento de 80 á 100° bajo cero, mediante la evaporación del protóxido de nitrógeno liquidado. A tan baja temperatura el cloroformo cristaliza, y todas las impurezas quedan en el líquido del residuo, del cual se separan los cristales. Si se añade á éstos un 1 por 100 de alcohol absoluto, vuelve á liquidarse el cloroformo, que tiene ya un olor mucho menos intenso que el ordinario. El líquido residuo de la cristalización es el que contiene las substancias tóxicas, según se ha demostrado administrándolo á algunos animales.

Gran memoria quedará de los trabajos de nuestro siglo relativos al descubrimiento de los animales microscópicos, casi, casi infinitamente pequeños; pero no será menos justa la que deje por el hallazgo de los animales más grandes de que pueden tener noticia las ciencias naturales. Así es, á la verdad. Acaba de regresar de su admirable expedición científica á las Montañas Roquizas del Oeste norte-americano la falange de sabios que partieron con ese objeto desde Washington, y, según las referencias de que se ha dado cuenta en varias Academias, las del geólogo M. A. Gaudry, en la de París, entre ellas, se han encontrado en los terrenos jurásicos de aquella cordillera, entre otros, los siguientes animales fósiles: el *Atlantosaurio*, de 24 metros de largo; el *Brontosaurio*, de 15, y el *Stegosaurio*, de 13, con grandes masas de huesos sobre la columna vertebral y fuertes espinas en la cola. Pronto se publicarán las curiosas notas completas de esta soberbia excursión, que tendrán extraordinario atractivo para las gentes aficionadas á las ciencias.

Á consecuencia de los positivos beneficios y grandes resultados que en la producción del trigo y de

otros cereales se obtienen con la aplicación de los fosfatos como abonos, se han dedicado los franceses, tanto en su país como en sus colonias, á descubrir yacimientos de esa substancia para explotarla y utilizarla con toda economía. Uno de los hallazgos más ricos ha sido el de los criaderos de la sierra de Gafsa, cerca de Chebika, en Túnez. La formación geológica, que contiene capas de fosfato de cal, se extiende, con más ó menos potencia, en una línea de 60 kilómetros, con una riqueza de 60 por 100 de fosfato y sin mezcla de hierro ni de aluminio. Cálculase que pueden extraerse, por ahora, á cielo descubierto, 10 millones de toneladas de mineral. Como el fosfato se aplica, según las distintas tierras de labor, ya ácido, como superfosfato, ó ya en su estado ordinario tribásico, y es un hecho su admirable virtud fertilizante, hácese cada día más consumo de esta materia en el cultivo del trigo. Mientras naturalistas y químicos se esfuerzan así en aumentar los productos, otros industriales menos humanitarios aguzan su ingenio para adulterar las harinas por todos los medios imaginables. En Alemania, según el *Sächsische Landwirtschaftliche Zeitschrift* (¡perdone el lector!), se falsifican ahora las harinas, salvados, sopas y otros productos, mezclando con ellos los desperdicios pulverizados del *corozo*, ó *nuez de piedra*, ó *nuez de Panamá*, de Guayaquil, etc., fruto de una palmera de aquellas regiones americanas que, por su densidad y dureza, se emplea en Europa para hacer botones, puños, bolas de juego y mil otros objetos de adorno. Los desperdicios de esta industria se venden á 2,50 pesetas cada 100 kilogramos, y esta substancia, pulverizada en un 14 por 100 en las harinas y sémolas, y en un 16 en los salvados, á simple vista, nadie puede diferenciarla en una mezcla de la harina común. No tiene valor alimenticio alguno; no es nociva; pero por su baratura se presta perfectamente á realizar el robo de peso de harina que hacen los fabricantes ó almacenistas de mala fe. En la estación de Pommritz, en Sajonia, consta que se habían recibido en pocas semanas más de 10.000 kilogramos de este polvo de corozo. Únicamente la vigilancia, provista de microscopio, puede librar al comercio honrado de matute semejante.

El año actual es fecundo en el descubrimiento de esos mundos pequeños llamados asteroides, que vagan, en compañía del nuestro y de los demás del sistema solar, por la inmensidad de los cielos, y que de seguro tendrán sus habitantes y todo. El descubridor más afortunado es M. Charlois, del Observatorio de Niza, que fundó M. Bischoffsheim, y que en

seis semanas, desde Agosto á Octubre, ha dado con seis nuevos, que hacen subir á 319 el número de los conocidos y catalogados. Este habilísimo astrónomo ha descubierto nada menos que *veinticinco* planetas pequeños desde que ocupa su puesto en Niza. Todos ellos giran entre las órbitas que recorren Marte y Júpiter.

R. BECERRO DE BENGOA.

EL GRAVIGRAFO.

III.

Si se representa por L la longitud del tubo en que se estudia la caída, la duración aproximada de ésta será:

$$t = \sqrt{\frac{2L}{9,8}} = 0,452 \sqrt{L};$$

de modo, que para valores de L de 1, 2, 3, 4 metros, corresponderían $0'',452$, $0'',639$, $0'',783$, $0'',904$ á los tiempos de caída; y designando por c una constante de construcción de la cámara, y por v la velocidad media de la placa, la longitud de ésta sería:

$$x = 2vt + c,$$

fórmula en la que pueden hacerse diversas hipótesis respecto á las cantidades que en ella entran.

Por ejemplo, si $L = 1m$, $c = 0,1$ y $v = 1$:

$$x = 2 \times 1 \times 0,452 + 0,1 = 1m,004,$$

longitud que no es excesiva, ni mucho menos; pero si se emplearan tubos de doble longitud y placas de doble velocidad, sería necesario el uso de cámaras de 4 metros de longitud, resultando entonces un material excesivamente embarazoso.

Llevan consigo, por lo tanto, las placas fotográficas ordinarias la necesidad de elegir tubos cortos para el gravígrafo y moderadas velocidades para ellas mismas; y aunque creemos que sea suficiente para las observaciones que $v = 4$, y que se estudie la caída en medio metro, resultando una cámara muy aceptable de $0m,91$ de longitud, como pudiera estimarse preferible la observación de mayor altura de tubo, parece oportuno dar el medio de conseguirlo, no sin dejar advertido que disminuyendo la velocidad de la placa puede aumentarse en la debida relación la altura de tubo observada, sin que sean necesarias cámaras fotográficas de excesiva longitud.

Dentro de la cámara oscura, en lugar del basti-

dor y de la placa ordinariamente usados, se pueden establecer dos cilindros, de ejes paralelos y verticales, girando el uno de ellos por un movimiento de relojería, y arrollando sobre su superficie cilíndrica un papel sensibilizado que del otro se fuera desarrollando, y que, al pasar del uno al otro cilindro, recibiese la impresión luminosa de los objetivos.

Siendo r el radio medio del cilindro motor y n el número de vueltas que da por segundo, la longitud de papel que ante los objetivos pasa en ese tiempo será:

$$n2\pi r = 6,284nr;$$

y aunque se exijan grandes velocidades á la película sensible, por ejemplo, de 6 metros, la igualdad

$$6 = 6,284 nr$$

demuestra que es fácil conseguirlo, puesto que bastaría que $n = 10$ y $r = 0m,095$, números que exigen poco más de $0m,38 = 4r$ para anchura de la cámara, aun cuando el tubo de caída tenga más de 4 metros de largo.

Queda por examinar la cuestión principal, que se refiere á la precisión de las observaciones hechas con el gravígrafo, y, por lo tanto, á los errores que al verificarlas se produzcan.

Hay, desde luego, entre esos errores uno sistemático, fácil de medir y de corregir, que procede de la separación que existe entre la vertical que recorre la esferilla en su caída y la graduación trazada en el tubo.

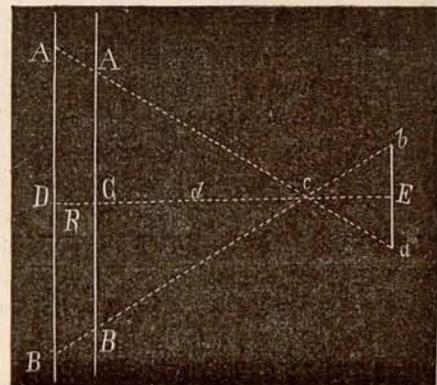


Fig. 10.

Siendo $A'B'$, figura 10, el camino realmente recorrido por la esferilla, correspondiente á las divisiones AB de la pared del tubo, y ab la imagen de la placa, el punto de cruce O de los rayos luminosos Aa y Bb quedará determinado, puesto que á la distan-

cia conocida EC ha de dividirse en la relación $\frac{ab}{AB}$.

Además, la proporción

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{OC}{OD}$$

dará

$$A'B' = AB \times \frac{OD}{OC} = AB \left(1 + \frac{CD}{OC} \right);$$

de manera que para obtener los espacios reales hay que establecer la ecuación

$$y = e \left(1 + \frac{R}{d} \right),$$

representando respectivamente por e , R y d las magnitudes AB , DC y OC , todas ellas perfectamente determinadas.

De poco cuidado y no excesiva importancia es esta corrección, dada la enorme desigualdad que entre R y d puede conseguirse que exista; pero si se antojara empresa difícil ó expuesta á error hacer las necesarias mediciones de EC y ab para deducir en cada observación el valor de d , no es difícil prescindir de ellas con tal de hacer un número par de observaciones.

Nótese, en efecto, que aparte de lo fácil que es conseguir que los puntos de división de AB vengán á estar en un plano vertical normal á OD , en vez de hallarse en el mismo que esta recta, con lo que resultarían eliminados los errores en cada observación por medio de sencillas correcciones, bastará, para conseguir esta eliminación, observar una vez con la graduación del tubo delante y otra con ésta detrás, teniendo al propio tiempo cuidado de disminuir próximamente, moviendo el tubo ó la cámara, la distancia ED , que hay al eje del tubo, en la cantidad R .

Claro es que así como con la graduación delante la esferilla recorre mayor espacio que el señalado por aquélla, sucede lo contrario en la posición inversa del tubo, para la que

$$y' = e \left(\frac{d}{d+R} \right),$$

según puede verse sobre una figura análoga á la 10. Haciendo una multiplicación de ecuaciones, miembro á miembro, resultará

$$yy' = e^2,$$

que teniendo presentes las dos

$$y = \frac{1}{2} g t^2,$$

$$y' = \frac{1}{2} g t'^2,$$

dará

$$e^2 = \frac{1}{4} g^2 t^2 t'^2 \text{ ó } e = \frac{1}{2} g t t';$$

de modo que con hallar el producto de los tiempos de cada par de observaciones, en vez del cuadrado de uno de ellos, resultará eliminada la corrección.

No cabe duda alguna de que el gravígrafo sirve para estudiar las leyes de la gravedad, pero sí puede caberla en que sus medidas resulten lo suficientemente precisas; y aunque sobre este punto la experiencia sólo puede decidir comparando entre sí los diversos valores que el aparato dé para g en un mismo lugar, y cotejándolos también con el que se obtenga simultáneamente por medio del péndulo, algo hemos de decir que justifique la esperanza de que el gravígrafo mida con la precisión que requiere el fin para que ha sido ideado.

Por fortuna, la mayoría de los cálculos en que interviene el valor de g no exigen extremada precisión, siendo más que suficiente para la determinación de las cotas dinámicas que aquel valor tenga solamente tres cifras decimales fidedignas (1).

Como el aparato de que tratamos se presenta con la modesta pretensión de ser de alguna utilidad para los trabajos de nivelaciones de precisión, examinemos si, al menos teóricamente, puede esperarse que sus resultados sean lo suficientemente precisos.

Obsérvese que dada la estructura de la fórmula

$$g = \frac{2e}{t^2},$$

los errores que mayor importancia tienen son los que en la determinación de t se cometan; y como además las longitudes llegan á apreciarse con una precisión asombrosa, y más que sobrada en este caso, podremos prescindir en esta digresión que emprendemos por el cálculo con números aproximados de los errores de e , considerando á este valor como exacto, ya que le han de sobrar decimales fidedignas para que pueda asegurarse que en g existan nada más que tres que lo sean.

Huyendo de las complicadas expresiones que aparecen tratando esta cuestión de cálculo por el método directo ordinario, y partiendo de que es el error de t por exceso el que más influencia tiene en el de g , estableceremos las ecuaciones siguientes en que E y ϵ designan esos errores:

(1) Véase Lallemand, ob. cit., pág. 25.

$$\frac{1}{\sqrt{g}} = \frac{t}{\sqrt{2e}} \text{ (números exactos),}$$

$$\frac{1}{\sqrt{g-E}} = \frac{t+\epsilon}{\sqrt{2e}} \text{ (números aproximados),}$$

de donde se deduce, por una simple resta,

$$\epsilon = \sqrt{2e} \left\{ \frac{1}{\sqrt{g-E}} - \frac{1}{\sqrt{g}} \right\};$$

y si se quiere que $E < F$, bastará que

$$\epsilon < \sqrt{2e} \left\{ \frac{1}{\sqrt{g-F}} - \frac{1}{\sqrt{g}} \right\},$$

ecuación que aplicada á un caso particular, haciendo $F = 0,001$ y $g = 9,800156$, que es el valor encontrado en Madrid, del que no diferirá en mucho la media de los que correspondan á los distintos puntos de España,

$$\begin{aligned} \epsilon &< \sqrt{2e} \left\{ \frac{1}{\sqrt{9,799156}} - \frac{1}{\sqrt{9,800156}} \right\} \\ &= 0,000023 \sqrt{e}, \end{aligned}$$

que aun en el caso de ser

$$\epsilon = 0^m,20 \text{ da } \epsilon < 0,0000103,$$

sobrando con que ϵ sea menor que una cienmilésima de segundo, aun utilizando tan reducidas dimensiones de caída.

Pero ¿es posible apreciar esa fracción tan pequeña de segundo? Antes de contestar, recordemos que en los trabajos de precisión es cosa corriente contar por micrones, es decir, por milésimas de milímetro; que utilizando el método de Fizeau para determinar los coeficientes de dilatación, tomando por unidad la longitud de la onda luminosa, se afirma que pueden medirse con seguridad magnitudes de unas cuantas millonésimas de milímetro, y que las balanzas de Rueprecht y de Bunge pesan con errores probables de una centésima de milígramo (1).

Además, la imaginación no puede concebir directamente la idea de estar compuesto un milímetro, no digamos ya de un millón de longitudes iguales, pero ni siquiera de un millar, ni puede, por lo tanto, formarse idea de la magnitud que al micrón corresponde. En cambio, es fácil figurarse á un proyectil que recorre su trayectoria con una velocidad de 1.000 metros por segundo, sobre todo hoy día que ya los

disparan los cañones con velocidades iniciales de muchos centenares de metros, y la imaginación menos despierta fácilmente concibe dividido ese kilómetro en decímetros y éstos en milímetros, dándose perfecta cuenta de que el proyectil necesita cierto tiempo pequeñísimo para recorrer cada milímetro, y con esta noción de tiempo adquiere la idea de lo que puede ser, no ya una cienmilésima de segundo, sino nada menos que una millonésima.

Otra prueba de que más fácilmente puede dividir el hombre, no sólo idealmente, sino en la práctica, el tiempo que las longitudes, es que así como gráficamente, ni aun valiéndose de las líneas más finas, es posible partir en micrones un milímetro, el segundo queda dividido en milésimas partes, perfectamente distintas y representadas por magnitudes relativamente grandes, en multitud de aparatos cronográficos, tales como los empleados para medir en fotografía la velocidad de los obturadores.

Si los diapasones usados en el gravígrafo dan m vibraciones simples y la placa tiene una velocidad media de v metros por segundo, claro es que cada $\frac{1}{m}$ de ese espacio de tiempo estará expresado por una línea recta de una longitud media de $\frac{v}{m}$ metros, co-

rrespondiente á la proyección de cada rama de senoide. Por pequeña que sea esa magnitud, aunque

$v = 1$ y $m = 1.000$, y por lo tanto $\frac{v}{m} = 1mm$, podrán

apreciarse sus milésimas partes; y en la hipótesis nada aventurada de que, durante una vibración al menos, fuera uniforme el movimiento de la placa, podrían apreciarse millonésimas de segundo y con mayor razón cienmilésimas.

Para hacer más palpable cuanto precede, supongamos preparado un cristal, de iguales dimensiones que la placa empleada, en el que hayamos trazado con un diamante, paralelamente á los lados menores, cuantas rayas quepan, separadas entre sí un milímetro, y pongamos yuxtapuestos el cristal y la placa, apoyándose el comienzo de las dos sinusoides de los bordes mayores de ésta en una misma de las rayas de aquél.

Así dispuestos la placa y el cristal, midamos el tiempo que corresponde á uno de los espacios de la placa, haciendo la observación con un microscopio micrométrico de retículo móvil, con el que se verán perfectamente las rayas de la placa y del cristal, que á mayor abundamiento pueden iluminarse vivamen-

(1) Arrillaga, *Discurso de su recepción en la Real Academia de Ciencias*, pág. 44.

te por transparencia con un espejo. La lectura, hecha con el tornillo micrométrico, de las distancias que median entre los puntos extremos del trozo de curva de caída que se estudie y aquellas rayas del cristal que á ellos estén más próximas, y de la que separa á éstas de las extremidades de las ramas desinusoides que hayan de evaluarse, dará, en micrones, varios números, que combinados por simples sumas y restas aun en los casos de menor sencillez, proporcionarán el valor de las fracciones de sinusoides que hayan de estimarse. Si, por término medio, una rama completa de éstas tiene una proyección horizontal de 2 milímetros, claro es que aparecerá esti-

mado el tiempo en $\frac{1}{2.000}$ de milésimas de segundo,

con un error menor de media millonésima, y que nada aventuramos, por lo tanto, al afirmar la posibilidad de apreciar cienmilésimas de segundo.

En una palabra, todos los adelantos que en las mediciones de las longitudes puedan hacerse, toda la precisión que en ellas pueda conseguirse, redundarán en beneficio de la apreciación del tiempo, que en el cronógrafo queda reducida á la medición de líneas sobre un plano.

Por otra parte, poniendo la placa yuxtapuesta al cristal rayado de que antes hablamos en un aparato de ampliación y sin recurrir á micrómetros, también es posible apreciar cienmilésimas de segundo, tomando la precaución de trazar en negro las rayas del cristal. Admitiendo que á la simple vista, con una escala graduada, puedan cometerse errores que no lleguen á $\frac{1}{4}$ de milímetro, será preciso que esta

magnitud represente $\frac{1''}{10^5}$; y si a es la escala de am-

pliación usada, será suficiente que en la placa estén

representadas cada cienmilésima de segundo por $\frac{1^{mm}}{4a}$

ó cada milésima por $\frac{100^{mm}}{4a}$, es decir, que cada rama

de sinusoide tenga de proyección horizontal $\frac{25^{mm}}{a}$;

y según valga a 10 ó 20, por ejemplo, bastará con que esa proyección fuera de $2^{mm},5$ ó $1^{mm},25$ por tér-

mino medio, es decir, que $\frac{v}{m}$ (v , velocidad de la pla-

ca; m , número de vibraciones del diapasón por segundo) tuviera esos valores; y como al menos puede contarse con que $m = 1.000$, sobraría con que v valiera 2,5 ó 1,25 metros. De modo que proyectando la imagen de la placa sobre un papel y sin más ins-

trumentos que un lápiz y un doble decímetro de los ordinariamente empleados en dibujo, sería posible obtener la apetecida precisión.

