



Un puente sobre el Estrecho de Gibraltar.

II.

Fórmula que da la luz máxima en los puentes colgados.

Después de escuchar de los labios de nuestro Ingeniero de Caminos su peregrina y utópica disertación sobre el columpio de aluminio que enlazara las dos costas, ocurrese al espíritu una pregunta no exenta de interés.

—¿Qué dice la Mecánica aplicada sobre el proyecto de nuestro joven Ingeniero? ¿Es una *absurdistad* soñar con que mañana ó el otro devolvamos á los marroques las visitas que nos hicieron en pasados siglos?

—Como que es forzoso descartar toda hipótesis que huela á apoyos intermedios, como que no es posible soñar con pilas, dada la enorme profundidad del Estrecho y la violencia de sus corrientes, el problema, si bien más difícil, más grandioso, más gigantesco, más *imposible*, queda más concreto, más precisado. Hélo aquí:—¿Se concibe en el actual estado de nuestra resistencia un tramo de 12.000 metros?

Tengan en cuenta los Ingenieros que nos lean que estamos escribiendo un artículo, y no haciendo un proyecto; no olviden que nuestro único propósito es echar á volar una idea científica—absurda ó no absurda, que eso el tiempo lo dirá,—y no el buscar celebridad con atrevimientos tan extemporáneos, como pasados de moda. Bien se nos alcanza, demasiado comprendemos (¿no lo hemos de comprender!) que la frase «Un puente sobre el Estrecho» hará asomar la risa á muchos labios. Pero si á los «dueños» de esos labios les decimos:—«¿por qué el metal no ha de vencer nunca 12.000 metros de luz?»—á buen seguro que, luego de titubear largo rato, responderán con un seco —«porque nó,»—sin meterse en más honduras, ni razonar su lacónica respuesta.

—Unos autores de Mecánica rodean nuestro tema y pasan sobre él como sobre áscuas: otros lo saltan francamente sin entrar en más averiguaciones. Pascal, por ejemplo, después de describir sucintamente los puentes de Brooklin y de Forth, dice: «Estas construcciones hacen soñar con los proyectos más gigantescos para lo porvenir».

No necesitamos forzar la dialéctica para demostrar que eso no es contestar á nuestra pregunta, sino escaparse por la tangente. ¿Qué luz podrá llamarse gigantesca comparada con la de Brooklin? ¿Qué tramo podrá llamarse gigantesco comparado con el de Forth? En una palabra y concretando. ¿Qué luces se alcanzarán mañana? ¿Es posible calcular, siquiera sea aproximadamente, el partido que el Ingeniero futuro sacará del metal? ¿Llegaráse á poco más que hoy, ó es todo cuestion de tiempo y de dinero?

Respondamos con el gran geómetra francés M. Lamé, que este es uno de los muchísimos problemas que nunca solucionará nuestra actual Mecánica aplicada;

esto únicamente se sabrá el día (quizá no lejano), en que esa ciencia se convierta en Mecánica molecular; el día en que las oscuras teorías de elasticidad salgan de las sombras que hoy desgraciadamente las envuelven: nuestra Mecánica aplicada derrama luz incierta y estelar, cuando lo que nos hace falta es luz de medio día.

—Al presente los puentes se calculan por una especie de tanteos y comparaciones, por un á modo de tira y afloja: su cálculo es algo así como un cálculo integral, del cual se conocen los principios fundamentales, los procedimientos por los cuales se llegaría... pero no se llega ni aún siquiera á ponerse de acuerdo en la esencia de muchas teorías.

Los ingenieros franceses calculan con unas hipótesis, con las de Bresse; los belgas, con otras; los austriacos y alemanes, con otras, con las de Lever; los yankees, con otras muy distintas.

Ciertas fórmulas son idénticas en todos los autores, claro está; pero los coeficientes de resistencia, la distribución de sobrecargas, los parámetros de elasticidad, etc., varían considerablemente.

Sin embargo, existe un caso particular de cálculo de puentes, que es pura Mecánica racional (1); un cálculo en el cual para nada se habla de la constitución íntima del metal, de momentos flectores, ni de esfuerzos cortantes; un cálculo en que no aparecen coeficientes de elasticidad del material, ni esas otras complicadísimas fórmulas que constituyen el *todo* de nuestros actuales procedimientos. Nos referimos á los puentes colgados. Si se nos dice que precisamente son los más inseguros, los más dados á catástrofes, no vamos á negarlo de ninguna manera. Buscar la razón de ello nos apartaría de nuestro estudio. Lo que sí puede asegurarse y repetirse, es, que la esencia del cálculo de un puente colgado es mucho más *racional* que la de los demás puentes.

Veamos si en ellos podemos averiguar, *grosso modo*, el límite de sus luces.