Sin embargo, fácil es que se objete que de no usar un tubo ennegrecido, dividido por puntos transparentes, ni podrá estudiarse la placa con el micrómetro ni con un aparato de ampliación, porque si bien los sinusoides se destacarán sobre un fondo blanco, en cambio las horizontales que trazaran los puntos de división y la curva de caída que á éstas corta resultarán transparentes, rodeadas por un fondo oscuro que imposibilitará hacer el estudio en la forma que hemos supuesto. Pero aun en ese caso tampoco son invencibles las dificultades, porque con prescindir del cristal en el examen micrométrico y hacer éste en una prueba positiva sacada sobre un papel previamente rayado, y con proyectar y dibujar primero sobre una pantalla las rayas del cristal y reemplazar luego éste, en el aparato de ampliación, por la placa, cuyas rayas se pintarán sobre la pantalla ya dividida, queda salvado todo inconveniente.

Para terminar con este ligero estudio que de la precisión de las observaciones gravigráficas hemos hecho, réstanos decir que el método que hemos seguido para su cálculo es por demás riguroso, y que si con el mismo fin se aplicara á otros aparatos que se estiman suficientemente precisos, no resultarían con esta indispensable cualidad, que adquieren, merced á la hipótesis admitida en el cálculo de probabilidades de la compensación de los errores casuales, por la multiplicidad de las observaciones; hipótesis que puede aplicarse al cálculo de las observaciones del gravígrafo, teniendo en cuenta que éste no sólo da muchos valores de g en una misma placa, sino que permite asignarles fácilmente, por simples lecturas hechas descansadamente en el gabinete, los pesos que el calculador juzgue oportuno, obteniéndose en definitiva de cada placa un gran número de valores de g . con los que se operará como el cálculo de probabilidades enseña, averiguando cuál es el que debe tomarse como más probable, su correspondiente error, su medida de precisión, etc., etc. Asunto todo él que ni ofrece novedad, ni explicaciones más amplias merece.

Pero ¿es seguro que en la película sensible se pintarán las líneas como se han supuesto? ¿Es suficiente el tiempo de exposición que la placa tiene en su carrera? A estas preguntas contestaremos con un hecho, dejando á un lado toda teoría: en los cronógrafos empleados en fotografía para medir en milésimas de segundo las velocidades de los obturadores, cronógrafos que son en esencia lo mismo que el

que hemos propuesto, la senoide que traza el diapasón resulta perfectamente clara y suficientemente espaciada; y como la curva de caída es bastante más corta que aquélla, y aún más lo son las horizontales correspondientes á los puntos de división del tubo, no hay duda alguna de que quedarán bien trazadas tanto éstas como aquéllas en virtud de un tiempo de exposición mayor que el que bastó para la fotografía de la senoide.

Otra objeción que al gravógrafo creemos que pudiera oponerse, es que la abertura de las placas supone conocida la posición de la imagen de la recta que pasa por el centro de las que corresponden á los tres objetivos; pero si está bien hecha la rectificación de la cámara fotográfica y los diapasones son isócronos, ó si son conocidos los diversos tonos de uno y otro, las senoideas proporcionan el medio de conocer las posiciones de esas rectas, uniendo los puntos de inflexión de una con los correspondientes de la otra curva, y en todo caso, si no se quiere recurrir á este medio ó se considera defectuoso, fácil es emplear otro que revele la situación de la fotografía de la vertical en cada instante, dando los espacios y tiempos correspondientes al movimiento en sentido horizontal de la placa.

Recordemos que en el gravógrafo hay un haz de rayos luminosos que pasa por la abertura de la pantalla, por el eje del tubo de caída y por los centros de los tres objetivos, y supongamos que entre éstos y aquél se interpone un cilindro de cartón ó de hoja de lata pintado de negro, que pueda girar más ó menos rápidamente, en torno de su eje, paralelo al del tubo y situado en esa especie de plano luminoso; cilindro que bastará con que tenga tres ó cuatro decímetros de alto y uno de radio, y que puede ponerse sobre el pilar del tubo de caída de modo que oculte la parte inferior de éste.

Supongamos también que á lo largo de ese cilindro, según generatrices diametralmente opuestas, se han hecho dos estrechas y largas escotaduras. Es evidente que el plano luminoso, al girar el cilindro, quedará interceptado en toda la altura de éste mientras esas dos escotaduras no se encuentren precisamente en él; de modo que á cada revolución del cilindro pasarán dos destellos que trazarán dos verticales cerca del borde superior de la placa, y que prolongadas en éste, después de revelada, darán diversas imágenes de la vertical.

En vez de dos escotaduras pueden disponerse varias, en número par, diametralmente opuestas, de dos en dos, y multiplicar hasta un límite más que sobrado el número de imágenes de la vertical, que,

como se comprende, no habrá inconveniente en obtener también en el borde inferior de la placa, situando otro cilindro giratorio en la parte superior del tubo.

Por lo tanto, de existir el inconveniente antes mencionado, fácil es acudir á su reparo con medios más que sobrados de anularle y sin necesidad de delicadas ni difíciles transformaciones del aparato.

El temor de alargar excesivamente este trabajo sin probable utilidad y con segura mortificación para el lector, nos obliga á prescindir de consideraciones que no habían de faltar, tratándose de un asunto tan complejo y delicado como es la determinación de la intensidad de la gravedad, á propósito del cual, como dice un sabio y modestísimo amigo nuestro, no está de más hablar hasta del sol y de la luna, cuya situación en el espacio algo ha de influir, y estudiándose además un aparato susceptible de infinitas modificaciones, cual es el gravógrafo, en cuyas determinaciones toman parte la óptica, la electricidad, la acústica, la fotografía y la metrología de precisión, que á tan interesantes digresiones se prestan.

Nuestro intento era dejar probado, lo más brevemente que pudiéramos, que es racional el intento de construir y ensayar el gravógrafo, único medio positivo de conocer su valor, sin que ni por un instante hayamos abrigado ridículas pretensiones de infalibilidad, que la experiencia, pronunciándose en contra nuestra, podría poner de manifiesto, y sin que se nos oculte que el idear semejante aparato no supone más que el conocimiento de los admirables trabajos que Marey y otros sabios han realizado, y de los valiosos y múltiples elementos que el gran adelanto á que las ciencias aplicadas han llegado, pone á la disposición de todo el que las estudia cuidadosamente.

EDUARDO MIER,

Capitán de Ingenieros.

LOS SISTEMAS DE TRANSMISIÓN RÁPIDA.

X.

Sistema Vianisi.—Puede considerarse como derivado de el del puente, y en él, aunque no se evita la bifurcación, como en los anteriores, se anula una de las barras por el procedimiento que vamos á examinar.

En cada estación extrema hay dos pilas dispuestas como indica la figura 66: la intermedia está constituida por dos extremas enlazadas de modo que sea posible la traslación. Cuando no se transmite, todas las pilas están en circuito corto por medio de los contactos 1 y 2 de los manipuladores y no hay corriente en la línea. Si se manipula en la estación de la izquierda, dichos circuitos quedan interrumpidos y las dos pilas P unidas en tensión: la corriente que resulta pasa á línea; pero en d hay una bifurcación, y como en esta bifurcación está intercalado el receptor M , para que éste no funcione, es preciso que no pase corriente por aquélla. Ya veremos luego cómo puede cumplirse esta condición, que supondremos por de pronto satisfecha. La corriente que va á línea, al llegar

al punto o de la estación intermedia, encuentra dos caminos: uno por el manipulador y la armadura del relevador de la derecha á o' , en donde hay nueva bifurcación; pero como la resistencia R luego veremos que ha de ser igual á la de línea, la mayor parte de la corriente va por $p'd'$ y el relevador S á tierra. La otra derivación que parte de o conduce á d' , y por ser relativamente grande, según ya hemos dicho, la resistencia de R , la mayor parte de corriente va por S : así que este relevador funciona, atrae su armadura, rompe el circuito corto de las pilas P'' y éstas se hallan entonces en el mismo caso que las P de la estación extrema; mandan, por consiguiente, su corriente á la estación de la derecha, en donde fácil es ver que el receptor funcionará. Vemos,

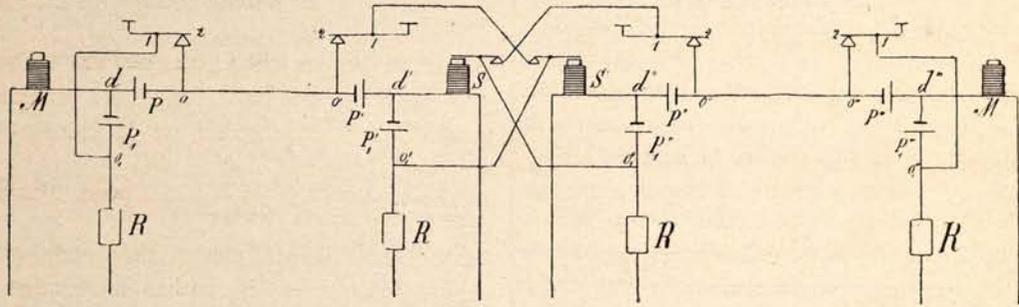


Fig. 66.

pues, que la estación intermedia obra como *trasladora*. Supongamos ahora que las dos estaciones extremas transmitan al mismo tiempo. Entonces en la estación intermedia los circuitos cortos de las pilas quedarán rotos, pues funcionarán en ella los dos relevadores S y S' ; en la línea de la derecha las corrientes de P'' y P''' se neutralizarán, y lo mismo sucederá con la de P y P' en la de la izquierda: en este caso los relevadores S , S' y los receptores M , M' funcionarán por medio de las corrientes de las pilas P , P' , P'' y P''' ; de modo que las señales formadas en la estación de la derecha se reproducirán en la intermedia, que las trasladará á la de la izquierda, al mismo tiempo que las de ésta pasarán á la de la derecha. Fácil es convencerse de que, cuando la estación intermedia quiera entenderse con las extremas, basta manipular, empleando el manipulador de la derecha

ó de la izquierda, según se quiera comunicar con la banda derecha ó izquierda.

Ahora sólo nos falta determinar las condiciones que han de cumplirse para que al transmitir no funcione el receptor de la propia estación. Llamemos I , I' é I'' á las intensidades de las corrientes que recorren los tres circuitos que se reúnen en el punto d , y que son respectivamente la línea, el dPR y el dM . Según la ley de Kirchhoff, deberá verificarse que

$$(1) \quad I = I' + I'';$$

pero como es preciso que se verifique que $I'' = 0$, resulta $I = I'$, y como en el circuito por donde circula I' no hay más resistencia que la de R , veamos cuál deberá ser el valor de ésta. Para calcularlo, observemos que, llamando E y E' á las fuerzas electro-motrices de las pilas P y P' , y r , r' y

r'' á las resistencias de los circuitos por donde circulan las corrientes I, I', I'' , se verificará, según la ley ya citada, que

$$(2) \quad E = Ir + I''r'', \quad E' = I'r' - I''r''.$$

Combinando las ecuaciones (1) y (2), resulta la

$$(3) \quad I'' = \frac{Er' - E'r}{r'r' + rr'' + r'r''};$$

y como $I'' = 0, Er' = E'r$.

Llamemos r_1 á la resistencia de cada una de las pilas, L á la de línea; y como en el circuito en que están intercalados los receptores las demás resistencias son muy pequeñas con relación á la de estos aparatos, podemos suponer que r'' representa la resistencia del receptor. Esto supuesto, la resistencia total del circuito comprendido entre d y la tierra de la otra estación será

$$(4) \quad r = r_1 + L + \frac{R(r_1 + r'')}{R + (r_1 + r'')} \quad (*).$$

Tenemos además, según las hipótesis hechas, que $r' = r_1 + R$.

Sustituyendo estos valores en la ecuación (3), resulta la

$$(5) \quad I'' = \frac{E(r_1+R) - E_1\left(r_1+L+R \frac{r_1+r''}{R+r_1+r''}\right)}{\left(r_1+L+\frac{R(r_1+r'')}{R+r_1+r''}\right)(r_1+R+r'')+r''(r_1+R)}$$

Como todas las pilas son iguales, $E = E_1$; luego para que $I'' = 0$, es preciso que

$$(6) \quad r_1 + R = r_1 + L + R \frac{r_1 + r''}{R + r_1 + r''},$$

ó sea

$$R^2 - RL - L(r_1 + r'') = 0,$$

de donde

$$R = \frac{L}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + L(r_1 + r'')};$$

y como R no puede ser evidentemente menor que

(*) Para llegar á esta fórmula hay que tener en cuenta: 1.º Que el circuito considerado esté compuesto hasta ó de una parte común cuya resistencia es $(r_1 + L)$, y á partir de o por dos derivaciones cuyas resistencias son respectivamente R y $r_1 + r''$. 2.º Que como todas las estaciones se hallan en condiciones idénticas, las resistencias de los reostatos, receptores, etc., deben ser iguales.

L , hay que desechar la segunda raíz de esta ecuación y tomar por valor de R la primera. Como la cantidad que hay debajo del radical no es cuadrado perfecto, no habrá ningún valor de R que satisfaga rigurosamente á la condición $I'' = 0$; pero la cantidad I'' resultará siempre muy pequeña.

Fácil es ver que, cumpliéndose las condiciones indicadas, se verificará que las señales sencillas y las simultáneas se producirán próximamente con igual intensidad. En efecto, cuando sólo transmite la estación de la derecha, la corriente que llega á d es debida á la pila que resulta de unir en tensión las P' y P_1 , cuya fuerza electro-motriz es E : esta corriente se bifurca al llegar á d , y la intensidad de la derivación que va al receptor es, según las leyes de las corrientes derivadas,

$\frac{IR}{R + r_1 + r''}$. Si ambas estaciones transmiten, la pila P ya hemos visto que quedaba neutralizada, y la P_1 es la que hace funcionar el receptor; de modo que la intensidad de la corriente que le

atraviase será $\frac{E}{R + r_1 + r''}$, pues ahora el circuito será el RP_1dM tierra; pero como por las leyes de Ohm $E = IR$, ambas cantidades resultan iguales. En la práctica estos dos valores no resultarán exactamente iguales, pues para que así sucediera fuera necesario que se verificara rigurosamente $I'' = 0$, lo cual ya hemos visto que no sucedía; pero se diferenciarán en una pequeñísima fracción de ampère.

El sistema Vianisi es sumamente sencillo: no exige, á excepción del reostato, que es común á casi todas las disposiciones, aparato especial; hasta los relevadores de la estación intermedia pueden suprimirse reemplazándolos por los receptores, que serán entonces los que efectúen la traslación. El único inconveniente que puede achacársele es el exigir mayor número de pilas, y el mayor gasto de éstas á causa de los circuitos cortos que se forman cuando no se transmite. Esto último podría evitarse intercalando entre el contacto z del manipulador y la pila P un interruptor. Estos dos inconvenientes no son de gran monta y reputamos el sistema Vianisi como uno de los más prácticos y sencillos.

El arreglo del aparato resulta fácil: para ello basta intercalar entre d y M un galvanómetro que debe marcar igual desviación cuando se reciba y cuando se efectúe la transmisión simultánea, y permanecer en cero cuando sólo transmita la propia estación. Esto se logrará modificando convenientemente la resistencia del reostato.

Duplex con dos relevadores combinados.—Con objeto de evitar la bifurcación de la corriente, necesaria en el sistema diferencial, M. Kovacerie ideó la combinación que indica la figura 67. Cada estación tiene dos relevadores: uno polarizado, R_1 ; otro sin polarizar, R ; el primero está dispuesto de modo que sólo le hagan funcionar las corrientes que vengan de línea, las cuales producen

el contacto de su armadura con el tope u ; en el estado de reposo el contacto se verifica con el u_1 , y las corrientes que atraviesan el relevador, partiendo de la misma estación, aseguran más este contacto. La armadura del relevador ordinario se halla en contacto con v_1 cuando por él no pasa corriente. Como puede verse en la figura, el receptor M se halla en un circuito local que no se cierra más que en el caso de que las armaduras de los relevadores se hallen respectivamente en contacto con u_1 y v_1 . Es fácil ver que, cuando no se manipula, las dos pilas P y P' envían á línea corrientes iguales y contrarias, y todos los relevadores se hallan en reposo: si la estación primera manipula, la corriente de P se cierra por el manipulador y por a ; y aunque por este punto

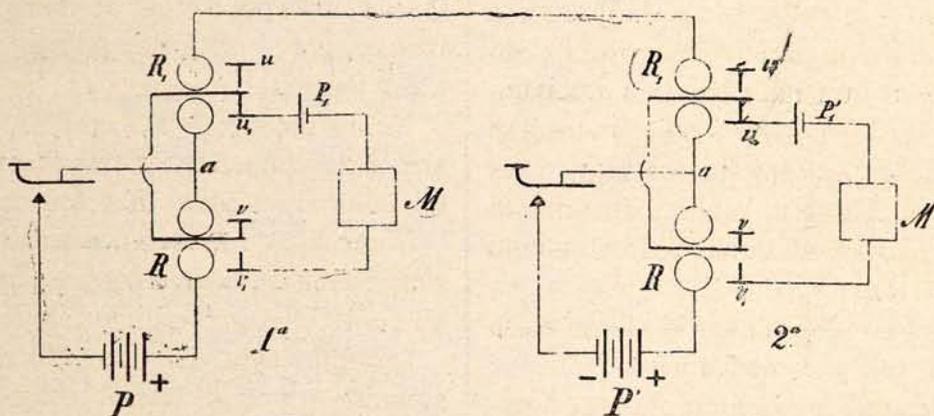


Fig. 67.

hay una derivación que conduce á línea, como la resistencia de ésta, más la del relevador R_1 de la propia estación y los dos de la segunda, es muy grande, puede reputarse como nula la corriente que pasa á línea. El relevador R funciona y su armadura se pone en contacto con v_1 ; pero como la corriente de la pila P' de la estación segunda no queda ahora contrarrestada, al penetrar en el relevador R_1 le hace funcionar, la armadura se pone en contacto con u y el circuito local de la estación primera sigue abierto y, por consiguiente, el receptor sin funcionar. En cambio, en la estación segunda la corriente de P' , no contrariada, pone en movimiento la armadura de R y la lleva á v_1 ; pero no produce efecto en R_1 , de modo que el circuito local en que se halla M' funciona.

Si ambas estaciones manipulan, los relevadores R entran en acción, sus armaduras se ponen en contacto con v_1 y los dos receptores funcionan.

Esta disposición responde al caso de que en ambas estaciones comuniquen con tierra los polos del mismo nombre; Kovacerie propone otra para cuando la comunicación se efectúe por los polos de nombre contrario. No la damos á conocer porque el sistema Kovacerie, aun cuando muy ingenioso, hoy ya no es susceptible de aplicación, pues existen combinaciones más sencillas, y que aun cuando exigen el empleo de reostatos, evitan los relevadores polarizados. Por otra parte, si existen en la línea derivaciones, las corrientes no se compensan por completo, y puede llegar á suceder, si las derivaciones tienen poca resistencia ó se hallan próximas á la estación, que la corrien-

te á que da lugar produzca movimiento en la armadura de *R*, y, por consiguiente, el cierre del circuito local que hace funcionar el receptor.

(*Se continuar.*)

CARLOS BANÚS.

EL PORVENIR DE LOS CAMINOS DE HIERRO ELÉCTRICOS

POR M. FRANK SPRAGUE (1).

La historia del desarrollo de los tranvías eléctricos es de las más instructivas. Desde el establecimiento del primero no han pasado más que una docena de años, y hace cuatro apenas se encontraban algunas instalaciones aisladas.

El primer camino de hierro eléctrico explotado de una manera regular, el de Richmond, fué abierto al comenzar el año 1888. Después se han instalado más de 350 en América, en Australia y en el Japón: estas vías tienen actualmente un desarrollo aproximado de 4.000 kilómetros, por los cuales circulan 4.000 coches y 7.000 motores. Más de 10.000 personas se ocupan en la explotación de esos ferrocarriles, y es de notar que, hasta el presente, ningún documento oficial acusa muerte alguna ocasionada directamente por la corriente eléctrica.

Sólo en los Estados Unidos el capital afecto á esa industria pasa de 250 millones de francos.

De los tres métodos que pueden emplearse, á saber: la tracción por acumuladores, el sistema de conductores subterráneos y el de hilo aéreo, sólo este último ha dado buenos resultados. Para no entrar en discusión sobre las objeciones más ó menos sentimentales que se hacen contra este sistema, puede decirse que todas desaparecen ante una instalación convenientemente hecha.

Con los tranvías de tracción animal es difícil subir rampas de 5 por 100, aun con caballos suplementarios. El motor eléctrico puede, por el contrario, arrastrar un coche de doble peso en desnivelaciones de 10 á 13 por 100, y con doble velocidad. Los viajes son más agradables á consecuencia de la confortable disposición de los coches; no hay que ocuparse del empedrado del camino, y quedan suprimidos los establos, cuyas cercanías son siempre más ó menos desagradables.

La utilización del motor como dinamo quita todo peligro al descender por las pendientes, aun cuando

el sistema exterior llegue á fallar por completo. Esta consideración ha sido una de las más poderosas que han inclinado al Gobierno italiano á conceder el permiso para la reapertura de la línea de Fiesola á Florencia, después del accidente ocasionado por un coche que descarriló en una curva, antes de la adopción del freno actualmente en uso.

Se puede emplear la corriente eléctrica para la calefacción de los carruajes, desembarazándose así de los caloríferos. En las grandes pendientes es posible utilizar la energía del tren, no sólo para accionar el freno, sino también para calentar los coches, y esto sin gastar energía de la estación central. Hace algún tiempo que se emplea una disposición de ese género en una línea de Pittsburg.

Por medio de la tracción eléctrica se puede aumentar notablemente el número de kilómetros recorridos en un tiempo dado: se han establecido caminos donde era imposible emplear caballos, vapor ó cables. Así se ha podido conseguir que los habitantes de una población economicen trabajo por un lado, y, por el otro, tiempo que pueden emplear más útil y agradablemente.

En lo tocante á los empleados, es seguramente más digno hacer obrar una fuerza misteriosa que estar obligado á hacer marchar caballos cansados.

Como las cosas se encadenan siempre, la extensión de los tranvías eléctricos ha provocado un nuevo desarrollo del servicio telefónico.

La influencia del aumento de velocidad merece atención especial. Las objeciones á las grandes velocidades en los alrededores de las ciudades provienen principalmente de los habitantes de las casas de campo; pero no tienen en cuenta las ventajas que por otro lado se les proporcionan. Los municipios han intentado limitar la velocidad, y puede decirse que esa velocidad ha sido constantemente rebasada.

Cuando las calles son suficientemente anchas y se sabe que la velocidad ha de ser grande, todo el mundo adquiere pronto la costumbre de estar fuera de los rails, y las personas que habitan en los arrabales aprecian mucho la ventaja de un transporte rápido. Las grandes velocidades en las calles moderadamente pobladas son, después de todo, una cuestión de educación, y esta educación es rápida. Yo he recorrido recientemente uno de los arrabales de Cleveland con velocidades de 20 á 30 kilómetros por hora.

Añadamos á esto que el valor de un terreno depende del tiempo necesario para llegar á un centro importante. El tiempo es el que interviene, y no la distancia.

El resultado de los tranvías eléctricos ha sido au-

(1) De *The Forum*: New-York, Septiembre de 1891.

mentar considerablemente el valor de la propiedad en las cercanías de las ciudades.

Es muy probable que la tracción eléctrica resuelva el problema del tránsito por el interior de una gran ciudad. Hasta ahora, existen tres métodos para efectuar ese transporte: el camino de hierro metropolitano de Londres con su túnel subterráneo; el camino de hierro por viaducto de mampostería, de Berlín, y el camino de hierro elevado sobre puentes metálicos, de New-York. Todas estas líneas emplean la tracción de vapor en forma casi igual á los caminos de hierro ordinarios, y satisfacen más ó menos á las exigencias del público; pero ninguna alcanza el ideal del transporte de viajeros en las capitales muy pobladas.

No hay que perder de vista que estas líneas no han sido construídas ó proyectadas hasta que la ciudad había tomado un desarrollo considerable, y las demandas de transporte eran bastante importantes para pagar los gastos.

Los promotores de dichas líneas tenían que resolver, por consiguiente, problemas complicados, sobre todo bajo el punto de vista legal y con relación á las dificultades de construcción. Las líneas de este género deben seguir, en cuanto sea posible, las grandes vías de comunicación, y causar el menor daño ó trastorno á las cosas existentes.

Para establecer un camino de hierro por el interior de una ciudad, se puede adoptar uno de los sistemas siguientes: una vía elevada construída de acero, un viaducto de mampostería, un túnel abierto parcialmente á través de las calles, un túnel tubular de hierro conteniendo una ó varias vías, y, finalmente, un túnel perforado profundamente en el suelo.

Como fuerza motriz, es necesario elegir un sistema que pueda amoldarse á esta variabilidad de condiciones y que permita resolver el problema de transporte rápido en las grandes poblaciones, con facilidades de que en otros tiempos no se tenía idea alguna.

Los ingenieros ingleses han construído recientemente un sistema de túneles profundos bajo la *City* de Londres (1). La experiencia ha resultado perfec-

(1) Por estos túneles, extendidos también por el Sur de Londres con un desarrollo de 6 kilómetros, circulan, desde Noviembre de 1890, trenes movidos por la electricidad, á razón de 24 kilómetros por hora, incluyendo las paradas. El éxito de esta atrevida empresa ha decidido á las Cámaras inglesas á adoptar un *bill* autorizando la construcción de otro ferrocarril eléctrico subterráneo por el centro de Londres. En Francia, la Prefectura del Sena ha abierto una información, y ya existe un proyec-

tamente bien, y es de desear que este ejemplo ejerza una influencia decisiva sobre los planes de construcción del nuevo camino de hierro que se proyecta en New-York.

Los viajeros suburbanos son actualmente esclavos de las horas de servicio de los trenes, porque se emplea el vapor para efectuar la tracción. Se expiden á intervalos largos trenes remolcados por poderosas máquinas: estos trenes se estacionan, después de su formación, durante diez ó veinte minutos al menos; los viajeros llenan las salas de espera mucho tiempo antes de la hora de salida, y frecuentemente se ven obligados á atropellarse para encontrar sitios convenientes. Estas condiciones son consecuencia de la tracción por vapor, porque no se puedan formar económicamente pequeños trenes; pero no es ese el género de servicio apropiado al transporte de viajeros en las ciudades: conviene acercarse todo lo posible al que se obtiene con los tranvías ordinarios, empleando velocidades mayores.

Para fijar las ideas, supongamos una línea de 30 kilómetros, con cierto número de estaciones, y admitamos que la distancia media de cada viaje sea de 15 kilómetros. Con una velocidad de 45 kilómetros por hora, la duración media de cada viaje será de veinte minutos, con un máximum de cuarenta minutos.

Si partieran cada veinte minutos coches únicos, en lugar de partir cada ochenta minutos como ocurre con trenes de cuatro coches, el primer género de servicio dará resultados más satisfactorios, aun cuando se marchara en el segundo caso á 60 kilómetros por hora. Es un hecho reconocido que el gasto del material proveniente de las paradas, excede frecuentemente á las cantidades recaudadas de las personas para quienes el tren se detiene.

Con el sistema eléctrico las cargas se reparten más por igual, y se aumenta la economía en la fuerza necesaria; esto es, se reduciría al mínimum el gasto por coche-kilómetro. Es imposible realizar con el vapor un sistema en que las unidades sean muy pequeñas, porque la locomotora por sí misma debe ser bastante grande y sólida para que pueda arrastrar tras ella á todos los coches.

La elasticidad de la aplicación de la electricidad suprime esta objeción, puesto que el motor eléctrico puede montarse como unidad independiente para

to aprobado por el Consejo municipal con objeto de establecer un tranvía tubular subterráneo de tracción eléctrica desde el bosque de Bolonia al de Vincennes, pasando por el centro de París.—(N. del T.)

arrastrar las demás unidades, y puede también colocarse un motor en cada coche. Esto es lo que se hace, en efecto, para los tranvías eléctricos que circulan por las calles; los motores son, sin embargo, bastante fuertes para arrastrar un coche adicional.

Hay otra cuestión que merece considerarse en el tráfico suburbano. Pocas personas viajan por distraerse, dados los viajes que se pueden hacer actualmente. El humo, las partículas de carbón, el ruido, el polvo, todo contribuye á hacerlos poco agradables. El humo y el polvo de carbón son comunes á todos los coches; pero el polvo que levanta el movimiento del tren, afecta mucho más á los primeros que á los últimos coches. Con el motor eléctrico los inconvenientes del carbón desaparecen, y con un corto número de coches el polvo no existe. Estas consideraciones hacen que los viajes en un coche eléctrico de velocidad considerable, sean más agradables que fatigosos, y, por consecuencia, será cada vez más fácil y cómodo el vivir en los arrabales. Es además necesario que esos viajes se efectúen sobre rails especiales y no sobre los rails que sirven también al transporte de mercancías en las grandes líneas. Un ejemplo de línea independiente de este género existe en Chicago: en esta línea circulan aproximadamente 74 trenes en cada dirección durante las diez y ocho horas de servicio.

La cuestión que ahora se nos presenta es la de saber si se podrá aplicar la electricidad en las grandes líneas para viajeros y mercancías. He aquí mi respuesta: dada nuestra actual manera de ver este género de transporte y con nuestro método de expedir los trenes, no es probable; pero creo que podríamos servirnos de otro método en el cual la electricidad podía hacer un papel muy eficaz. Puesto que se piden siempre los medios más rápidos y más lujosos de transporte, no es imposible que la electricidad pueda ayudar á resolver el problema.

Casi todas las personas que se ocupan de la industria de los caminos de hierro, están de acuerdo en que se ha realizado todo ó casi todo lo que los caminos actuales pueden dar de sí, y que apenas es posible llegar á velocidades más considerables. Una velocidad máxima de 135 kilómetros por hora, con una velocidad de régimen de 100 á 125 kilómetros, es todo lo que se puede esperar en las mejores condiciones. La mayor de las dificultades consiste en la generación del vapor, pues exige la mayor atención de parte de los fogoneros; y cuando la máquina arrastra una carga grande, es necesario que tengan especialísimo cuidado para que el vapor no se pierda en el camino.

La velocidad máxima que la locomotora es capaz de alcanzar, no ha sido aumentada desde hace muchos años. Se han podido disminuir las duraciones del trayecto nivelando las vías y rectificando las curvas, colmando las torrenteras y reemplazando las construcciones de madera por construcciones de hierro ó mampostería; además, empleando rails más sólidos, buenas agujas y otras mejoras de detalle; en una palabra, arreglándose de la mejor manera para mantener una gran velocidad en más largos trayectos.

Por lo que concierne á los motores eléctricos, la cuestión no es saber si se podrán construir motores bastante fuertes para arrastrar trenes muy cargados, sino saber cómo se puede suministrar económicamente la electricidad á un motor de ese género. Esto es un problema de presión eléctrica.

Todo ingeniero electricista espera que, en un plazo no lejano, se podrá obtener la electricidad directamente del carbón sin la intervención de máquinas ni de dinamos. Hasta el presente nos vemos obligados á servirnos de los métodos existentes, y dependemos en general de la máquina de vapor. Necesario es, por consiguiente, examinar si es posible ampliar lo que existe actualmente, y á este propósito me propongo considerar la posibilidad de un servicio de trenes *express* entre New-Jersey y Filadelfia.

Supongamos que se ha construído una vía especial para este caso, cuya vía tenga pocas curvas y desnivelaciones. Para suministrar la electricidad á los carruajes, se suspendería por encima un conductor, completándose el circuito por los rails y la tierra. La fuerza motriz sería producida por muchas estaciones centrales con máquinas de triple expansión que accionaran directamente las dinamos.

Conviene ahora ver si el precio del cobre no será excesivo, si la fuerza electromotriz de la línea no será muy elevada y si el número de estaciones necesarias puede ser pequeño.

La presión eléctrica puede aumentarse, según creo, hasta el punto necesario para obtener una solución económica. Medios se encontrarán de emplear muy altas presiones, especialmente por una buena construcción. El problema viene á ser análogo al que ha tenido que resolverse cuando se trató de emplear el vapor á gran presión en las locomotoras y á bordo de los buques.

Precisaremos nuestras ideas partiendo del ejemplo siguiente:

Durante un período de trece horas hay sobre 21 trenes regulares que salen de Jersey-City para Filadelfia, de los cuales 12 no se detienen más que una

ó dos veces. Hay, además, cierto número de trenes locales que se detienen en todas las estaciones. Fijándonos sólo en los trenes directos, y calculando que lleven por término medio cinco coches cada uno, habrá en las trece horas 105 coches que parten de Jersey-City, lo que representa aproximadamente dos coches cada cuarto de hora.

Supondremos que la línea esté á nivel, como está realmente, y aumentaremos en una mitad los coches expedidos, saliendo dos cada diez minutos. Conviene advertir que el sistema eléctrico facilita mucho la aplicación del *Block-system* (1). Supongamos todavía que la distancia á Filadelfia, que es de 145 kilómetros, sea recorrida con velocidades medias de 100 kilómetros por hora.

El conductor aéreo debe ser de cobre macizo, de 25 milímetros de diámetro para cada vía. Esta dimensión nos servirá en nuestras evaluaciones, y no es, por lo demás, lo bastante gruesa para hacer la línea reproductiva.

La Compañía Bell posee una línea telefónica á larga distancia entre New-York y Boston, distantes entre sí 500 kilómetros, ó sea tres veces y media más que la distancia que acabamos de considerar. Cuando yo visité esa red tenía 70 hilos, cuya sección reunida correspondía á 400 milímetros cuadrados. El peso total de esta línea es, por consiguiente, un 40 por 100 mayor que el de los conductores que propongo para el camino de hierro en cuestión.

Si los coches tienen las mismas dimensiones que los que se emplean en los caminos de hierro elevados de New-York, el tren, con los motores y los viajeros, pesaría sobre 50 toneladas. Es fácil determinar que la presión eléctrica necesaria para accionar un sistema en el cual se tendrán á cada instante 18 unidades de dos coches en acción, y con una estación en el centro, sería aproximadamente 3.600 volts en el punto más lejano y sobre $\frac{1}{9}$ más alta en la estación.

Ésta es una presión eléctrica elevada. ¿Pueden emplearse presiones tan considerables? Yo creo que se podría más adelante, no actualmente (2); por lo de-

(1) Sistema de bloqueo de la vía ó de protección de los trenes que marchan por ella, empleando señales visibles á largas distancias, y cuyas señales se efectúan con el auxilio más ó menos directo de la electricidad. Los sistemas de protección completamente automáticos, son facilísimos de aplicar en los ferrocarriles eléctricos. Con dichos sistemas, la seguridad de la circulación y el rendimiento de una línea se aumentan considerablemente.—(N. del T.)

(2) Hoy se emplean ya práctica, segura y económicamente potenciales de 10.000 volts, por la «London

más, no es necesario de todo punto el emplear esa presión, porque las leyes más sencillas de la electricidad permiten disminuirla. Estas leyes son las siguientes:

El peso del cobre necesario para transmitir una cantidad dada de energía, con una pérdida también dada, es inversamente proporcional al cuadrado de la presión eléctrica empleada.

La distancia á que se puede transmitir esa energía con un conductor dado, es directamente proporcional al cuadrado de la presión.

El peso del cobre necesario cuando la estación se encuentra en el centro del sistema, no es más que la cuarta parte del que se necesita cuando la estación se encuentra en una de las extremidades.

El peso del cobre es también inversamente proporcional al cuadrado del número de estaciones motrices espaciadas convenientemente.

La presión eléctrica es, por consiguiente, inversamente proporcional al número de estaciones.

Si en lugar de emplear dos conductores aéreos del mismo potencial, disponemos un circuito de tres hilos, se disminuye á la mitad el potencial que existe entre el conductor y la vía. En el primer caso, el hilo forma una parte del circuito, y la vía la otra; en el segundo, los dos hilos aéreos corresponden á las bornas terminales de las dinamos acopladas en serie de dos, y la vía forma el conductor compensador, negativo con relación á uno de los conductores aéreos, positivo con relación al otro.

Aplicando las leyes antedichas, formaremos el cuadro siguiente:

Número de estaciones.	Distancia en kilómetros.	Potencial con dos hilos.	Potencial con tres hilos.
1	»	3.516	1.808
2	72	1.808	904
3	48	1.205	603
4	36	904	452

Electric Supply Corporation,» para la transmisión de la energía eléctrica entre Deptford y Londres, con corrientes alternativas. Durante la Exposición de Francfort, que acaba de terminar, se ha efectuado un ensayo de transmisión de fuerza por la electricidad entre Lauffen y Francfort (175 kilómetros), donde se ha llegado á la enorme presión de 40.000 volts, con hilos desnudos de cuatro milímetros de diámetro. El éxito de esta temeraria empresa ha superado todas las esperanzas, aprovechándose en Francfort, según parece, el 75 por 100 de la energía generada en Lauffen.—(N. del T.)

En el último ejemplo hay cuatro estaciones distantes entre sí 36 kilómetros; y empleando el sistema de tres hilos, con los rails como compensadores, la presión eléctrica es la que se emplea actualmente en nuestros tranvías eléctricos, aunque es bastante más baja que la que es conveniente para este género de trabajo. Es fácil de emplear el segundo ejemplo, ó sean dos estaciones distantes 72 kilómetros, y que exige con el sistema de tres hilos 904 volts.

Conviene advertir que se ha puesto la condición de hacer circular unidades á cortos intervalos. Esta condición es absolutamente necesaria cuando se trata del transporte á larga distancia por la electricidad, y caracteriza en cierto modo los caminos de hierro elevados, por lo cual debe aplicarse siempre que se consideren viajes suburbanos.