Si suponemos un hilo flexible é inextensible cargado uniformemente en proyección horizontal, sabemos que el hilo toma forma de parábola. La tensión en el punto más bajo, (vértice de la parábola), es

$$T_0 = \frac{p L^2}{2 f}; \quad (1)$$

en cuya fórmula p es el peso por unidad horizontal, L la semicuerda—la semiluz—de la parábola, y f la flecha de la misma. (2)

(1) Por lo menos el cálculo de la parte esencial, el cálculo de los cables. Las viguetas, vigas de rigidez, barandillas y demás accesorios entran en los dominios de la Mecánica aplicada.

(2) Estimaremos p en kgs. por mt. de luz; L y f en metros: T_0 vendrá estimado en kgs. Supondremos para simplificar que la tensión es constante en todo el cable; con esta hipótesis cometemos una *ligera* inexactitud.

Los ingenieros saben de sobra que esta *licencia* es perfectamente lícita y casi inapreciable en los resultados.

Pues bien; escojamos datos exageradissimos:

$$2L = 20.000 \text{ metros} \quad f = 500 \text{ metros} \quad p = 20.000 \text{ kgs.}$$

Sustituyendo dichos valores en la fórmula (1), tendremos:

$$T_0 = \frac{20.000 \times 10.000}{2 \times 500} = 2$$

(No hay que olvidar que si la luz es 20.000, L será 10.000).

Efectuando operaciones:

$$T_0 = 2.000.000.000 \text{ kgs.}$$

Busquemos la sección del cable.

Puesto que $T_0 = S \cdot R$. (*)

$$S = \frac{2.000.000.000}{R};$$

y suponiendo $R = 1.000 \text{ kgs.}$; es decir, suponiendo que el metal resista *mil* kilogramos por *milímetro cuadrado*, tendremos $S = 2.000.000 \text{ mm}^2 = 2 \text{ metros cuadrados}$.

El diámetro del cable sería por tanto $2 \sqrt{\frac{2}{\pi}}$

Concluamos el problema. Un cable de acero de 2 mts.² de sección, ¿cuánto pesa por metro lineal?

La densidad del acero es, *à peu pres*, 7,5, luego el m. l. de dicho cable pesará 15 toneladas. Como que el peso por m. l. de puente era 20 toneladas, nos quedan disponibles 5 toneladas para péndolas, viguetas, piso, barandillas, etc.

El problema, pues, *en teoría no es absurdo*.

Algún ingeniero, al llegar á este punto, exclamará:

—«¡Es claro; suponiendo resistencias casi infinitas como esa de 1.000 kilogramos por mm^2 , ¿cómo han de resultar absurdas luces casi infinitas?»

—Poco á poco,—replicamos nosotros,—y a llegaremos á eso. Aún no hemos concluido.

Conservando todos los datos, alteremos únicamente la resistencia, y supongamos que dicha resistencia en vez de ser *mil*, es la mitad—ó sean 500 kilogramos por mm^2 .—Entonces la sección del cable es cuatro metros y su peso *30 toneladas*.

Fijémonos en los datos y en el resultado.

Según los datos, el *peso total* por m. l. de puente, era 20 toneladas; según los resultados, el *peso parcial*—del cable únicamente—es 30 toneladas.

¡La parte pesa más que el todo!

Tal resultado es perfectamente absurdo.

Y no se nos diga que nuestros datos no son razonables. Operamos con una fórmula de Mecánica racional, obtenida sin limitación de ningún género; si operáramos con fórmulas *condicionales*, como son la mayor parte de las de resistencia, podría objetárenos que generalizáramos fórmulas no comprobadas sino

(*) S es la sección en milímetros cuadrados y R es la resistencia en kgs. por milímetro cuadrado.

entre ciertos límites: en el caso presente no es pertinente esa objeción. Pero, aún en ese terreno... Si hemos supuesto una luz 40 veces mayor que la de Brooklyn, también hemos tomado un peso mínimo de 20 toneladas,—que es aproximadamente el de Brooklyn,—y una resistencia treinta y tres veces mayor que la de los aceros crómicos empleados en los cables del gran puente. Así pues, toda la exageración en la luz, queda fuertemente compensada con el peso *pequeñísimo* y la resistencia *enorme*.

Pero volvamos á nuestros razonamientos. Si con ciertos datos se obtienen resultados *no absurdos* y con otros absurdos, ¿cuál es el límite de los no absurdos? ¿Cuál es la *luz máxima* de la cual nunca podrá pasar el hombre, á lo menos con puentes colgados?

El sentido común dice, que esa luz máxima depende de varias cosas á un tiempo. Desde luego, depende, y está en razón directa, de la resistencia del metal: más resistencia, más luz. Depende, y está en razón inversa, de la densidad: más pesado el metal, menos luz. Y, por último, depende también de la flecha: más flecha, más luz.

Veamos de agrupar nuestros prejuicios en una fórmula. La cuestión es sencillísima: con *tal* flecha, resistencia y densidad; ¿cómo calcularemos un cable para que al encontrar su sección, el peso de dicho cable sea *exactamente* el que atribuíamos al puente? Porque, claro es que, en llegando á esa luz, de ahí es imposible pasar: si llegamos á esa luz, el cable no puede sostener más peso que el suyo propio; y como se necesita un excedente, un suplemento de peso, para la superestructura y carga móvil, ese límite será—*y con mucho*—un límite absoluto, un límite inalcanzable.