No es posible, bajo el punto de vista comercial, accionar desde una estación fija las grandes unidades en largas distancias y á intervalos largos é irregulares.

El sistema que acabo de exponer no es solamente posible, sino prácticamente aplicable, y revolucionaría la manera de viajar.

M. P. S.

EL CRIPTÓFONO.

La criptofonía tiene por objeto la vigilancia oculta que puede ejercerse á gran distancia valiéndose de aparatos avisadores y de micrófonos que funcionan á la menor trepidación, sacudida ó conmoción del suelo ó piso en que están instalados, ó también de la misma agua en que á veces están sumergidos.

El sistema le constituyen:

1.º Los transmisores locales ó *criptófonos*, compuestos esencialmente por un mecanismo avisador, que es en principio un interruptor de corriente muy sensible á la acción de las vibraciones, y un micrófono. Estos aparatos están emplazados en el lugar que precisa vigilar.

2.º Un aparato de observación, llamado *criptofonóscopo*, que permite conocer, por medio de señales convenientes que afectan al oído y á la vista, la intensidad, la posición y la sucesión de los ruidos recogidos por los criptófonos. Esta estación queda completada por dos teléfonos que permiten al observador, prevenido ya por los anunciadores, escuchar atentamente y analizar los ruidos producidos en las cercanías de un determinado transmisor local.

3.º Los conductores que comunican cada criptófono local con el lugar de observación.

Los aparatos anunciadores están dispuestos en el mismo orden que el establecido para los criptófonos con que comunican; resultando de tal disposición que el funcionamiento de uno de aquéllos, cualquiera que sea, señala á la persona dedicada á la vigilancia la posición del lugar donde el ruido se haya producido; así como el funcionamiento sucesivo de todos ellos advertirá á la misma del paso de un individuo ú objeto cualquiera, dándole á conocer la dirección de su marcha y el tiempo empleado en ella. Además, al ponerse en marcha un aparato de esta clase, determina la vibración de un timbre de alarma que pone en guardia al vigilante.

El organismo que mayor interés ofrece en este sistema de vigilancia es el transmisor local ó criptófono propiamente dicho, y más particularmente todavía el interruptor equilibrado que, con un micrófono de cualquier clase, constituye el transmisor.

El criptófono ocupa el interior de una caja de palastro, fundición, madera ú otra substancia que deberá disimularse fijándola debajo de una plataforma de cierta superficie que se entierra en el suelo, ó bien disponiéndola bajo un piso, bóveda ó construcción cualquiera. El interruptor lo compone una palanca equilibrada, suspendida en la cara superior de la caja por una lámina metálica muy flexible, y dispuesta de modo que uno de sus brazos toca, por su extremo, á un contacto en comunicación con la caja, y por ésta con tierra; por otra parte comunica con el hilo de línea que la pone en relación directa con el criptofonóscopo. Esta misma palanca lleva móvil, sobre una parte afilada, un contrapeso que puede correr á lo largo de ella, y cuya posición debe ser calculada en el momento de la construcción, de manera que produzca una ligera presión entre la extremidad de la palanca y el contacto mencionado.

Bajo la acción de trepidación ó vibraciones de cualquier género producidas cerca del aparato, la palanca no oscila, no toca de continuo el contacto por lo que interrumpe la corriente, dando lugar á que en el receptor sean reproducidas las mismas variaciones, que provocarán el funcionamiento y aparición de las señales.

EFFECTOS DE LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN.

Muy poco se lleva adelantado en el estudio de los efectos á que dan lugar las corrientes alternas de

potencial elevado; así que cualquier trabajo dirigido á la adquisición y aumento consiguiente de los conocimientos que hasta hoy se poseen en esta materia, es natural que interese y tenga resonancia en el mundo científico.

Ya se conocían las curiosas demostraciones realizadas en la reciente Exposición de Francfort por los Sres. Siemens y Halske, valiéndose de corrientes de 20.000 volts; pero hoy quedamos gratamente sorprendidos por la noticia de las experiencias hechas en la *Exposición naval* por los hermanos Siemens, de Londres, que han empleado para las mismas un aparato capaz de originar una corriente de dos ampères á la enorme presión de 45.000 volts, es decir, de una potencia suficiente á desarrollar unos 120 caballos. Los fenómenos observados al experimentar con esta corriente han sido tan bellísimos como interesantes, y tales como á continuación los describimos.

Separando por una ancha lámina de cristal, de 3 milímetros de espesor, los dos electrodos; de 7 centímetros de diámetro uno de ellos, unido á un transformador; situado el otro, que termina en punta, á 3 centímetros de distancia de aquélla, y haciendo actuar la corriente, se notó en un principio un resplandor purpúreo que, partiendo de la punta, se dirige hacia la pantalla. Aumentando después la f. e. m., este fenómeno cedió su lugar á otro no menos bello, apareciendo un festón de lengüetas ó picos luminosos, de un brillo cada vez más intenso, que herían al vidrio y parecían esforzarse por atravesarle ó contornearle. En fin, cuando la tensión alcanzó los 45.000 volts, el espectáculo cambió de repente, y un resplandor, que de púrpura se convirtió en un blanco vivísimo, tan extraordinariamente brillante que resultaba imposible fijar en él la vista, envolvió la lámina en toda su extensión.

Reemplazando por un disco de 3 centímetros de diámetro el electrodo puntiagudo, y sosteniendo su separación de la pantalla por tres trocitos de carbón, se observó primeramente una luminosidad comparable á la llama de un mechero Bunsen, salvando el intervalo de este electrodo á la lámina; más tarde, y á medida que la tensión de la corriente crecía, aparecieron las mismas lengüetas ó festones luminosos que en el anterior caso, comparables ahora á los pétalos del crisantemo, y que parecían marchar al encuentro del otro electrodo, ganando los bordes de la placa. Cuando se hubo alcanzado la máxima tensión, se rompió en mil pedazos el cristal que la formaba.

Á la distancia de 12 centímetros, los electrodos no eran ya separados por ningún dieléctrico, y entonces, el arco luminoso se produjo bajo la forma de

dos llamas perpendiculares á los mismos y paralelas entre sí. Á medida que aquéllos se aproximaban, estas dos partes del arco sufrían una inflexión con toda la apariencia de una repulsión mutua. En tales condiciones, era muy poca la intensidad lumínica.

La enorme f. e. m. empleada para tales experiencias, ha sido obtenida por intermedio de dos transformadores: el primero, un Siemens especial que transformaba una corriente de 80 volts en otra de 2.000; y el segundo, uno de tipo ordinario que convertía esta última en una corriente de 45.000 volts, de la que se han servido los hermanos Siemens para sus interesantes trabajos.

NUESTROS ESTABLECIMIENTOS CIENTÍFICOS.

LA ACADEMIA DE INGENIEROS MILITARES (1).

V.

SEGUNDA ÉPOCA.

La Academia especial de Ingenieros de Guadalajara hasta su transformación en Academia de aplicación.

III.

El 13 de Septiembre de 1833 la Academia, pocos años antes instalada en Arévalo, fué trasladada á Guadalajara, donde ha continuado, excepto en los años de 1837 (Agosto) á 1840, que provisionalmente estuvo en Madrid, á consecuencia de las diversas fases que presentó la primera guerra carlista.

En previsión del traslado, en 1833, y pensándose en la reorganización completa de la Academia, el capitán de Ingenieros y profesor D. Fernando García San Pedro presentó una bien estudiada Memoria, en la que, después de analizar detenidamente los Reglamentos anteriores (2), se ocupaba de la admisión de alumnos, de las reformas en el plan de estudios, exámenes, libros de texto, Juntas de profesores, etc., etc.; en una palabra, proponía una completa reforma. Este trabajo fué en 1835 sometido al examen de una Comisión, formada por el coronel D. Bartolomé

(1) Véase NATURALEZA, CIENCIA É INDUSTRIA, números 2, 4, 5, 6 y 7.

(2) Esta Memoria, como los informes á que dió lugar, se conservan en los libros de actas de la Academia correspondientes á aquellos años.

Amat, antiguo profesor de la Academia de Alcalá, y el capitán D. Celestino del Piélago, profesor entonces de la de Guadalajara. Amat se declaró entusiasta partidario de la reforma, con pequenísimas variaciones; Piélago, por el contrario, defendió el antiguo sistema. El Ingeniero general, en vista de esto, ordenó á la Junta de profesores la redacción de un proyecto de Reglamento que abrazase todos aquellos puntos que se creyeran precisos para la buena marcha del establecimiento en lo sucesivo. Nombróse con este fin á D. Celestino del Piélago, D. Fernando García San Pedro y D. Francisco Martín del Hierro, quienes presentaron un proyecto que, aprobado con ligeras modificaciones, fué puesto en vigor, aunque con carácter provisional, en 1.º de Julio de 1835. La Comisión, sin embargo, continuó sus tareas, las que, unidas á las de la Junta de profesores, produjeron el Reglamento definitivo, planteado por Real decreto de 1.º de Octubre de 1839, en virtud de la autorización concedida al Gobierno por las Cortes en 26 de Abril de 1836.

Este Reglamento, que conservó lo esencial del proyecto de García San Pedro, determinaba lo que sigue:

El examen de ingreso exigía Aritmética, Álgebra elemental y superior, Geometría, Trigonometría rectilínea y Geometría práctica, Dibujo de figura ó topográfico, Geografía é Historia de España, y el conocimiento del francés, inglés ó, en su defecto, el latín. Estas materias aprobadas, y nombrados alumnos los aspirantes (oficiales, cadetes ó paisanos) que ocupaban los primeros puestos, empezaban la carrera, cuya duración se fijó en cuatro años de estudios, repartidos en dos clases diarias de la manera siguiente: en la primera clase del primer año se estudiaban Cálculos diferencial é integral, Geometría analítica y aplicaciones teóricas de los cálculos, Trigonometría esférica y Cosmografía, y la parte especulativa de la Geodesia; en la segunda clase la Geometría descriptiva, las sombras, la Perspectiva lineal y la Topografía. El segundo año comprendía: Mecánica especulativa aplicada y máquinas en la primera clase; Física general, Óptica, Perspectiva aérea y Química, en la segunda. Dedicaban el tercero, en la primera clase, al estudio de los Materiales de construcción, Mecánica de las construcciones, Arquitectura, caminos, puentes y canales; y en la segunda, al de la Geografía física, Geología, Estereotomía de la piedra y madera, máquinas empleadas en las construcciones y puentes flotantes; y, por último, en el cuarto año y en su primera clase se estudiaba la artillería, fortificación, minas y puentes militares; dedicándose la segunda al dibujo de todo lo explicado en

la primera clase de este mismo año. Además de la clase de Dibujo del cuarto año, había otra general, que duraba una hora, destinada al de imitación, á cargo de los profesores de las segundas clases. Por las tardes, durante los meses de Septiembre, Octubre, Abril y Mayo, se creaba otra clase (de una hora) destinada al estudio de las Ordenanzas y Reglamentos tácticos de todas las armas del ejército, distribuidas convenientemente en cada curso: á estas clases seguían los ejercicios de Táctica, que duraban hasta la puesta del sol.

Para acreditar la suficiencia y aprovechamiento de los alumnos, se establecían, además de los exámenes de ingreso, de que ya se habló, los siguientes: 1.º, cada dos meses durante el curso, por el profesor de cada clase; 2.º, al fin de cada año, por tres profesores, dos de los cuales habían de ser precisamente los del año; 3.º, al fin de la carrera el examen llamado general, que efectuaban cinco profesores, y que servía para el ingreso de los alumnos en el Cuerpo y el arreglo de sus antigüedades en él. En los exámenes de fin de curso había de obtenerse nota de bueno: el que no la alcanzaba, siempre que su atraso no dependiera de desaplicación ó mala conducta, podía repetir *una sola vez* el año. Dos pérdidas sucesivas de curso daban lugar á que el alumno fuese despedido de la Academia. Al concluir con aprovechamiento el segundo año, obtenían los alumnos que ya no lo fuesen el empleo de *subtenientes*, concediéndoseles el de *tenientes* después del examen general y en vista de los resultados de todos los de la carrera.

Siempre que las circunstancias lo permitían, completaban su instrucción los nuevos tenientes por un curso llamado de *grandes prácticas*, que duraba un año, en el cual se ejecutaban en mayor escala las que habían verificado en los cuatro años de Academia, enlazándolas y combinándolas en los casos y bajo las hipótesis más frecuentes y útiles. Mucha parte de esta instrucción claro es que podría obtenerse sin salir del lugar de la Escuela ó sus cercanías; pero para completarla se proponían también *viajes científicos* por España para visitar obras notables, tanto civiles como militares, ejecutadas ó en construcción.

El resto del Reglamento se ocupaba de detalles referentes al régimen interior y administrativo del establecimiento, que omitimos en obsequio á la brevedad.

Examinando ahora este Reglamento, se observan en él importantes y provechosas modificaciones al compararlo con los anteriores. En primer lugar, el examen de ingreso con sus cuatro ejercicios, tres de

ellos de Matemáticas, constituía una seria prueba, á cuyo rigor no resistían en general muchos aspirantes, y daba, dentro de lo posible, garantías suficientes para que, sin perder tiempo, repitiendo dentro de la Academia las materias del ingreso, pudiera emprenderse desembarazadamente el estudio de los Cálculos, Geometría descriptiva, etc.

Otra reforma, tal vez la de mayor importancia, constituía el establecimiento de las *segundas clases* de materias. Efectivamente, por los anteriores Regla-

mentos no existía más que *una* clase de materias y la de Dibujo y ejercicios gráficos. De este modo, encerradas en una sola clase todas las materias del curso, ni era posible dar á la enseñanza todo su desarrollo, ni el alumno llevaba á efecto todo el trabajo de que era capaz. Las segundas clases, en cambio, permitieron un ensanche, una expansión, que ya ha podido apreciarse por el examen de los asuntos que comprendía el plan de estudios, en el que también se varió el orden de algunas asignaturas, como, por ejem-

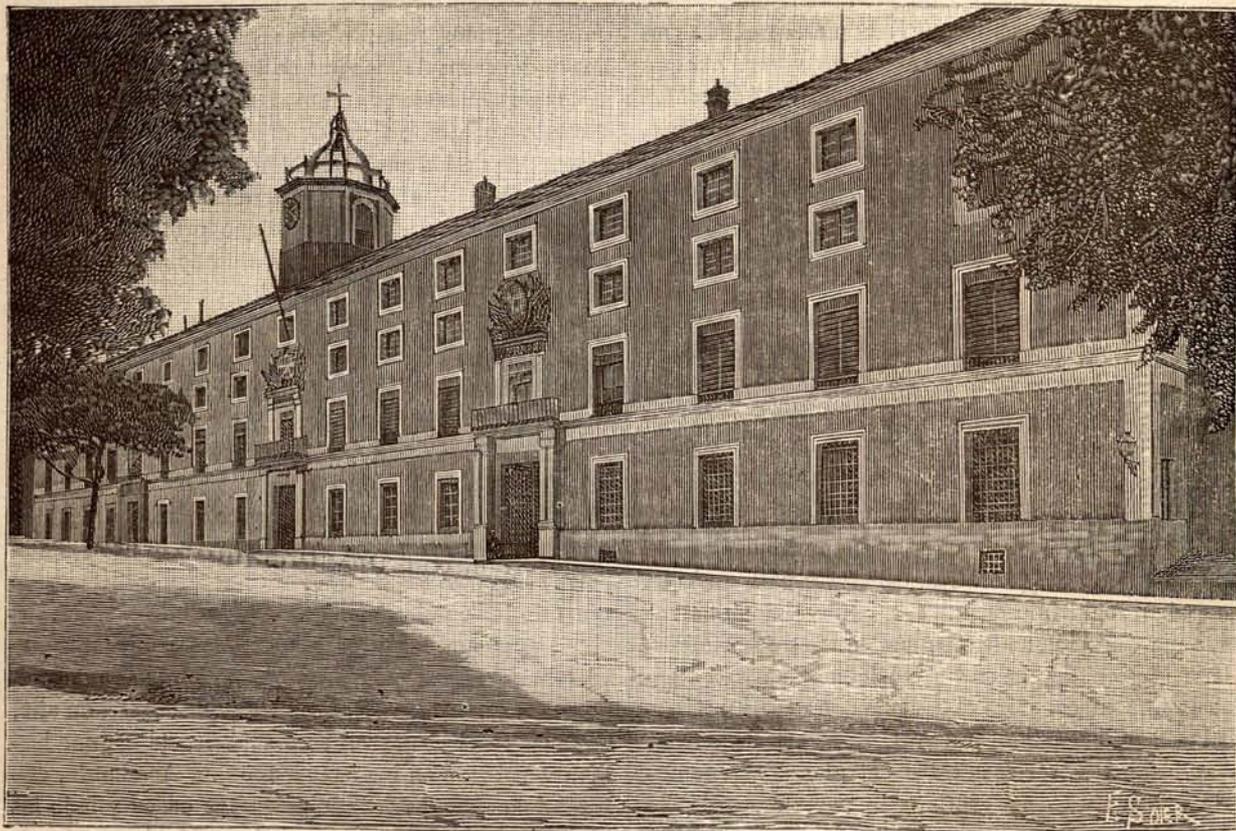


Fig. 1.—Fachada principal de la Academia de Ingenieros militares.

plo, el que las construcciones precedieran á la fortificación. Es de advertir también, y no es lo menos importante del Reglamento, la *gran densidad* de materias que comprende cada curso; circunstancia que, repitiéndose en los planes de estudio que sucesivamente han venido rigiendo en la Academia, constituye uno de sus caracteres distintivos que se puede conservar, no sin perjuicio, sino con ventaja, por el tan poco conocido como excelente *método de enseñanza* que en esta Academia se sigue tradicionalmente desde principios de siglo. Más adelante le dedicamos párrafo aparte.

Tal es el Reglamento de 1839. Su aplicación produjo excelentes resultados, de los que es prueba evidente el largo tiempo que estuvo en vigor. No menores los produjo el vivísimo interés que demostró por la Academia en los muchos años que desempeñó el cargo de Ingeniero general el antiguo oficial del Cuerpo, Teniente general D. Antonio Remón Zarco del Valle, quien fomentando los gabinetes y biblioteca, mejorando el edificio y enviando frecuentemente al extranjero Comisiones de profesores, procuró siempre que la enseñanza marchase á la altura de los adelantos de la época. Con este fin salieron

para París á estudiar los adelantos de la Química D. Gregorio Verdú, el traductor de la de Regnau't é inventor del aparato para dar fuego á las minas, y D. Ildefonso Sierra, más adelante académico numerario de la Real de Ciencias exactas, físicas y naturales de Madrid. Para conocer los adelantos de la fortificación (además de otras comisiones que no procedían de la Academia), el profesor D. Salvador Clavijo, y el brigadier, también antiguo profesor, D. Fernando García San Pedro, desempeñaron una

comisión en Alemania, de provechosos resultados para la enseñanza, y contribuyeron, como todos los demás, á que en el extranjero fuera ventajosamente conocida la Academia, y á que en España pudiera apreciarse el estado de progreso en que se hallaba, comparada con las similares extranjeras.

Después de las reformas introducidas por el Reglamento de 1839 y hasta 1870, las orgánicas que registra la historia de la Academia son de poca importancia. En 1642 (Decreto del Regente de 22 de

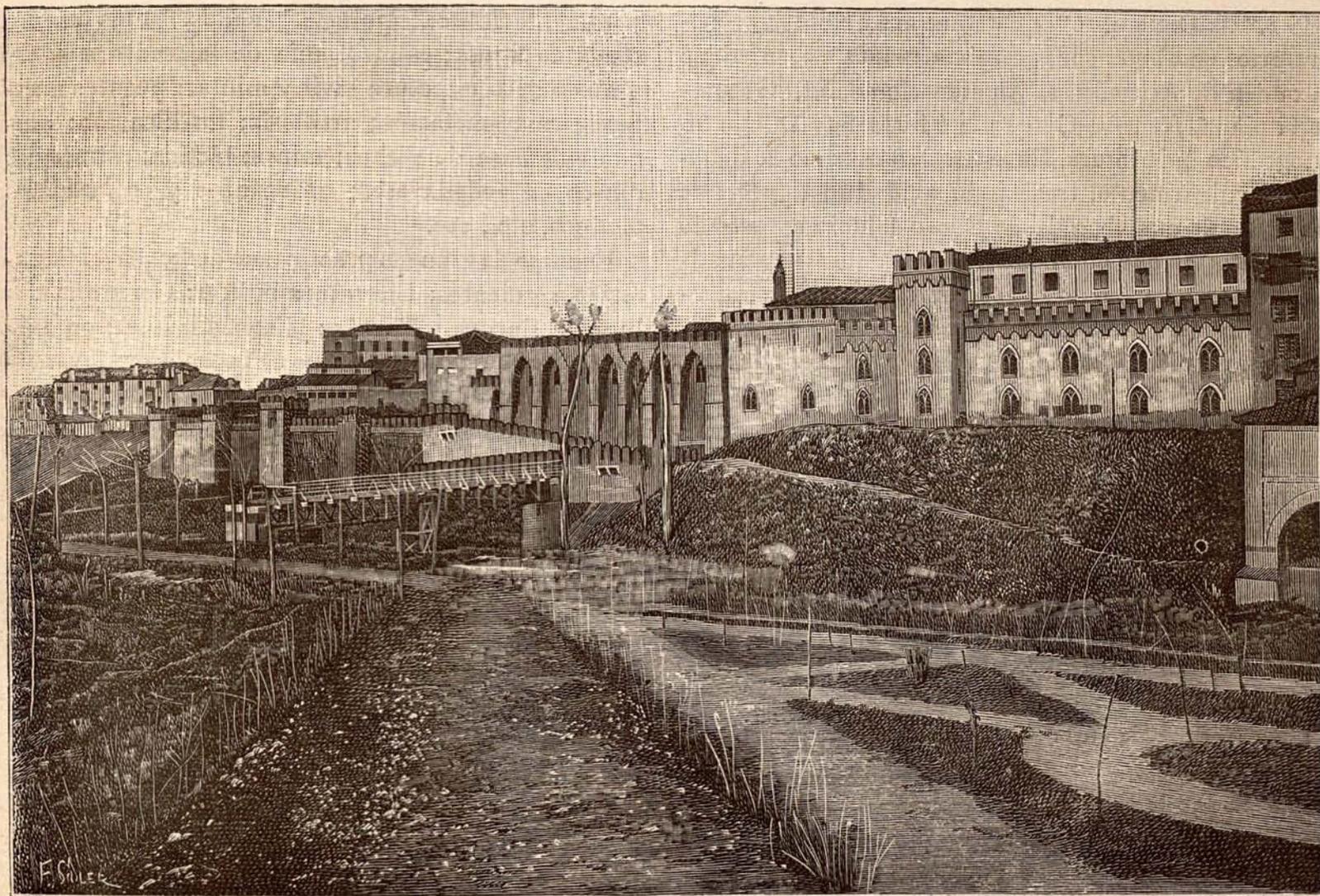


Fig. 2.—Fachada posterior de la Academia.

Febrero) se acordó su reorganización, ingresando en ella los cadetes del Colegio general de subtenientes alumnos para estudiar las materias que se indicaban (art. 16), hasta conseguir el ascenso á tenientes. Esta reorganización no se llevó á cabo, y la Academia continuó en igual forma, si bien se permitió, previo examen, el ingreso de los cadetes del citado Colegio, los cuales obtenían el ascenso á subtenientes al mismo tiempo que los de su respectiva promoción en aquél.

Algunos años después (1857) se hizo, con motivo de la publicación del Reglamento interior, una lige-

ra reforma, sustituyendo los exámenes que cada dos meses se verificaban por los de trimestre en lo que á la enseñanza se refiere, y otra reforma en el régimen á que los alumnos habían de sujetarse, obligando á que los de los dos primeros años vivieran en pabellones destinados á este objeto. No entramos en detalles sobre la organización y método de vida á que estos alumnos quedaban sometidos, en obsequio á la brevedad de este escrito y á la del tiempo que duró la reforma: baste saber que en 1863 se suprimieron los pabellones. En el tiempo que existieron, las reprensiones, castigos, etc., etc., de que se hallan

lentos los libros de órdenes de la Academia, prueban lo inconveniente de la reforma, y la ventaja de la relativa libertad que desde la Academia de Alcalá han venido disfrutando nuestros alumnos, sin dar nunca origen á ninguna falta grave de disciplina ni alteración del orden.

La escasez de oficiales que se sentía en el Cuerpo á consecuencia del aumento de las tropas de ingenieros después de la campaña de África, y de la dificultad de conseguir el ingreso, por las muchas materias que se exigían, hizo que en 1860 (Real orden de 1.º de Diciembre) se estableciera un curso preparatorio, en el que se ingresaba después de sufrir un examen de Aritmética, Álgebra elemental, Geometría plana, francés, Geografía é historia y Dibujo topográfico ó de figura. En este *cursillo*, como se denominó vulgarmente, trasladado á Madrid á poco de crearse, se cursaban desde Enero á Junio el resto de las materias que componían el programa para la admisión en el primer año académico, al que se incorporaban los aprobados en el examen final del curso, que se verificaba por los mismos profesores que examinaban á los aspirantes que optaban desde luego al ingreso en el primer año. Con esta medida se consiguió al poco tiempo bastante número de alumnos, y como además en 1867 se hizo una reducción en la plantilla del Cuerpo, se suprimió por el pronto el curso preparatorio para admitir en 1868 una promoción de sólo diez alumnos y cerrar el ingreso en los años sucesivos.

Los acontecimientos políticos que en España tuvieron lugar el año arriba citado, dejaron sentir también su influencia en la Academia, aplicando la libertad de enseñanza y modificando esta última con arreglo á las prescripciones del Reglamento de 1870 (8 de Agosto). Según éste, se exigían para el ingreso nada menos que las materias siguientes; Geometría descriptiva, con sus aplicaciones á las sombras y perspectiva; Topografía; Mecánica racional; Física; Química; Mineralogía y Geología; traducción del francés, y Dibujo lineal, topográfico y de figura. Además debía acreditarse (por medio de certificado) la aprobación de la Retórica; Psicología, Lógica y Ética; Historia universal y de España; Geografía; Fisiología é Higiene. Los exámenes de ingreso, que tenían lugar ante un Tribunal formado por todos los profesores de la Academia, se hacían en tres ejercicios de materias y uno de francés y los dibujos. Excusamos decir que con semejante programa serían poquísimos los aspirantes que se presentasen á ingreso: lo modesto del porvenir que en la carrera militar se presenta, comparado con el de las carreras si-

milares civiles, hacía esperar así. Así lo demostró la experiencia.

Volvamos al Reglamento de 1870. Las materias que constituían la enseñanza se repartían en tres años de estudio y uno de grandes prácticas; en aquellas, en dos clases de materias y una de dibujo. En los tres años primeros se estudiaban: lecciones complementarias de Mineralogía; Geología; Topografía y prácticas de Química; Geodesia; Mecánica aplicada; teoría mecánica de las construcciones; conocimiento y empleo de materiales; Arquitectura hidráulica y cimentaciones; caminos; puentes; obras en los ríos y en el mar; estereotomía de la piedra, madera y hierro; Arquitectura civil y militar; puentes militares; castrametación; artillería; fortificación; ataque y defensa de plazas; minas; táctica; estrategia; dibujo de todas clases; ordenanzas y reglamentos tácticos, etc., etc.

El curso de grandes prácticas se dedicaba á las materias siguientes: Literatura militar; Geografía militar de Europa y España; Historia militar; organización y servicio del Cuerpo de ingenieros; levantamiento de planos; proyectos de toda clase; equitación y esgrima, y prácticas en los regimientos del arma.

Después de aprobados los dos primeros cursos de estudios, eran declarados alféreces alumnos, y aspirantes á tenientes al aprobar el tercero. Concluido el curso de grandes prácticas, sufrían los alumnos un examen general, compuesto de dos ejercicios, uno oral y otro práctico.

Para aplicar el principio de la libertad de enseñanza en la Academia, se establecían, tanto para el ingreso como para cursar en ella las asignaturas, todo género de facilidades, y no era preciso más que la aprobación en los exámenes, á los que podían presentarse los alumnos sin haber asistido á sus clases, puesto que los estudios podían hacerse privadamente. Estos estudios privados, sin embargo, no comprendían más que los tres primeros años; en el curso de grandes prácticas se hacía necesaria la incorporación. Además, se declararon públicas las clases de la Academia, permitiéndose la asistencia á ellas de oyentes, quienes también podían examinarse solicitándolo previamente, é ingresar de una vez, hasta en el curso de grandes prácticas, aunque, como es consiguiente, aprobando antes todas las materias de los primeros cursos y del examen de ingreso. Estas mismas disposiciones se aplicaban á los que querían ingresar directamente en cualquier año de la carrera.

Así como lo recargado del ingreso alejó á los as-

pirantes de la Academia, y, por consiguiente, pocos resultados produjo el Reglamento, las prescripciones relativas á la libertad de enseñanza quedaron casi en su totalidad sin aplicación. Los alumnos que habían ingresado en la Academia por el antiguo sistema, con él siguieron; en cuanto á la asistencia de oyentes, no tenemos noticia se verificase nunca. Es decir, que las principales novedades del Reglamento de 1870 no llegaron á llevarse á la práctica mientras estuvieron en vigor; cosa que ocurrió por poco tiempo, puesto que en 1875 volvióse á cambiar para adoptar uno, que no difería del de 1839 más que en detalles secundarios.

Desde esta época hasta la transformación originada por la creación de la Academia general militar, poco queda ya que decir. La última guerra civil, con el aumento que sufrió el Cuerpo y el corto número de tenientes que existían, trajo consigo: primero, el restablecimiento del curso preparatorio, y después, la admisión directa de ingenieros ó alumnos de las Escuelas de Caminos, Minas y Montes (17 de Agosto de 1874), bajo las condiciones siguientes: los que hubieran aprobado en ellas todas las asignaturas que correspondían al primer año del plan de estudios de la Academia, eran admitidos en el *segundo año*, sin más que la presentación del certificado correspondiente, y la aprobación de un ejercicio práctico de Geometría descriptiva ó Topografía. Los que tuvieran aprobadas las materias del primero y segundo año, eran admitidos en el *tercero*, y los que además tuvieran las de éste, en el *cuarto*, siendo preciso á los primeros hacer un ejercicio de Geometría descriptiva, Topografía ó Mecánica, y á los segundos la redacción de un proyecto de cuartel ú hospital. Como era natural, á los alumnos que ingresaran directamente en el tercero ó en el cuarto año de la Academia, se les declaraba alféreces alumnos; pero á pesar de todas estas ventajas, el resultado numérico que produjeron fué de poca importancia, y relativamente escaso el aumento que se consiguió en las promociones de salida.

Concluída la guerra civil en 1876, se volvió á los cursos ordinarios; pero como la escasez de tenientes continuaba, volviéronse á abreviar en 1877 hasta 1881, que se normalizó la marcha de la Academia; cosa que duró poco tiempo, por la creación de la General militar y la consiguiente perturbación en la de Ingenieros.

(Continuará.)

EUSEBIO TORNER.

VARIEDADES.

Un túnel y un hombre.—El fondo del mar.—La rabia y un plato nuevo.—El cólico *miserere* y un nuevo tratamiento.

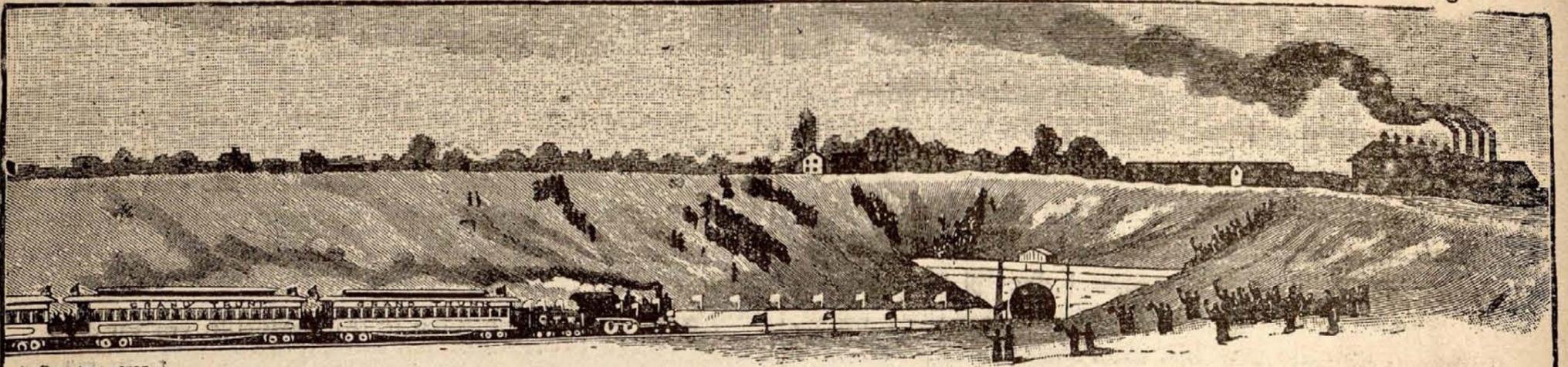
La verdad es que para lo que hay que ver en este mundo, más vale viajar por las entrañas de la tierra: tal deben decir aquéllos que, como el ingeniero americano M. Hobson, prefieren pasar un río, por debajo, á atravesarle con un puente.

Me refiero al ya célebre túnel de Saint-Clair, situado bajo el río del mismo nombre y que sirve de lazo de unión entre el Canadá y los Estados Unidos. La obra es soberbia y merece todo género de elogios por el acierto con que se ha llevado á feliz término y remate; pero *The American Scientific* se desvanece hasta el punto de colocar á Hobson entre los Franklin, Colón, Washington y demás *gente pequeña*, con las siguientes frases: «El arquitecto, el proyectista y el constructor de tan noble (notable habrá querido decir) es José Hobson, de Guelph, Ontario (Canadá), de quien puede decirse sin adulación de ninguna clase que está en primera línea entre los grandes ingenieros del mundo: por eso hemos escrito su nombre sin calificativo ninguno. Los que nada son en este mundo más que aves de paso que comen, viven y mueren inútilmente, necesitan delante y detrás de sus nombres las EXCRECENCIAS TITULARES de señor, monsieur, mister, barón, duque, marqués ó príncipe; pero el nombre de los grandes hombres se escribe así: Vashington, Bolívar, Franklin, Colón, etc.»

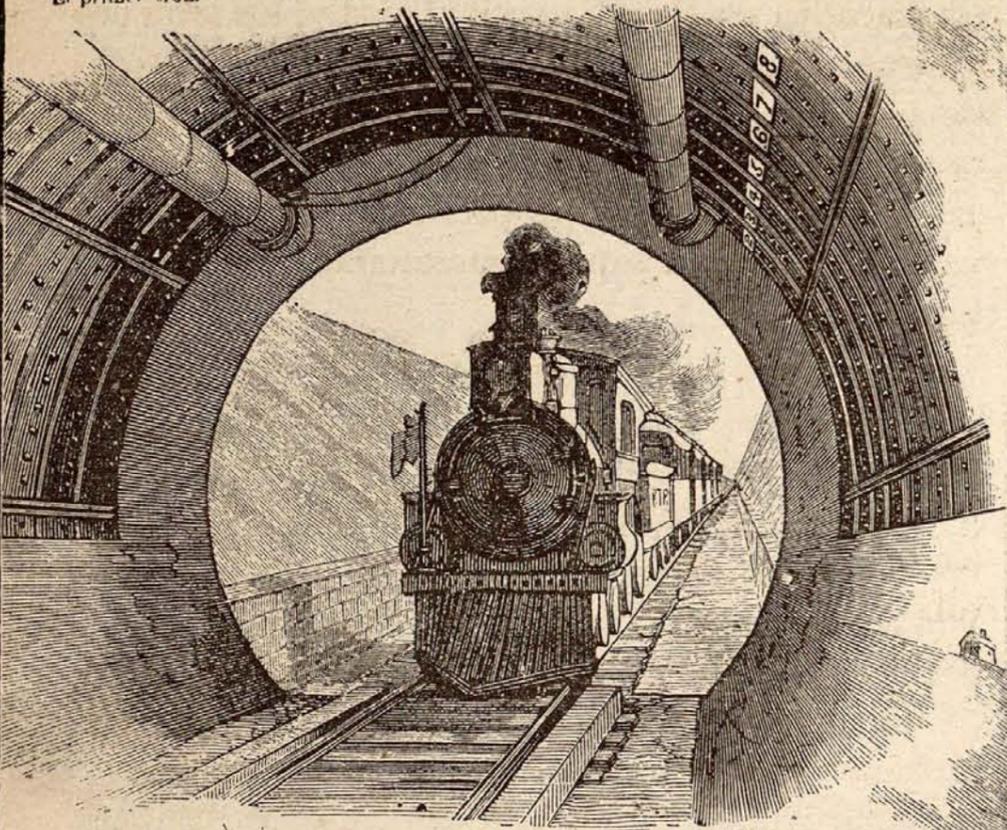
Puede *La América científica* llamar á ese señor ingeniero hasta *Pepe Hobson*, si quiere, ó el Gran Pepe, si así le acomodare; nosotros, sin negar sus grandes méritos, le daremos el tratamiento urbano de señor Hobson, aun cuando sea confundirle con esas aves de paso á las que da cañazo nuestro colega. Y ahora vamos á nuestro objeto.

El sistema empleado para la perforación del túnel ha sido el de las corazas de Beach, que permiten ir afirmando el terreno conforme va quedando al descubierto. El revestimiento es de hierro y está calculado para que pueda soportar grandes presiones. Las corazas eran de acero de una pulgada de espesor, y dentro de ellas se colocaban los aparatos perforadores que de esta suerte se encontraban, así como los operarios, al abrigo de cualquier desprendimiento.