Calculando con esta hipótesis, lo que en el fondo calculamos es una catenaria. Pues bien, ¿en que límite la parábola se convierte en catenaria?

Acudamos á la fórmula fundamental.

$$T_0 = \frac{p L^2}{2 f} \quad (1)$$

Designemos por A la relación $\frac{f}{2L}$ y pongamos la fórmula (1) en forma cómoda para nuestro objeto:

$$T_0 = \frac{p L \frac{2L}{f}}{2 f \frac{2}{f}} = \frac{p L \frac{1}{A}}{4} = \frac{p L}{4 A}$$

Como que la tensión T_0 es la sección por la resistencia, tendremos

$$T_0 = \frac{p L}{4 A} = S \cdot R.$$

fórmula en la cual la sección está estimada en milímetros y la resistencia en kilogramos. Despejemos S ;

$$S = \frac{p L}{4 A R}$$

Obtenida la sección, busquemos el peso del m. l. de

cable. Para ello multipliquemos la sección por 1.000 mm. (base por altura) y tendremos el volumen $\frac{pL}{4AR} \times 1.000$ en milímetros cúbicos; dividiendo por 1.000.000, en decímetros cúbicos; y ya en decímetros cúbicos, no hay más que multiplicar por la densidad para obtener en kilogramos el m. l. de cable; y como ese peso queremos que sea igual al peso por m. l. de puente, tendremos en último resultado:

$$\frac{\frac{pL}{4AR} \times 1.000}{1.000.000} \times D = p$$

Y despejando L;

$$L = \frac{4.000 AR}{D}, \text{ y } L' = 2L = 8.000 \frac{AR}{D} \text{ (a)}$$

La fórmula (a), es la que da la luz teórica máxima de los puentes colgados. Vemos que la luz L' es directamente proporcional á la resistencia y á la flecha (**), é inversamente proporcional á la densidad del metal.

Vése también en nuestra fórmula (a), que la luz máxima es independiente de la sección del cable, y este resultado, que pudiera sorprender á primera vista, no debe extrañar, si nos fijamos en las condiciones del problema. En efecto; si suponemos un hilo que resista lo estrictamente necesario para no romperse, un cable formado por muchos hilos de la misma naturaleza, es evidente que estará en las mismas condiciones de equilibrio estricto que el hilo único.

Si comparamos la fórmula (a) con la que dá el peso del cable y las varillas

$$Q = \frac{8000}{R} (\pi + p) \times \left(4a^2 \frac{a}{4b} + \frac{b}{2a} \right) \text{ (***)}$$

nos encontramos con el factor 8.000, y con el mismo factor nos hallamos al calcular el coeficiente económico de un puente colgado.

No entremos en indagaciones sobre tan rara coincidencia; apuntémosla simplemente. Su explicación—muy interesante, en nuestro sentir, para la media docena de ingenieros que en España leen estas chifladuras—nos llevaria muy lejos de nuestro punto de partida, y harianos quizá pecar de pesados cuanto en nuestro anterior artículo pecamos de ligeros.

Aquí pensábamos dar fin á esta segunda parte de nuestro trabajo, pero ya que hemos empezado á subir la cuesta del cálculo, forzosamente pesada, dejémosla atrás de una vez, desarrollando nuestra fórmula.

Lo mejor y más elegante para la construcción de nuestra fórmula $L' = 8000 \frac{AR}{D}$, sería traducirla analíticamente y discutir la superficie que representara.

(*) No lo hacemos, sin embargo, por ahorrarnos el dibujo.

Desarrollemos la fórmula en un cuadro de doble entrada. Supondremos la densidad del metal constante é igual á 8. La elección de este número 8, reúne

LUCES MÁXIMAS QUE PUEDEN SALVARSE CON UN CABLE DESGARGADO

A	VALORES DE R POR MM ²									
	10 k.	20 k.	30 k.	40 k.	50 k.	60 k.	70 k.	80 k.	90 k.	100 k.
$\frac{1}{1}$	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000
$\frac{1}{5}$	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000	12.000	14.000	16.000	18.000	20.000
$\frac{1}{10}$	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000
$\frac{1}{15}$	666	1.332	1.998	2.664	3.330	3.996	4.662	5.328	5.994	6.660
$\frac{1}{20}$	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
$\frac{1}{25}$	400	800	1.200	1.600	2.000	2.400	2.800	3.200	3.600	4.000
$\frac{1}{30}$	333	666	999	1.332	1.665	1.998	2.331	2.664	2.997	3.330
$\frac{1}{40}$	250	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	2.250	2.500
$\frac{1}{50}$	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000

(**) No olvidemos que $A = \frac{f}{2L} = \frac{1}{n}$ fracción—esta última—que representa la flecha.

(***) Resal, Puentes Metálicos, pág. 297, tomo I.

(*) Pondríamos de manifiesto el valor de $A = \frac{f}{L'}$, y suponiendo D constante, tendríamos $\frac{D}{8.000} L'^2 = fR$, ó sea una ecuación de la forma $m.z^2 = x$ y. La discusión de esta superficie de segundo grado es sumamente sencilla.

varias ventajas. Simplifica la fórmula, que queda reducida á $L' = 1000 \times AR$; es aproximadamente la densidad de nuestros actuales aceros, y tres veces la del aluminio. (Luego diremos el partido que sacamos de esta última propiedad.)

En nuestro cuadro, la primer columna contiene las flechas, ó sean diversos valores de A. El denominador de la fracción que representa la flecha, aumenta de 5 en 5 al principio y luego de 10 en 10. Con esta aproximación basta para nuestro objeto; si se quisieran flechas intermedias, no habría más que interpolarlas; la fórmula, por otra parte, es tan sencilla, que aun de memoria, sin necesidad de lápiz, pueden obtenerse muy fácilmente las luces teóricas.

Los valores de R, ó sean las resistencias por mm^2 , crecen de 10 en 10 kilogramos, hasta llegar á 100.

Manera de operar con el cuadro.

Si se nos pidiera la luz máxima que podríamos salvar con un metal cuyo coeficiente de rotura fuese 40 kilogramos por mm^2 , (sin imponernos ninguna otra condición respecto á flecha), responderemos que, según la curvatura que se admita en el cable, así será el número elegido.

Que nos precisan la curvatura; que nos dicen, por ejemplo, que la flecha ha de ser $\frac{1}{20}$. Pues en la cuarta columna iríamos bajando hasta el número 2.000, que se encuentra la línea correspondiente á $\frac{1}{20}$. Es decir, 2000 metros de luz es lo más que puede salvar un cable de densidad 8, resistencia 40 kilogramos por mm^2 y 100 metros de flecha. Esto, claro está, sería un límite absoluto, y por los motivos expuestos, un puente (como que se necesita un gran suplemento de peso) jamás se llegaría á él.

Como que la luz multiplicada por la fracción que representa la flecha, da la flecha estimada en metros, y como que, por otra parte, dicha flecha es aproximadamente la altura de las pilas, que en un puente colgado sostienen los cables, cabe con nuestro cuadro hacer comparaciones y aun deducciones hasta cierto punto, de las alturas que habían de alcanzar las enormes pilas que sostuvieran los cables del enorme puente de 900 metros, proyectado sobre el Hudson. Dejamos las comparaciones y deducciones á la sagacidad del lector, y pasemos á lo que nos interesa.

Puesto que hemos supuesto que la densidad del metal era 8, y puesto que la densidad entra en el denominador de nuestra fórmula, es evidente que si operamos con una densidad que sea el tercio de la propuesta, habrá que multiplicar por 3 las cifras en contradas. Es así que la densidad del aluminio es próximamente $\frac{8}{3}$, luego si el material empleado fuese este último metal, por el número 3 habría que multiplicar las cifras de nuestro cuadro para obtener las luces máximas. Sin embargo, es tan sencilla la fórmula que operaremos directamente con ella.

$$L' = 8.000 \frac{A R}{D}$$

Poniendo A de manifiesto, y haciendo $D = \frac{8}{3}$ tendremos

$$L'^2 = 3.000 f R$$

Busquemos aproximadamente los valores de f y de R, que dan para L' una magnitud de 20.000 metros ($f = 600 R = 200$)

Como que la luz efectiva es 12.000 metros, el exceso de 8.000 metros de luz, transformado ó mejor dicho aprovechado en péndolas, piso, etc., ¿nos daría para la armazón del puente?

Tratándose de un metal tan ligero como es el aluminio, creo (á bullo) que sí. Claro que si no lo creyera á bullo sino que lo calculara (y la cosa no es tan difícil, después de todo), lo que haría no sería un artículo, sino un proyecto completo de puente, partiendo de pilas de 600 metros y de una resistencia de 200 kilogramos, sobre el Estrecho de Gibraltar.

Aquí damos punto por hoy, y en el próximo y último artículo sobre esta materia, disertaremos sobre las probabilidades que tiene el aluminio de realizar en lo futuro obra tan gigantesca, y soñaremos unos minutos meciéndonos en el ideal columpio suspendido de las columnas de Hércules.

FRANCISCO GRANADINO.

Estación Central de Quintin (Francia)

La pequeña instalación que vamos á describir someramente, es un ejemplo interesante de estación Central de pequeña potencia. Establecida y explotada con la mayor economía, nada dejan que desear, sin embargo, la seguridad y regularidad del servicio, y su perfecta construcción.

La estación generatriz está situada á la entrada de la población. El edificio es el de una fábrica de harinas, movida antiguamente por cuatro ruedas hidráulicas, que utilizaban un desnivel de 2^m. La adquisición de un salto de 6^m, situado aguas abajo, ha permitido conseguir un desnivel total de 8^m y establecer una turbina que, á 340 revoluciones por minuto, consume 740 litros por segundo, desarrollando 62 caballos.