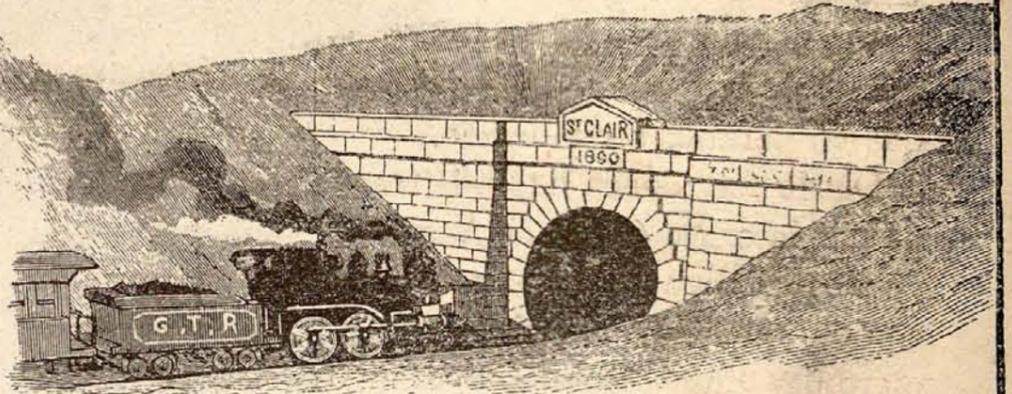
La empresa comenzó en Enero de 1889, y el ver-



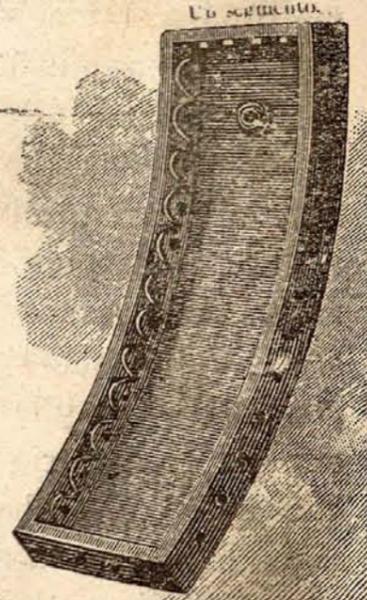
El primer tren.



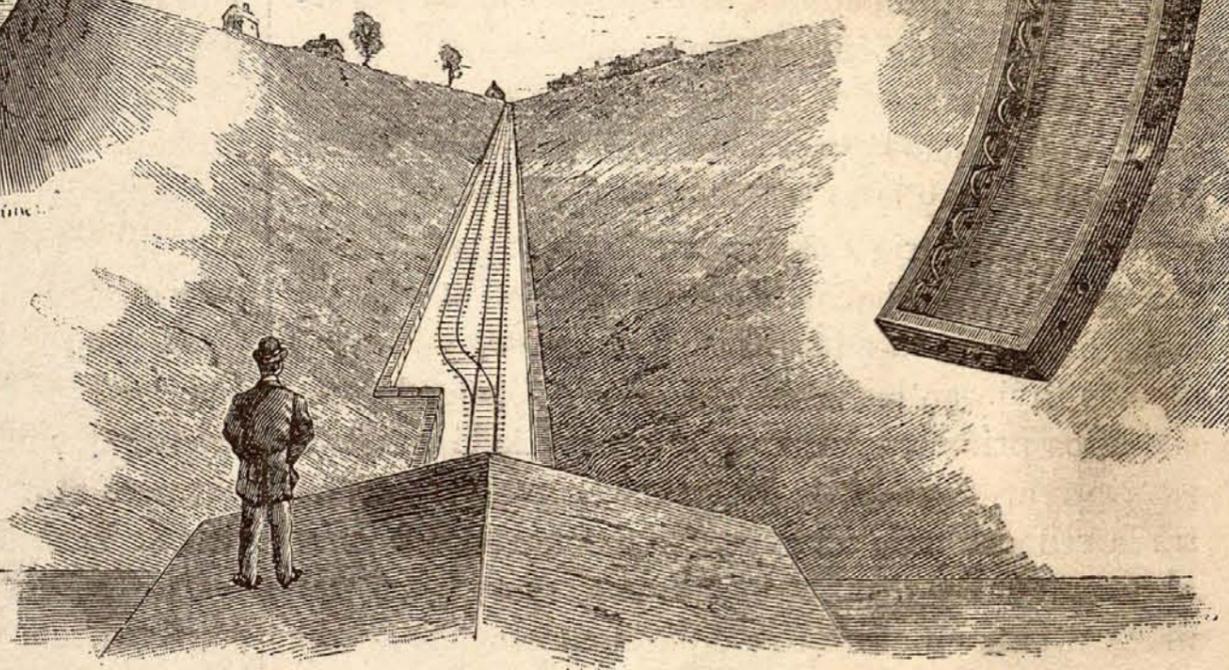
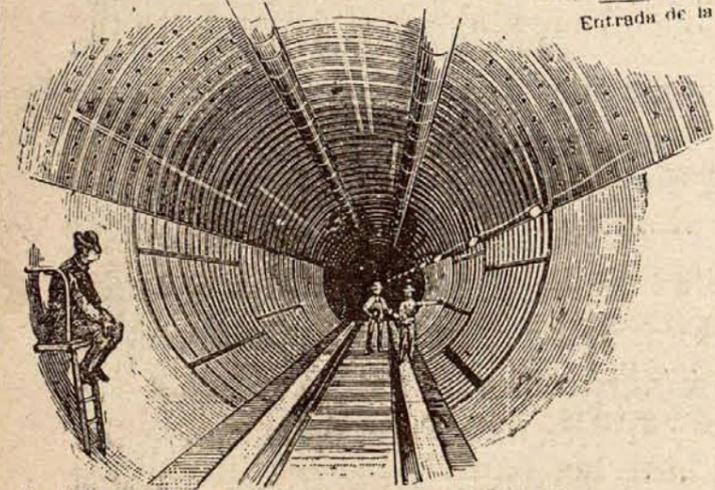
Entrada de la Túnel.



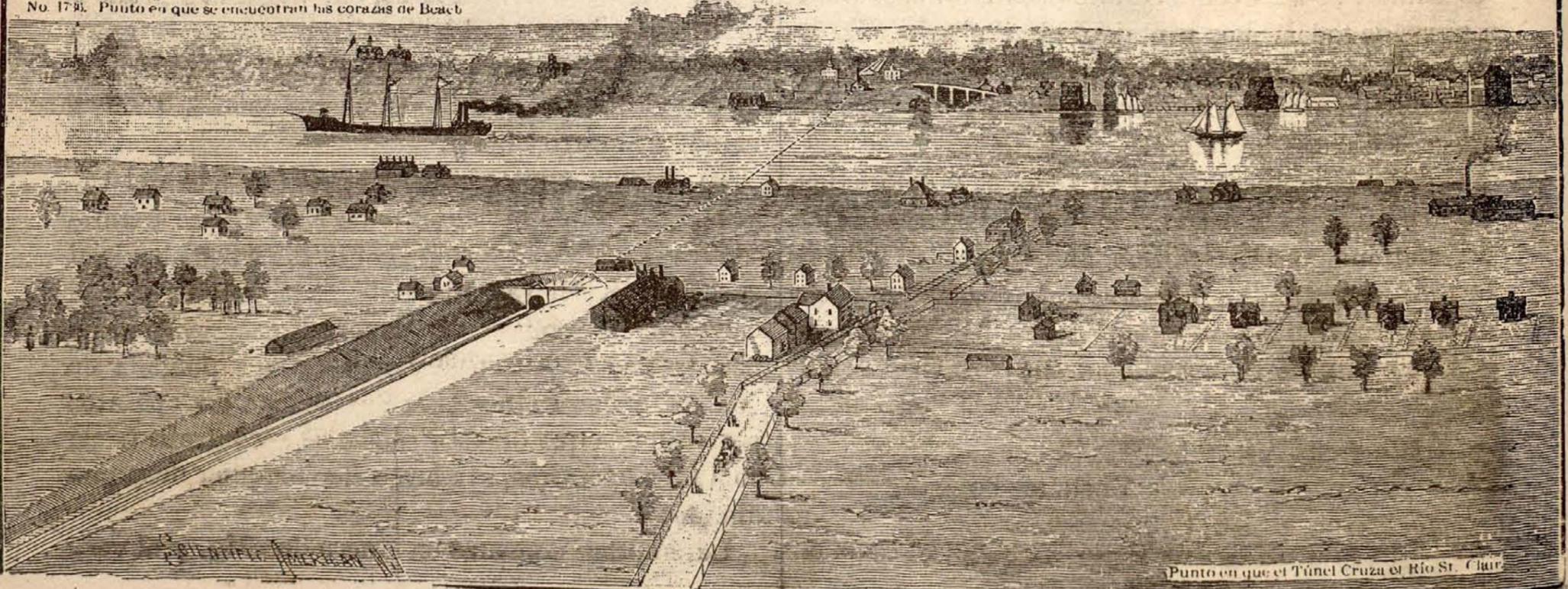
Mamposteria de la Estructura



Un segmento.



No. 178. Punto en que se encuentran las corazas de Beact



Punto en que el Túnel Cruza el Río St. Clair

W. H. & C. Co. New York

dadero trabajo de perforación en Agosto del mismo año; en Agosto del 90, pudo M. Hobson pasar del Canadá á los Estados-Unidos por el túnel que estaba terminado. Hace muy poco tiempo que quedaron definitivamente concluídas las obras y que el primer tren cruzó majestuosamente aquel angosto recinto, iluminado en todo su trayecto con luz eléctrica, tomando posesión en nombre de la ciencia de aquellas profundas regiones á donde jamás llegó otro ruido que el producido por las internas convulsiones del planeta.

De seguir así, vamos á convertir la tierra en un harnero, por cuyos orificios podremos molestar impunemente á nuestros antípodas.

Encontrar el fondo del Ccéano en aquellos sitios en que se calcula que es más profundo, ha sido empresa reputada por muchos como imposible, pues las sondas más pesadas se resistían á penetrar hasta los últimos límites de las capas líquidas, mansión tranquila donde los peces de mayor ó menor cuantía se pasan una vida patriarcal, lejos del mundanal ruido y de las pompas de la mísera existencia al aire libre.

No faltó quien creyera, al ver hundirse en el mar, tras el lastre de la sonda, metros y más metros de cable, que en algunos sitios habría verdaderos abismos acuáticos de 30 ó 50 kilómetros de profundidad, suponiendo todos que era en absoluto imposible la existencia de seres vivos en zonas cuya presión aplastaría una boya de acero. Pues bien: el Gobierno británico envió el buque de guerra *Challenger* para que dragara y sondara el Océano en todas sus latitudes.

Una verdadera colonia de físicos, químicos, botánicos y zoólogos poblaban los camarotes del barco explorador, que invirtió cerca de cuatro años en cumplir su cometido, y tardará más de veinte en dar al público el resultado completo de sus investigaciones.

Por de pronto, es evidente que las mayores profundidades que se alcanzan son las de 7.000 metros, que es una cifra muy decente, si bien no tan fenomenal como la forjase la imaginación de los marinos. Causa verdaderamente miedo pensar que si en esos parajes se lanzara al mar el Mont-Blanc, que es la montaña más grande de Europa, la cima aún quedaría cubierta por una ligera capa de 2.000 metros de espesor.

Y esas profundidades inmensas, ¿están pobladas? ¿Hay seres vivos capaces de resistir una presión de 700 kilogramos por centímetro cuadrado? Tal era la

pregunta que formularon los sabios al observar que la draga había dado fondo á 7 kilómetros por debajo de su línea de flotación.

La respuesta la dió la draga misma, sacando peces y moluscos que fueron, sin duda, los primeros de su especie que vieron la luz del sol desde la creación hasta la fecha.

Ahora sólo falta que se escriban 30 tomos para probar que no debieron haber salido.

La vida á profundidades tan espantosas se realiza ¡es claro! en conformidad con el medio; los seres encontrados carecían del sentido de la vista, innecesario en donde jamás llegó la menor vibración lumínica, y están organizados de tal suerte, que pueden afrontar sin molestias las presiones más atroces sin perecer ni sentirse siquiera molestados. Son unos bellos sujetos.

Un *nautilus*, extraído á 3.500 metros, no pudo sumergirse en el agua de un cubo, y no fué por desprecio á tan insignificante recipiente, como creería algún poeta, sino porque los gases que tiene almacenados en su corazón, faltos ya de aquella presión, se dilataron enormemente y le obligaban mal de su grado á mantenerse á flote. ¡Cuántos *nautilus sociales* he conocido en esta vida!

Para tratamiento de la rabia, me gusta más el de los Uraons (tribu de Bengala) que el descubierto por M. Pasteur.

Refiere un misionero (el P. Haghemberg) que encontrándose entre aquellos salvajes y en circunstancia de estar alojado en casa de un rico bunyart, á quien bautizó algunos meses antes, una perra rabiosa mordió á seis ó siete personas. El misionero, asustado, aconsejó que en el acto se quemaran con hierro candente las heridas; pero los indígenas dijeron que no querían asar las pantorrillas de sus colegas, porque tenían un remedio más eficaz y nada doloroso.

En efecto: acosaron al animal rabioso; le mataron á palos, y sacando el hígado lo repartieron como pan bendito entre los mordidos, que lo comieron crudo sin escrúpulos ni remilgo alguno.

Ya no hay peligro para ellos, dijeron al misionero; y como éste aún no las tuviera todas consigo en tan delicado particular, le mostraron una porción de cicatrices correspondientes á otras tantas mordeduras de animales rabiosos, que no produjeron á los lesionados otras molestias que las inherentes á toda herida.

Si tuviera el hígado de perro rabioso las mismas cualidades frito que crudo, era cosa, á la menor sos-

pecha de contagio, de *amenizar* el menú con el siguiente seductor platito:

Fricassé de foie de chien à la profilaxis.—*Rage garantie:*

Medicina, alimento *et quibusdam aliis.*

Y va de Medicina. El Dr. Clausi, en dos casos rebeldes de oclusión intestinal, propinó á los enfermos unos *enemas* (léase ayudas) de una solución compuesta de 10 gramos de éter mezclado con alcohol y 300 gramos de agua de hinojo. Se hace llegar el medicamento lo más arriba posible, mediante una jeringa ordinaria y una cánula larga que permita aproximarse al sitio de la oclusión. Después de jeringado, experimenta el paciente una sensación de calor en el vientre, bastante molesta según dicen, y después viene una serie de eructos que huelen á éter que trasciende, siguiendo á tan tranquilizadores síntomas abundantes cámaras.... no legislativas.

Las causas á que se atribuyen los saludables efectos de la mezcla, es de una parte la virtud excitante del éter, que provoca fuertes movimientos peristálticos en los intestinos, y de otra la expansión de los vapores del mismo agente que mecánicamente disienten el sitio del siniestro.

De suerte que, después de intentado sin éxito este heroico tratamiento, sólo queda el recurso de un comimiento de *The.... Funeral.*

JOSÉ MUÑOZ ESCÁMEZ.

NOTAS INDUSTRIALES.

LAMINADO DEL ACERO.

El hierro va poco á poco cediendo su puesto al acero en casi todas las aplicaciones de la industria; pero ésta también se encarga de transformar el metal más útil á los hombres, pero pasado de moda, en el duro cuerpo que forma la espesa coraza del buque de guerra, las calderas generadoras del vapor que golpea los émbolos propulsores, y la tersa espada del soldado. Lo mismo las industrias florecientes de la paz que los destructores ingenios de la guerra, deben su existencia y su poder al hierro descarbura-do por la naturaleza ó por el arte, y quién sabe si en las remotas penumbras de lo porvenir se deberá el triunfo en decisivo combate á un grado de dureza de la coraza, mejor que á la mayor potencia penetrativa de un acerado proyectil.

Bessemer, á quien pudiéramos llamar el *padre* del acero, ya que la madre ha de ser forzosamente la Natura, desde el instante en que descubrió el medio de producir artificialmente aquel cuerpo, en vez de engolfarse en la Capua del éxito, se consagró con el mayor celo á la investigación de nuevos y más provechosos adelantos.

Recientemente, en el *meeting* celebrado por el Instituto del hierro y el acero, ha dado cuenta de sus trabajos relativos á la laminación del acero líquido, y asegura que desde 1846 ha obtenido espejos y chapas de hierro de diversas longitudes y espesores, haciendo correr dicho metal fundido entre cilindros laminadores convenientemente enfriados.

Poco tiempo después de descubrir el procedimiento que lleva su nombre (1856), consiguió Bessemer fabricar chapas de acero de cerca de un milímetro de espesor y un metro de longitud. Como, según él mismo asegura, aquellas placas, fabricadas en laminadores destinados á otros usos, eran, sin embargo, dúctiles y homogéneas, se animó á continuar sus investigaciones en este sentido, obteniendo algunas patentes de invención, que desgraciadamente no tuvieron resonancia.

Hoy parece que la cuestión cambia de aspecto, merced á las reformas que ha introducido en los aparatos laminadores que producen placas de acero, que, según se dice, harán imposible, por su bondad y baratura, la competencia con las fabricadas por los usuales procedimientos.

A dar á conocer el aparato reformado se destina el presente artículo, y así, sin más preámbulos, entramos en materia.

La figura 1 representa el conjunto, pero seccionado de tal modo, que puede verse perfectamente el *modus faciendi* del mismo. Los rodillos ó cilindros *L* y *M* del laminador son de fundición dura, huecos y recorridos interiormente por agua que circula con la velocidad necesaria para impedir que se fundan. Los ejes huecos *M* y *N* sirven para la alimentación de los cilindros, cuyo diámetro es de 0,90 á 1,20 metros, y están provistos en sus extremos de rebordes que impiden el escape de la placa.

Los cojinetes del cilindro *M* son fijos, al paso que los del *L* están sostenidos por pistones hidráulicos constantemente cargados por el acumulador. Si la resistencia del laminaje excede á esta presión, el cilindro *L* retrocede y no produce en la placa que se está formando más que un ligero engrosamiento fácil de corregir en laminado posterior.

El metal fundido cae de una caja *R* de gasto graduable, cuyas secciones pueden verse en las figuras

Fig. 7.

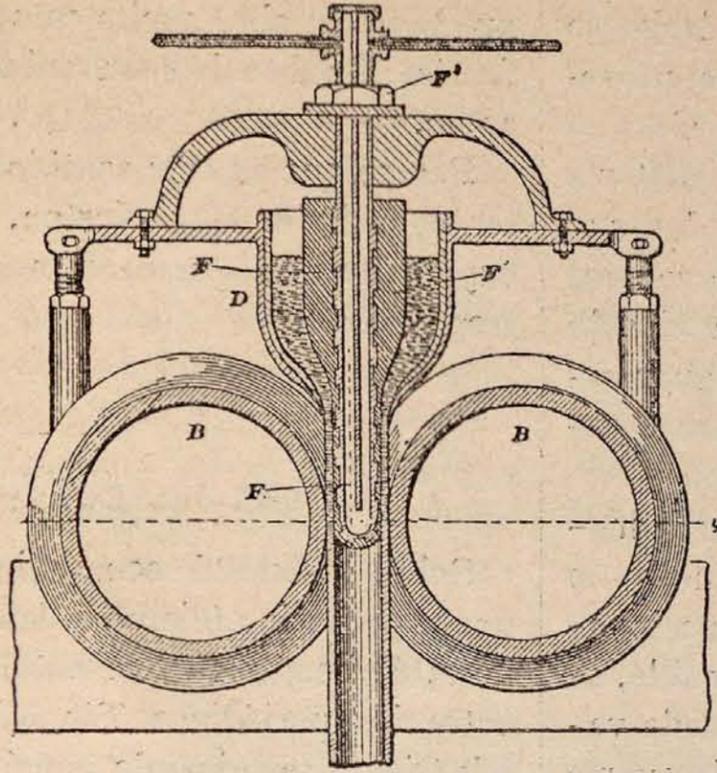


Fig. 2.