El árbol vertical de la turbina lleva dos ruedas de ángulo; una de ellas, situada á la altura del primer piso, pone en movimiento un árbol horizontal para la transmisión de la dinamo; la otra, colocada al nivel del segundo piso, conduce la transmisión general de la fábrica de harinas. En tiempo de escasez de aguas se atiende al servicio eléctrico preferentemente á la molienda de grano, así es que el volante de mano que mueve la compuerta de admisión está en el cuarto de la dinamo, bajo la dependencia exclusiva del electricista.

La dinamo está excitada en derivación; sus induc-

tores son de acero fundido; su inducido es del tipo Gramme. A la velocidad de 1.200 revoluciones por minuto, desarrolla una corriente de 120 ampéres, bajo 125 volts. El aislamiento del suelo se obtiene por una espesa hoja de caoutchouc y un bastidor de madera de roble, impregnada de una solución de parafina en el sulfuro de carbono.

Al tablero de distribución, bien estudiado y muy completo, concurren los cables de la dinamo, el circuito de una batería de acumuladores auxiliar y la red de distribución, compuesta de cuatro circuitos distintos, alimentados cada uno por un feeder y con un hilo de regreso común para todos.

En el diagrama adjunto *A B C D* son los 4 feeders, *E* el hilo de regreso común, *F* el polo + de la dina-

mo, *G* el polo - de la dinamo, *f g* los hilos de excitación de ésta, *a b c d* los hilos de guía ó pilotos, *h* el reostato de la dinamo, *k* las tomas de corriente, *H* el polo positivo de los acumuladores.

Un amperómetro totalizador, *S*, indica la corriente total suministrada al servicio de alumbrado; otro amperómetro *s'* puede, mediante un conmutador de dos direcciones, intercalarse en el circuito de uno ú otro de los feeders, para señalar en un instante dado la corriente que circula por él. Un tercer amperómetro de Richard, *P*, inscribe gráficamente las variaciones de intensidad.

El conmutador *U* sirve para reunir los acumuladores á la dinamo ó a la línea; los seis últimos elementos de la batería pueden intercalarse progresivamente,

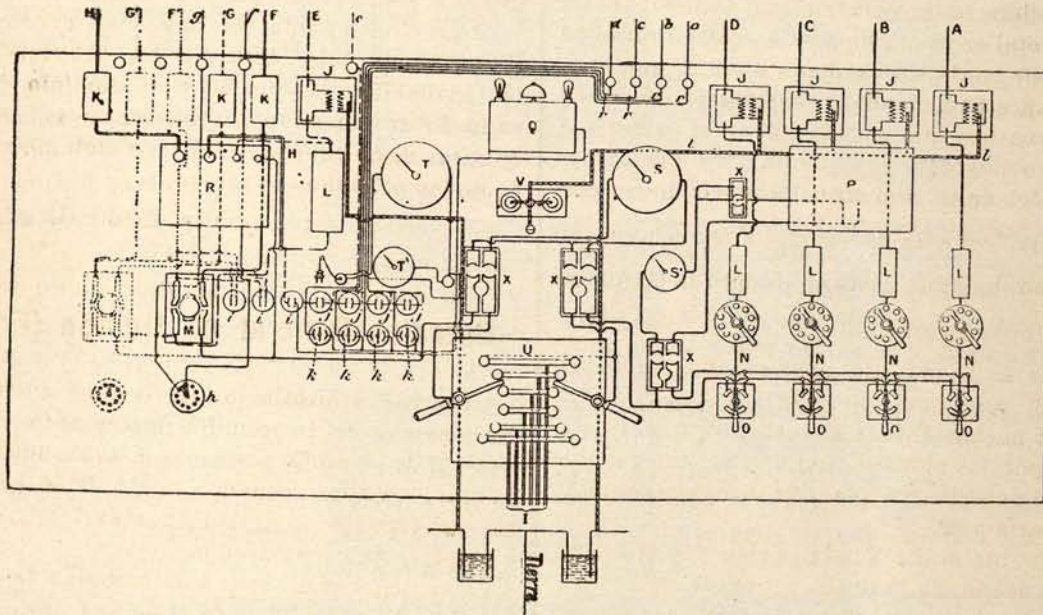


DIAGRAMA DE LA ESTACIÓN DE QUINTÍN

te, por medio del conmutador, sobre el circuito de descarga, cuando la tensión de ésta comienza a disminuir.

Dos voltímetros *TT'* permiten apreciar la tensión de la corriente, colocándolos en derivación sobre la dinamo, los acumuladores ó los diversos feeders. Los hilos de los voltímetros terminan en una doble clavija, que puede introducirse en los orificios correspondientes de una serie de pequeños conmutadores bipolares (*i* = dinamo; *i'* = acumuladores; *jj* feeders).

Debajo de éstos están colocados otros cuatro pequeños conmutadores *KK* para poner en circuito los feeders. A la derecha del tablero se ven los conmutadores de introducción de los amperómetros (*O*), las manecillas de los reostatos (*N*), cuyas resistencias es-

tán colocadas a la parte inferior del tablero, los cortacircuitos (*L*) y los pararrayos *T* de los cuatro feeders.