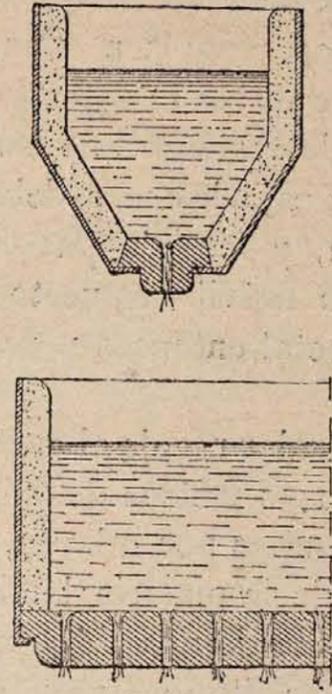


Fig. 3.

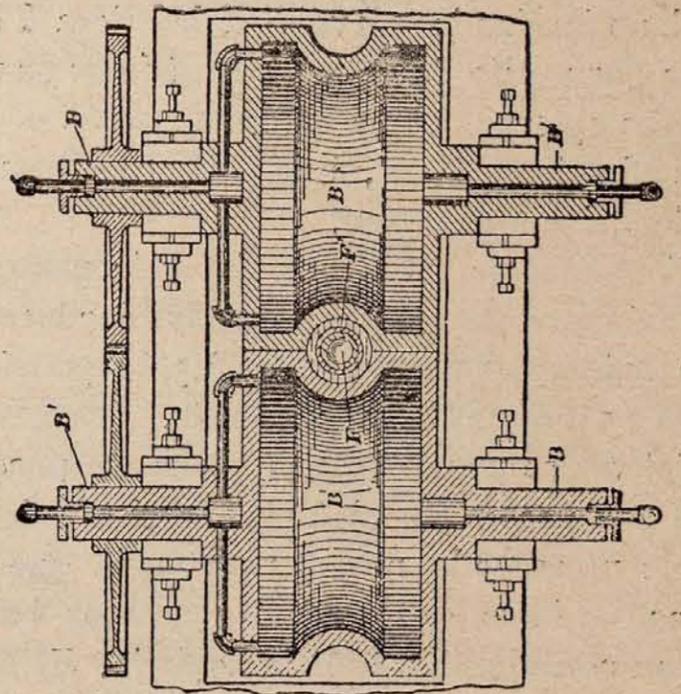
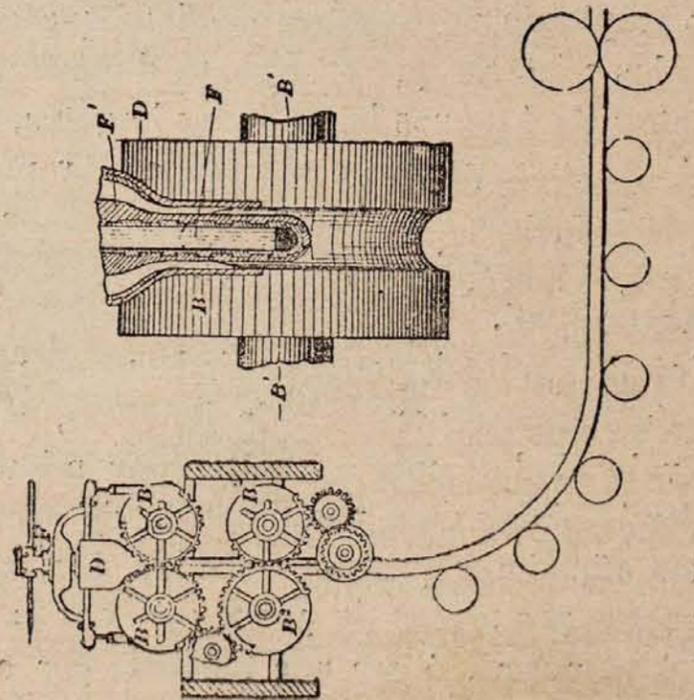
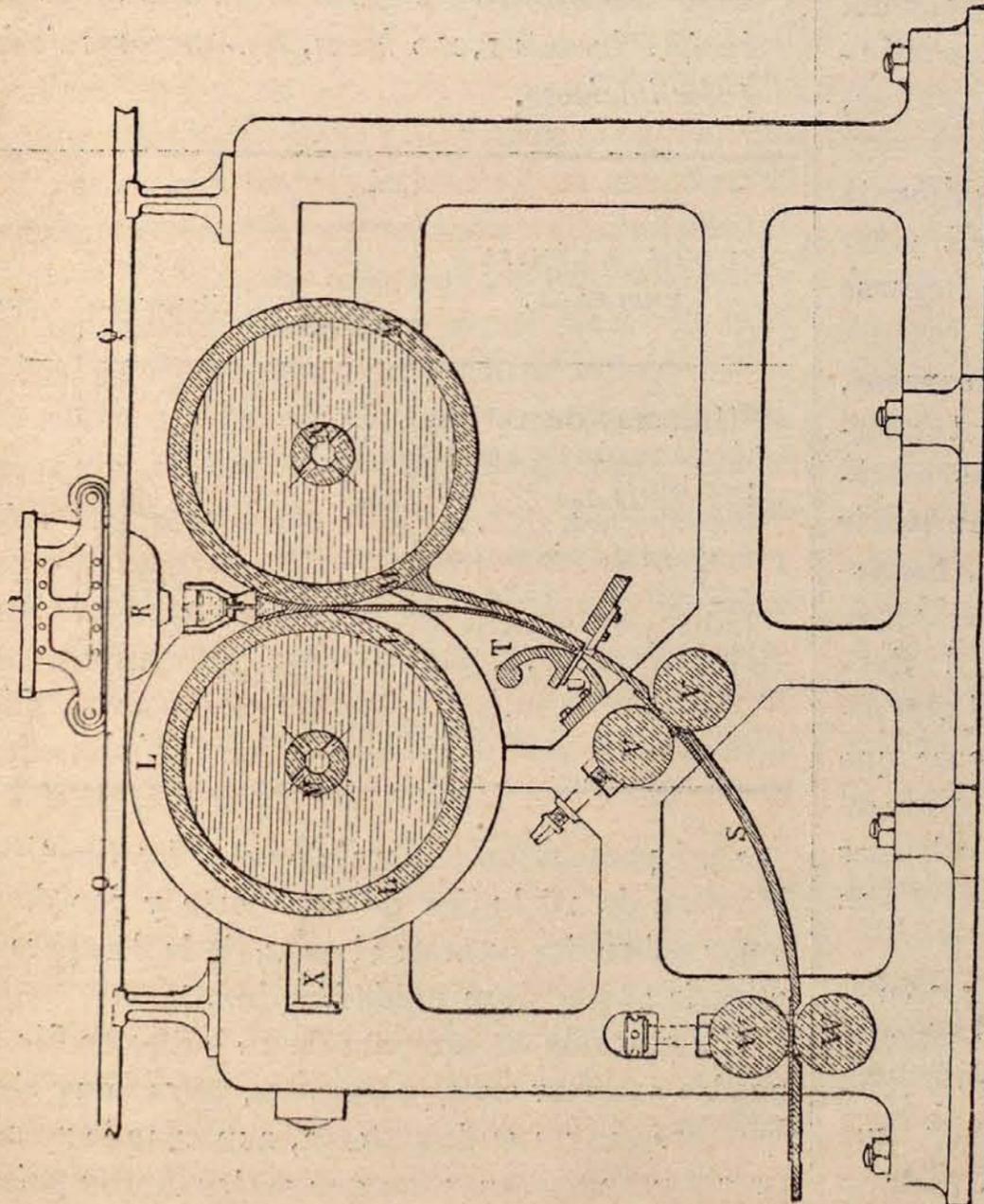


Fig. 6.

Fig. 1.



Figs. 4 y 5.

2 y 3, cuya base, de tierra refractaria, presenta 15 ó 20 orificios de 6 milímetros de diámetro, que distribuyen el líquido en venas uniformes á lo largo de los cilindros laminadores entre los cuales cae, no poniéndose en inmediato contacto con ellos, sino en una especie de molde que forma la capa de materia solidificada en el punto de encuentro de las dos superficies cilíndricas. Esa caja-harnero debe secarse antes de cada operación, y después puesta al rojo por medio de un hornillo móvil dispuesto expresamente para el caso; el metal entonces cae completamente libre de escorias.

La velocidad del laminador regula el gasto de metal; y como cilindros de 1,20 metros de diámetro no darían más que cuatro vueltas por minuto, accionados tan sólo por el peso de la materia laminable, se los podría mover por medio de una máquina de vapor, arreglada con poleas diferenciales, de suerte que se pudiera cambiar instantáneamente la velocidad en los pequeños límites exigidos por el laminado.

Al salir del laminador el metal, es conducido por el plano inclinado curvo *S* á la tijera *TU*, que lo corta por medio de golpes rapidísimos en placas del tamaño apetecido, que pasan, á través de los cilindros afinadores *V*, *V*, á una cisterna llena de agua, en donde se almacenan.

El espesor de las placas depende principalmente del diámetro de los cilindros laminadores *L* y *M*. Con diámetros de 3 metros ó 3,60 podría llegarse hasta 15 milímetros y quizá más.

Tal vez se tema que una placa de poco espesor, de 2 milímetros por ejemplo, fabricada de esta suerte, no presente la misma resistencia que las fabricadas por los métodos usuales que las hacen sufrir un tan considerable trabajo de forja. El Sr. Bessemer responde á esta objeción que el trabajo mecánico empleado no tiene otro objeto que el de destruir los cristales que se forman durante el enfriamiento más ó menos lento de los lingotes, cosa que aquí no sucede porque el enfriamiento rapidísimo de la tenue capa de metal impide que dichos cristales se formen y adquiera, por lo tanto, el producto gran homogeneidad.

Con un laminador cuyos cilindros tengan 1,20 metros de diámetro por 0,45 de longitud, marchando con velocidad de cuatro vueltas por minuto y produciendo placas de 2,5 milímetros de espesor, que en los afinadores quedase reducida á 1,25, podrían obtenerse 100 placas de 300 x 450, con un peso de 135 kilogramos, ó sea una tonelada por cada siete minutos y medio.

Este procedimiento tan interesante no sólo presenta ventajas en cuanto al laminado de placas, si que también abre ancho campo á los ensayos para la fabricación de tubos sin soldadura, rails y ejes de acero.

Parece que en este sentido han realizado importantes trabajos MM. Norton, Hodgson y Adcock, de cuyo éxito nos apresuraremos á dar cuenta á nuestros lectores.

I. M.

UNA CUESTIÓN IMPORTANTE.

Sobre si son más económicas las lámparas de pequeño poder lumínico que las de gran potencia luminosa, ó al contrario, se entabló una breve polémica entre los periódicos *The Electrician* y *La Lumière Electrique*, terminando aquélla con las siguientes consideraciones del periódico parisién:

«He aquí—dice *La Lumière Electrique*—las principales cifras que consigna el articulista de *The Electrician*:

Cuadro comparativo del gasto de un alumbrado de 500 bujías, durante 1.000 horas, con lámparas de diverso poder luminoso.

TIPO DE LA LÁMPARA EMPLEADA.	Energía gastada á razón de 0,0735 francos los 100 watts.	Coste de las lámparas.	Gasto total en francos.
32 lámparas de 16 bujías, á razón de 4 watts por bujía y 4,70 francos lámpara.....	1,470	150,40	1.620,49
1 lámpara de 500 bujías, á razón de 2 watts por bujía y 28 francos la lámpara.....	735	28	762
<i>Diferencia.....</i>			858,40

»Así presentado el paralelo entre los dos tipos de lámpara de 16 bujías de una parte y 500 de otra, versa sobre dos puntos: el coste de la lámpara y la energía gastada por unidad de luz.

»El coste de la lámpara de 16 bujías se fija en el cuadro anterior en 4,70 francos, cifra muy elevada que será exacta en Inglaterra, aun cuando no sea un precio permanente, pero que en los demás países de Europa es inferior á 2 francos.

»La energía gastada en las lámparas se cuenta á razón de 4 watts por bujía para las de 16 y de 2 para

las de 500. Aun en esto nos parece que hay un grave error. Se puede hacer lámparas de 500 bujías á 2 watts, como se puede hacer de 16 á 2 watts; pero la duración de estas lámparas será de 50 á 80 horas como máximo, y al cabo de un tiempo menor la cantidad de luz que suministran habrá disminuído considerablemente.

»Los ensayos que hemos hecho con lámparas de 500 y 1.000 bujías no han pasado de un pequeño número de lámparas; pero hemos comprobado que, puestas en servicio á 2 watts, su poder luminoso bajaba lo menos un 30 por 100 á las 20 horas de trabajo. Después de este descenso, la lámpara funciona á 3 ó 4 watts por bujía, y dura, como sus congéneres del mismo tipo, de 800 á 1.000 horas.

»En suma: desde el punto de vista económico, la única diferencia estriba en el coste de las lámparas, que será para un alumbrado de 500 bujías durante 1.000 horas:

»1.º Empleando lámparas de 16 bujías, 32 lámparas á 2 francos.....	64 francos.
»2.º Empleando una de 500 bujías.	28 —
<i>Diferencia</i>	<u>36 francos.</u>

»Ahora resta considerar otro punto, y es el efecto útil producido por los dos tipos de lámpara; pero es incontestable que en donde se prefiera la luz por incandescencia al arco voltaico, es porque hay interés en multiplicar los focos, tanto por el efecto decorativo, como por la buena utilización de la luz.

»Es cierto que para el alumbrado de un despacho, por ejemplo, la iluminación producida por 32 lámparas de 16 bujías sería satisfactoria, y el originado por un solo foco de 500 resultaría deficiente.

»En resumen: opinamos que cada uno de estos tipos puede ser preferido al otro en casos especiales; pero de un modo general puede quedar sentado que desde el punto de vista económico, con relación á la luz utilizada, la ventaja está de parte de las lámparas de débil potencia luminosa.»

Según leemos en *El Porvenir de la Industria*, acaba de solicitarse una patente de invención por un compatriota nuestro para la fabricación en España de las placas fotográficas al gelatino bromuro de plata. La industria se establece en las cercanías de Barcelona con todos los adelantos necesarios para convertir en verdaderamente industrial esta preparación que es casi más de laboratorio.

La industria extranjera vende actualmente en Es-

paña una cantidad extraordinaria de placas fotográficas de diferentes tamaños procedentes de distintas marcas que gozan de favor de los fotógrafos. Con la implantación en España de esta industria, que competirá con ventaja con la extranjera, quedará en nuestro país la mayor parte del capital en las compras empleado. Deberáse esto á que la competencia que la industria española va á entablar, se fundará, no sólo en el precio, si que también en calidad, pues la rapidez y minuciosidad en los detalles y preparación homogénea y sin defectos será la característica de las nuevas planchas obtenidas por una reciente fórmula.

EL ALUMINIO.

M. I.e Verrier ha publicado en el *Boletín de la Sociedad de la Industria minera* un trabajo muy interesante acerca del aluminio, del que damos un breve extracto.

Hasta aquí los únicos minerales de donde se extrae el aluminio son los obtenidos en tierras ricas en alúmina y en bausitos. Los procedimientos de extracción más usados son los eléctricos.

La bausita, como primera materia; el ácido sulfúrico y el espato fluor, como reactivos para la fabricación de los productos intermedios, y la fuerza motriz, como agente principal: tales son los elementos que exige la metalurgia del aluminio. Los empleos de este metal son múltiples, y se les puede dividir en tres categorías: 1.º, las fabricaciones en que dicho metal se usa puro ó aliado á cantidades pequeñas de otros metales; 2.º, aquéllas en que se emplea el aluminio en proporciones moderadas en las aleaciones del cobre (bronce y latón); 3.º, las aplicaciones del aluminio como reactivo en diferentes operaciones metalúrgicas.

El aluminio es fusible á los 625º: al solidificarse se concreta mucho (2 por 100 próximamente), circunstancia que ha de tenerse en cuenta cuando se le moldea. Su coeficiente de dilatación es elevado (0,00022); su densidad, cuando está colado, sólo es de 2,50, pudiéndose elevar á 2,67 si se le trabaja. El metal colado tiene escasa resistencia á la ruptura, 10 á 12 kilogramos, con un alargamiento mediano, 3 á 6 por 100. Se trabaja con facilidad en frío, y se puede forjar casi indefinidamente sin recocerle: ello no obstante, el trabajo le agría de una manera sensible. Trefilado, su resistencia alcanza 25 á 27 kilogramos, y entonces el alargamiento es de 2 á 3 por 100; el recocido disminuye la resistencia á 14 kilogramos, pero en desquite el alargamiento aumenta

mucho. El aluminio se suelda con dificultad; la soldadura ordinaria no prende ni se le adhiere. Se han empleado aleaciones de aluminio con el zinc ó con el estaño; pero siempre resulta difícil de lograr una buena adherencia.

Entra en detalles M. Le Verrier acerca de las aleaciones del cobre y el aluminio, y después se ocupa del empleo de éste como reactivo metalúrgico, de la fabricación del ferro-aluminio y empleo del mismo en la fabricación de los aceros. El hierro bastardo se obtiene de la fusión de las virutas de hierro dulce en crisoles de plombagina calentados por un horno especial de petróleo. La masa, una vez llevada al estado de pasta, se pone fluida en cuanto se le adiciona una pequeña cantidad de ferro-aluminio: ya entonces se moldea como si fuera fundición. El hierro bastardo ofrece la ductilidad del hierro; su resistencia á la ruptura se eleva á 40 kilogramos, con 20 por 100 de alargamiento. Es susceptible de un moldeado muy fino, en razón de tener un grano muy compacto y de adquirir una dureza y elasticidad superiores á la del hierro. Finalmente, se puede forjar; pero si se le somete á un trabajo prolongado en caliente, se pone fibroso y pierde las cualidades que debe á su estructura.

CRÓNICA.

Pila nueva.—M. Jess ha ideado la siguiente: un cilindro de carbón aglomerado con bióxido de manganeso, es atravesado interiormente por un vástago de cobre, perfectamente aislado, que sostiene por medio de una soldadura á un cilindro de zinc separado del de carbón por una placa porosa. En el interior del cilindro de zinc, existe un depósito de sal amoniaco que se disuelve poco á poco, según el gasto de la pila.

Parece que ésta da un resultado económico muy notable.

Nueva aplicación del aluminio.—Según nos dicen de Pittsburgo, parece que el Gobierno alemán trata de fabricar los cartuchos de fusil con aluminio para aligerar en todo lo posible el peso del equipo del soldado.

Aun cuando no se emplee el aluminio puro, sino aleado al hierro, parece que la reducción de peso es muy notable.

La electrolisis aplicada á la joyería.—Una ingeniosa aplicación de la electrolisis á la joyería artís-

tica acaba de ser aplicada ¡es claro! por un joyero de los Estados Unidos llamado Meyers. La novedad de la aplicación consiste en que las piezas conservan un pulimento ó bruñido finísimo que tapa muchos defectos. Para conseguirlo, basta sumergir las joyas, después de bien pulidas, en un baño galvánico de oro ó plata, según los casos, y tenerla allí sólo unos cuatro segundos.

La corriente empleada ha de ser de 5 volts y 100 ampères.

El pirógrafo.—En medicina se emplea para las cauterizaciones el termo-cauterio Paquelin, que consiste en un porta-cáusticos hueco que tiene en uno de sus extremos una esponja de platino, y comunica por el otro con un frasco lleno de bencina, cuyos vapores hidro-carbónicos llegan hasta la esponja de platino por medio de dos peras de goma que producen un fuelle continuo. De esta suerte, y mientras dura la proyección de hidro-carburos sobre la esponja previamente calentada, se mantiene ésta al rojo vivo.

Termínese el porta-cáusticos en una punta muy fina, y claro está que paseándola por la superficie de una plancha de madera de las que se destinan al grabado, podrá obtenerse, sin necesidad de buril, una reproducción exacta de cualquier dibujo, que luego la imprenta se encargará de multiplicar.

Á eso queda reducido el procedimiento de M. Le Melle, que puede prestar algunos servicios á los grabadores.

Fotografía de las cavidades internas del cuerpo humano.—En Alemania se ha ensayado con éxito satisfactorio una aplicación curiosa de la fotografía á las exploraciones del interior del cuerpo del hombre y de los animales.

El aparato ideado para este objeto consiste en un tubo de cauchuc que contiene una diminuta cámara oscura de forma cilíndrica. Esta cámara va alojada en un estuchito también cilíndrico, el cual tiene dos puertecillas semiesféricas. Frente á la lente hay dos lamparitas de incandescencia; afecta á éstas, y completando el sistema, hay una batería, y, por último, una pera automática. La simple presión en ésta determina la salida de su estuche de la cámara oscura, y á la par el cierre del círculo de las lamparitas y, por tanto, su incandescencia. Cuando la presión cesa, la cámara vuelve á su estuche, las lámparas se apagan y las puertecitas se cierran. Las imágenes así logradas parece que han dejado satisfechos á los exploradores.

El termógeno.—En la estación que atravesamos, ó, mejor dicho, que nos atraviesa, nada tan confortable como hablar de algo caliente, máxime si, abandonando las ya clásicas Choubersky y sus peligrosas emanaciones, nos echamos á buscar nuevos calorígenos sin peligro de asfixia, y de añadidura económicos, cosa que tampoco es despreciable en ninguna de las estaciones del año.

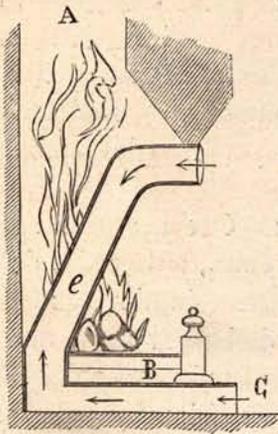


Fig. 1.

El termógeno consta, como puede verse en los grabados, de una plancha de fundición *B*, vaciada por debajo, y cuyo centro está ondulado para aumentar la superficie de caldeo.

Unos tubos *e*, de número indeterminado, se abren bajo la placa, y terminan por arriba en un tubo acodado, cuyos extremos están tapados con una rejilla.

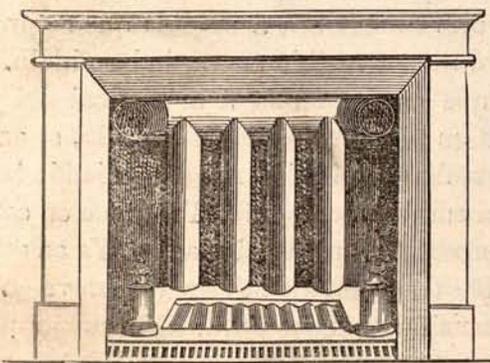


Fig. 2.

Colocado el aparato en una chimenea, en la forma que representa la figura 2, sucederá que en cuanto se encienda la lumbre, como de ordinario, el aire frío de la habitación entrará por la rejilla de cobre y entrará en los tubos *e*, en donde se calentará para salir por los extremos *D* del tubo acodado.

De suerte que puede tenerse por muy poco dinero una estufa higiénica de primer orden.

Nuevo generador eléctrico.—Le ha dado á conocer á sus alumnos del Conservatorio de Artes y Oficios de París el ilustre profesor de la misma M. Becquerel. El nuevo generador le ha inventado M. Peignot, preparador del mismo M. Becquerel, y consiste en un procedimiento nuevo para desarrollar la electricidad. Este procedimiento se reduce á lanzar, con ayuda de una bomba, una masa de mercurio sobre una piel de gamuza, de modo que penetre en sus poros. Frotando luego la piel, se desarrolla una cantidad considerable de electricidad que se recoge fácilmente y se pone de manifiesto en forma de chispas.

El procedimiento ha sido objeto de un aparato especial y sencillo que M. Ducretet ha construído para el Conservatorio, y con el cual se realiza este modo científico de producción de la electricidad. Esta maquineta tiene la forma de una elegante columna de un metro de altura y 30 centímetros de diámetro.

Par voltaico de aluminio.—El profesor italiano Fossati describe en *L'Electricité* un nuevo elemento primario de su invención. Consiste éste en un vaso de vidrio dividido por un tabique de arcilla en dos compartimentos. En el uno coloca una solución algo concentrada de potasa cáustica mezclada con un poco de agua salada, y en el otro una solución bastante saturada de bicromato de potasa.

En el primero de estos dos líquidos introduce una hoja de aluminio, y en el otro un prisma de carbón. En circuito cerrado, la fuerza electromotriz inicial que se obtiene es de 2,63 volts, cuya fuerza cae al poco rato, quedando en 2,51, valor que ya se mantiene constante.

Reemplazando la potasa cáustica con el bicloruro de mercurio, sin tocar al resto de la pila, se tiene al principio, según el referido profesor Fossati, una f. e. m. de 2,377 volts, valor que sube rápidamente á 2,46 volts, que permanece.

Estos valores no experimentan alteración, ó ésta es escasa, en el caso especial de emplearse como polarizante el ácido nítrico ó el crómico en lugar del bicromato de potasa.

Las aplicaciones del aluminio.—Las dos Compañías americanas que se dedican á la fabricación electrolítica del aluminio han introducido una nueva rebaja en el precio en este nuevo é importantísimo producto de la industria metalúrgica. El precio á que ahora se vende ese metal es el de 5 francos y medio el kilogramo, para pedidos no inferiores á 1.000 kilogramos. Éste es el precio á que ha adqui-

tido el Gobierno alemán 20 toneladas de dicho metal, con destino, según se dice, á la transformación de los utensilios que sirven en el ejército para la alimentación del soldado. Si esta aplicación se realiza, será preciso prohibir el uso de la sal en el rancho del ejército, porque es sabido que el cloruro de sodio ejerce una acción destructora en el aluminio. Nos inclinamos, pues, á creer que la verdadera aplicación que en el ejército alemán se dará al aluminio, consistirá en sustituir las actuales cápsulas de latón de los cartuchos por otras de aquel metal, lo que reduciría en una proporción considerable su peso. Precisamente á esa circunstancia de ser atacable el aluminio por el cloruro de sodio débese el que no se le haya aplicado ya, no obstante su alto precio, á la construcción de los cascos de los buques de guerra. Sabido es, en efecto, cuánto se afanan ingenieros y constructores navales en aligerar el peso de los buques, sin perjuicio de sus defensas y puesta la mira en la aceleración de su velocidad. El aluminio, que es tan poco denso, permitiría un progreso considerable si no tuviera, como contrapeso de su superioridad sobre el acero, la desventaja que hemos citado. La solución del problema hay que buscarla en alguna aleación que, conservando en gran parte las ventajas del metal, destruya sus inconvenientes. Éstos, por fortuna, no se ofrecen en las aguas dulces de los lagos, según resulta de un experimento hecho en el de Zurich. En este lago se ha botado, en efecto, un hermoso vaporcito de aluminio, cuyo peso es sólo la mitad del que corresponde á un buque ordinario de sus dimensiones. El éxito de esta tentativa ha alentado á los constructores, y, según parece, son varios los vapores de aluminio que pronto surcarán las aguas de los encantados lagos de la Suiza. Cuanto al aspecto de estos barcos, no puede ser más hermoso. El aluminio no se oxida, y su color es un blanco azulado que brilla con fulgores de plata bajo los rayos del sol. Por lo demás, el comercio se ha apoderado ya de este precioso metal, y son muchos los objetos que procura. El porta-pluma de que nos servimos para trazar estos renglones es de aluminio, y consiste en un hermoso tubo, ligerísimo, que ofrece la particularidad además de haberse fabricado por el procedimiento Mannesmann. Hemos tenido en la mano diferentes objetos del servicio de mesa de una ligereza tal, que el cogerlos causa impresión momentánea de asombro.

El Observatorio del Mont-Blanch.—La ciencia ofrece pocas tentativas más audaces que la erección de un Observatorio en la cumbre de la helada mon-

taña que forma la divisoria entre Suiza é Italia. Esta empresa, inspirada en el más intenso amor á la ciencia, cuya realización exige esfuerzos extraordinarios, en cuyo acometimiento se afrontan peligros de todo género, y que, una vez resuelta, en cuanto el hombre, en nombre de la ciencia conquistadora, haya asentado su planta permanentemente en la región sombría donde reinan las nieves eternas, requerirá, de los que entre ventisqueros y aluviones hagan allí su morada, todas las abnegaciones, todo el impasible y heróico valor que infunde un sublime sacerdocio, es debida á la iniciativa de M. Janssen, ilustre físico francés, quien, para realizarla, ha requerido la inteligente cooperación del famoso ingeniero Monsieur Eiffel.

Para erigir un Observatorio en la cumbre del Mont-Blanch precisa, ante todo, determinar la profundidad de la costra de nieve que cubre aquella helada cima, á fin de buscar un firme de roca en que poder asentar las fundaciones del edificio.

Esta tarea, difícilísima y peligrosa, ha ocupado los primeros trabajos del audaz físico francés. El verano que acaba de transcurrir los ha facilitado; pero su resultado no ha sido tan decisivo como el deseo de ver la obra terminada hacía desear. Para realizar esta exploración se ha acometido la montaña por una de sus laderas, en un plano horizontal y con dirección á la cumbre en su parte más cubierta. Elijióse el lado de Chamonix á grande altura, como arranque de la galería, y practicóse ésta en una longitud de 23 metros, cuyo extremo correspondía á la plomada del pico de Mont-Blanch. No se encontró más que nieve más dura á medida que se profundizaba, pero no convertida en verdadero hielo. Desde el punto que correspondía á la vertical del pico, y siguiendo un plan previamente trazado, se acometió la apertura de galerías laterales, siguiendo la dirección de la cumbre del monte. Tampoco en este sondejé se encontró la roca del macizo. Ya en estos trabajos había transcurrido la estación breve en que la permanencia en aquellas altitudes es menos peligrosa, y hubo que suspenderlos hasta el año próximo, mas M. Janssen, con la idea de prescindir para asiento de la fábrica del firme de la roca, no quiso abandonar aquellos lugares sin preparar un ensayo del que espera recoger indicaciones de cierto valor, é interesando todavía el valor y la abnegación de sus obreros, construyó una á manera de garita, formada de tabloncillos hincados en la nieve unidos entre sí por tablas gruesas y sólidamente ensambladas, cuya ligera edificación se robusteció además con grandes bloques de hielo que, haciendo oficios de contrafu-

tes, ayuden á la estabilidad de tan ligera construcción. El examen del desplazamiento que ésta sufrirá permitirá á M. Janssen, juntamente con otras pruebas, determinar la naturaleza definitiva del atrevido monumento con que la ciencia pretende desafiar las borrascas de aquella región inhabitable.

La lluvia artificial.—Como ha venido siendo objeto de animadas controversias la posibilidad de hacer llover, no estará de más que consignemos la opinión del honorable profesor Edwin J. Houston, consignada en una Memoria que dirige al Instituto Franklin.

He aquí las conclusiones á que llega el sabio americano:

1.º No es posible provocar la lluvia á voluntad, por medio de explosiones verificadas á una altura media en cualquier punto de la superficie de la tierra, independientemente de los fenómenos meteorológicos.

2.º En ciertas condiciones meteorológicas, las explosiones á una altura media pueden determinar la lluvia sobre grandes superficies.

3.º La libertad de energía correspondiente á esta lluvia no es debida á las explosiones, sino á la almacenada ó acumulada en el vapor de agua de que la lluvia proviene.

4.º Las condiciones meteorológicas que deben existir para que tengan éxito las explosiones, bastarían por sí solas en la mayor parte, si no en la totalidad de los casos, para producir naturalmente la lluvia.

5.º Una diferencia relativamente grande de potencial eléctrico entre las diferentes zonas de aire, ó entre el aire y la tierra, quizá sea favorable, cuando las demás condiciones meteorológicas concurren, para la producción artificial de la lluvia.

De suerte que cuando llueve, después de haber gastado una cuanta pólvora en salvas, sólo resta lamentar el tiempo y el dinero empleados, amén del catarro que puede adquirir el aspirante á Neptuno.

Calori-amperómetro de Edelmann.—El método calorimétrico es el que da los valores más exactos de la intensidad efectiva de una corriente alterna. Desgraciadamente los aparatos empleados hasta el día eran complicadísimos, y así se explica su poca generalización.

Un inventor ha construído hace poco un modelo de calorímetro destinado á remediar los inconvenientes de los aparatos ordinarios empleados como amperómetros.

He aquí la descripción del aparato:

Dos barras de cobre bien aisladas y bastante gruesas llevan la corriente á los extremos de una resistencia metálica, arrollada en hilo doble alrededor de un tubo metálico.

Las barras conductoras atraviesan la cubierta del aparato por medio de dos tubos aisladores, y van á reposar en un recipiente lleno de un líquido cualquiera.

Al circular la corriente por el hilo arrollado al eje metálico, se eleva su temperatura, calentando también al líquido que le rodea; líquido que además está sometido á un continuo movimiento, merced á una pequeña tubería situada en el centro del aparato, y movida por una manivela. Un termómetro que aprecie décimas de grado es el complemento del sistema.

El aparato es fácil de graduar por medio de una corriente constante de valor determinado, y puede formársele de este modo una escala propia.

NOTICIAS.

Desde el número próximo, y formando parte de nuestra «Biblioteca científica,» empezaremos la publicación del magnífico *Tratado de Electrodinámica industrial*, del sabio profesor de la Escuela politécnica, D. Francisco de P. Rojas.

En América el afán de multiplicar las instalaciones y facilitar la manipulación, ha obligado á varias compañías, especialmente á los Sres. Crompton y á «The St. James's Electric Lighting Company,» á adoptar tiras de cobre desnudas y aisladas por porcelana ó vidrio para las líneas subterráneas, en vez de los cables perfectamente aislados casi empleados exclusivamente hasta el día.

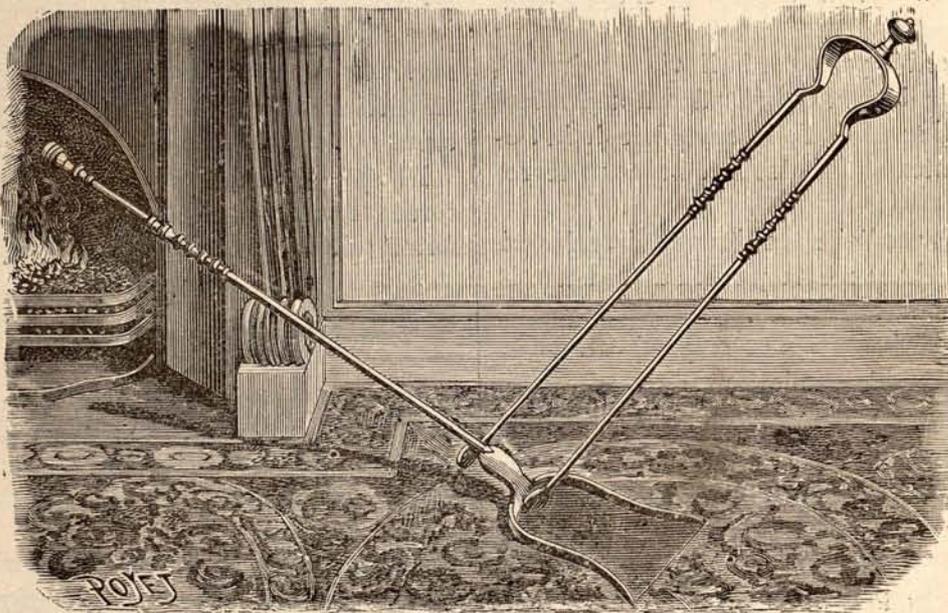
Este método, para sistema de distribución de baja tensión, tiene aplicaciones prácticas en su favor respecto á la facilidad de colocación, inspección y enlaces. También se ha tratado de ventilar estas instalaciones subterráneas por medio de ventiladores que funcionen constantemente y hagan circular por

ellas aire seco y caliente para mantener un buen aislamiento; pero esto implica una complicación grande y creemos que la idea no prosperará. Parece que el sistema de líneas subterráneas desnudas

está llamado á extenderse. En París tiene ya gran desarrollo, y en Alemania la *Allgemeine Gesellschaft*, de Berlín, emplea este sistema en la extensión del alumbrado que abarca su estación central.

RECREACIÓN CIENTÍFICA.

EQUILIBRIO CON UNA PALA Y UNAS TENAZAS,



Cuando en las veladas de invierno nos acercamos casi instintivamente á la chimenea, encontramos medios de hacer nuevas experiencias.

He aquí una bien sencilla: la paleta y las tenazas nos proporcionan todo lo necesario. Colóquese sobre el suelo la parte plana de la paleta, y propóngase á cualquiera de los circunstantes el siguiente problema: «Mantener la paleta en equilibrio, en esta posición, sin más auxilio que las tenazas.» El dibujo indica claramente cómo se ha de operar.

Basta poner sobre la paleta, propiamente dicha, una de las patas de las tenazas, y apoyar la otra hasta hacer que amordace parte del mango, y se obtendrá el equilibrio después de algunos tanteos indispensables en estas cuestiones.

Conviene escoger una pala y unas tenazas que tengan el mango en forma de botón ó boliche, para que, pudiéndole quitar, se disminuya el peso y pueda encontrarse mejor la posición de equilibrio.

Si las planchetas en que suelen terminar las tenazas son esféricas, unos golpes de lima bastarían para que presenten una porción plana, y ya se podría hacer la experiencia sin riesgo de que oscilase.

MADRID

IMPRENTA Y FUNDICIÓN DE MANUEL TELLO

Don Evaristo, 8