En la parte media, encima del indicador de tierra *V*, se encuentra colocado un indicador de potencial *Q*. La aguja de este voltmetro oscila entre dos contactos que establecen el circuito sobre una lámpara roja si el potencial es demasiado elevado, sobre una lámpara verde si es demasiado bajo. Un timbre eléctrico confirma estas indicaciones, llamando la atención del electricista. Para emplear el aparato se ponen todos los circuitos sobre el indicador, por medio de los conmutadores *KK* de toma de corriente; si la tensión media es la que debe ser, la aguja permanece inmóvil; si no es así y, por ejemplo, se enciende la lámpara roja, y suena el timbre, se cierra sucesivamente cada

uno de los conmutadores K, hasta extinguirse la luz y el sonido. El último circuito, que se ha suprimido, es el que tenía un potencial demasiado elevado. Es fácil entonces poner este circuito en relación con el voltmetro por medio del conmutador de clavijas correspondiente y restablecer con el reostato la tensión normal.

Como se ve, este tablero es muy completo y aun pudiera objetarse que varios de sus aparatos constituyen un verdadero lujo, si lujo pudiera haber cuando se trata de precauciones para asegurar el buen funcionamiento de una instalación tan importante como una estación central, donde una interrupción parcial ó total del servicio puede tener graves consecuencias.

La batería de acumuladores se compone de 60 pares dispuestos en cuatro líneas, de 15 cada una. Los recipientes, de plomo endurecido, descansan, por medio de aisladores de porcelana llenos de aceite, sobre las tablas de la estantería, colocadas á unos 20 centímetros del suelo. La capacidad de la batería es de 180 ampéres-horas.

La línea es aérea y está calculada para 400 lámparas, en previsión de un aumento del servicio, que hoy es de 200 lámparas solamente. Estas se distribuyen, como hemos dicho, sobre 4 circuitos: uno destinado al alumbrado municipal, que comprende 45 lámparas de 16 bujías; otro para la iluminación de la iglesia, y los dos restantes para el servicio particular. La energía eléctrica se vende al contador Thomson á razón de 0,80 francos el kilowatt-hora, ó sean ocho céntimos por lámpara-hora de 16 bujías á 50 watts, ó por abonos anuales á razón de 40 francos por lámpara.

El capital social es de 40.000 francos y los ingresos anuales de 8.000 francos, que se reparten en la siguiente forma:

	Francos
Personal, vigilancia, mano de obra y gastos diversos.....	4.000
Amortización del capital en veinte años.....	2.000
Interés del capital.....	2.000
<i>Total</i>	8.000

Debe tenerse en cuenta que en los gastos de primera instalación figuran las obras para el establecimiento del salto de 8m, la compra del motor hidráulico y del edificio, etc.

MANUEL CRUSAT.

Los lavaderos modernos.

Las necesidades del régimen interior de vapores y hoteles, principalmente en los países dotados de vida exuberante, son tan grandes, que ellas

explican por qué la industria ha tenido que intervenir para resolver rápida y satisfactoriamente el problema de economía é higiene que el simple lavado de las ropas de uso y servicio de la población que vive más ó menos transitoriamente en esos mundos abreviados plantea. En Nueva York se ha dado la nota más progresiva en la constitución de la industria del lavado en grande escala rápido y eficaz; y el adjunto grabado que tomamos de la *América Científica*, permite formar idea de las operaciones sucesivas porque pasa la ropa, en su breve tránsito por la lavandería moderna, para convertirse de sucia en limpia, seca, doblada y planchada, en disposición de volverse á usar.

En realidad pocos tienen idea de la cantidad enorme de trabajo que este servicio en vapores y hoteles requiere. Cuando uno de los buques que hacen la travesía de Inglaterra á Nueva York, el *Etruria* ó el *Umbria*, por ejemplo, llega á este último puerto, á las doce del día, dá de 20.000 á 25.000 piezas á lavar, que se le han de devolver limpias á las cinco de la tarde del mismo día. Esto indica la inmensa escala en que se hace el trabajo.

En estos establecimientos, como es natural, solo se trabaja al vapor.

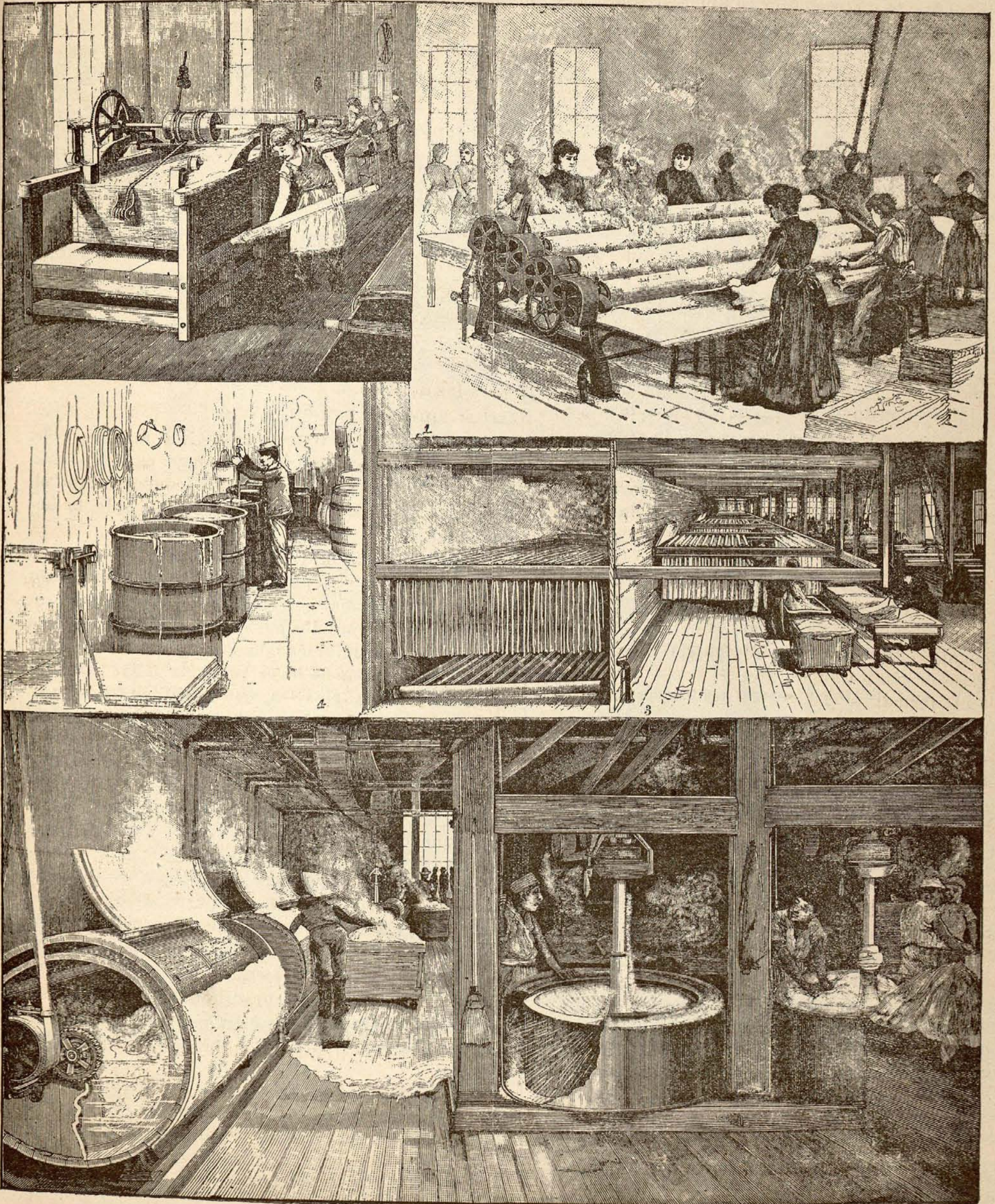
Como se ve en el grabado la máquina de lavar es una caja cilíndrica que tiene dentro un tambor, casi de su propio diámetro, perforado y provisto de una boca ó abertura por donde se pone la ropa. Esta operación se hace á mano; pero cerrada la boca, el agua entra, y la maquinaria empieza á funcionar. Esta hace girar el tambor alternativamente en una dirección primero, y en otra después, para cuyo movimiento está la máquina provista de su respectivo mecanismo.

Se continúa ese movimiento alternativo hasta que esté limpia la ropa. Conseguido esto se retira el agua de jabón que se puso en un principio, y se le sustituye con agua limpia. Por último, se calienta el agua, para que con su alta temperatura se deshaga mejor el jabón que aun pueda quedar en la ropa.

Después viene el secado. Este se obtiene por medio de centrifugas, parecidas á las que se emplean en las fábricas de azúcar. Están representadas estas centrifugas, funcionando, en la ilustración, á la derecha de las máquinas de lavar. Una vez llena de ropa húmeda, se le da movimiento despacio primero, y aumentando gradualmente enseguida.

Como objeto de curiosidad, el artista ha repro-

UNA LAVANDERIA MODERNA



ducido en la esquina superior de la ilustración una de las primitivas satinadoras, ó sea máquina de planchar ropa.

¡Qué voluminosa! ¡Qué cargada de piezas de hierro y de piedras! ¡Qué primitiva!

Enfrente está el mecanismo modernísimo. Tiene cuatro cilindros, provistos de sus ruedas dentadas, que le dan un movimiento de rotación sobre una mesa provista de vapor. Esta está acanalada en la parte en que van los rodillos. Al funcionar se extiende la ropa, como se ve en el grabado, y entra debajo del primer rodillo. Este la agarra y la hace pasar por entre su periferia y la mesa, calentada altamente al vapor. Después la pasa al otro rodillo, que á su vez la pasa al cuarto, saliendo planchada, como lo demuestra la ilustración.

Cuando las piezas son muy grandes se secan en las cámaras de secar representadas en el grabado, á la derecha de la parte central. Estas cámaras no son más que grandes cuartos provistos de grandes serpentines de vapor puestos cerca del suelo, y de rodillos donde se cuelga la ropa.

La capacidad de la lavandería descrita es de 100.000 piezas de ropa al día. Las máquinas de lavar pueden recoger 300 sábanas á la vez, ó 1.500 toallas de tamaño común.

Máquinas empleadas en el puerto de Bilbao

para cargar y descargar los bloques.

He aquí una ligerísima reseña, —extracto de lo publicado por Daniel Bellet— de los aparatos que cargan, transportan y descargan los bloques artificiales empleados en las importantes obras del puerto de Bilbao, obras proyectadas y dirigidas por el distinguido Ingeniero de Caminos, Sr. Churruga, gloria verdadera del Cuerpo á que pertenece.

Fabricanse los bloques, en los entre-rails de una vía de 5,™10 de ancho, sobre la cual rueda una enorme grúa representada en nuestra fig. 1.^a Compónese la grúa de una armadura metálica formada por dos sólidos caballetes de palastro, enlazados por dos largueros de 1™,20 de altura. Los largueros sostienen un camarín de cristal que encierra el mecanismo motor. Los carriles de la vía son sumamente resistentes por el enorme peso que sobre ellos gravita: no es pues extraño que pesen 54 kilogramos por metro y que las traviesas estén colocadas muy juntas, casi al tope.

Véamos cómo funciona la grúa:

En el taller hay instalada una máquina de 60 caballos, que mueve una dinamo que dá 220 volts y produ-

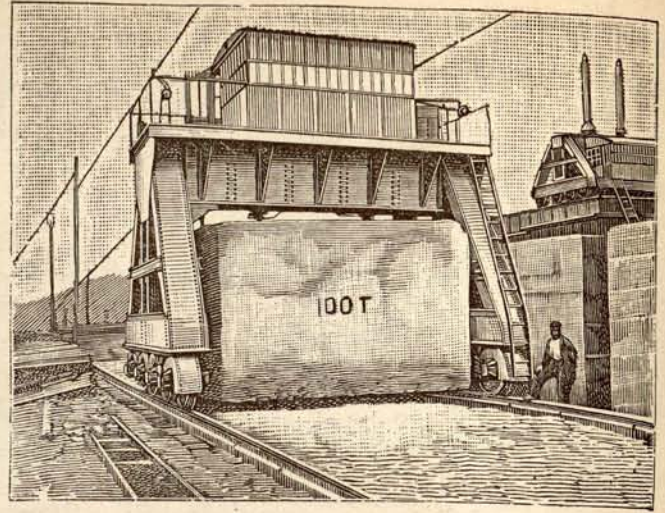


Fig. 1.^a

ce una intensidad de 200 amperes. Esta dinamo, es la generatriz. La energía que produce es transmitida por un conductor de hilo de cobre, conductor que se apoya sobre postes telegráficos y corre á todo lo largo del taller.

La grúa lleva á su vez la dinamo receptriz, que por un mecanismo simplicísimo puede, en el momento que se quiera, tomar corriente, tomar energía de los hilos que van sobre los postes—hilos que ya hemos dicho están en comunicación con la dinamo generatriz. El mecanismo de *toma* reduce á dos cañas de bambú de 3,™60, móviles, con articulación, que se distinguen en la fig. 1.^a; un contrapeso hace que sobre el hilo se apoye constantemente una pequeña polea de bronce y de la polea, por un conductor adosado á la caña, gana la corriente la dinamo receptriz. Esta dinamo que puede aprovechar el 75 por 100 de la dinamo generadora, da 600 vueltas por minuto y hace girar un árbol horizontal que trasmite el movimiento á los émbolos de las prensas hidráulicas; este primer árbol puede accionar sobre otro perpendicular á él—provisto de piñones—piñones que por medio de cadenas de Gall transmiten movimiento á dos tambores invariablemente unidos á algunas de las ruedas que sostienen la grúa. Con esta disposición, la electricidad puede separadamente, ó bien elevar los bloques ó hacer avanzar el aparato á razón de 10 metros por minuto.

Pasaremos por alto la manera de enganchar los bloques en los *crochets* en que terminan los émbolos de las prensas, por no ofrecer particularidad.

Hecho el enganche, actúan las prensas y elevan el bloque: una vez elevado, trasportase la grúa hasta

los truck porta-bloques (ó carretones), y sobre ellos deposita el bloque. Es claro que la parte superior del carretón está á flor del piso sobre el que se mueve la grúa.

El carretón, (que rueda sobre carriles que no se

ven en la figura 1.^a, pues lo que en esta figura se vé es el nivel superior del carretón), es movido asimismo por la electricidad, para lo cual lleva una segunda dinamo receptriz que *toma* corriente de unos hilos de cobre que van bajo el piso de la figura 1.^a

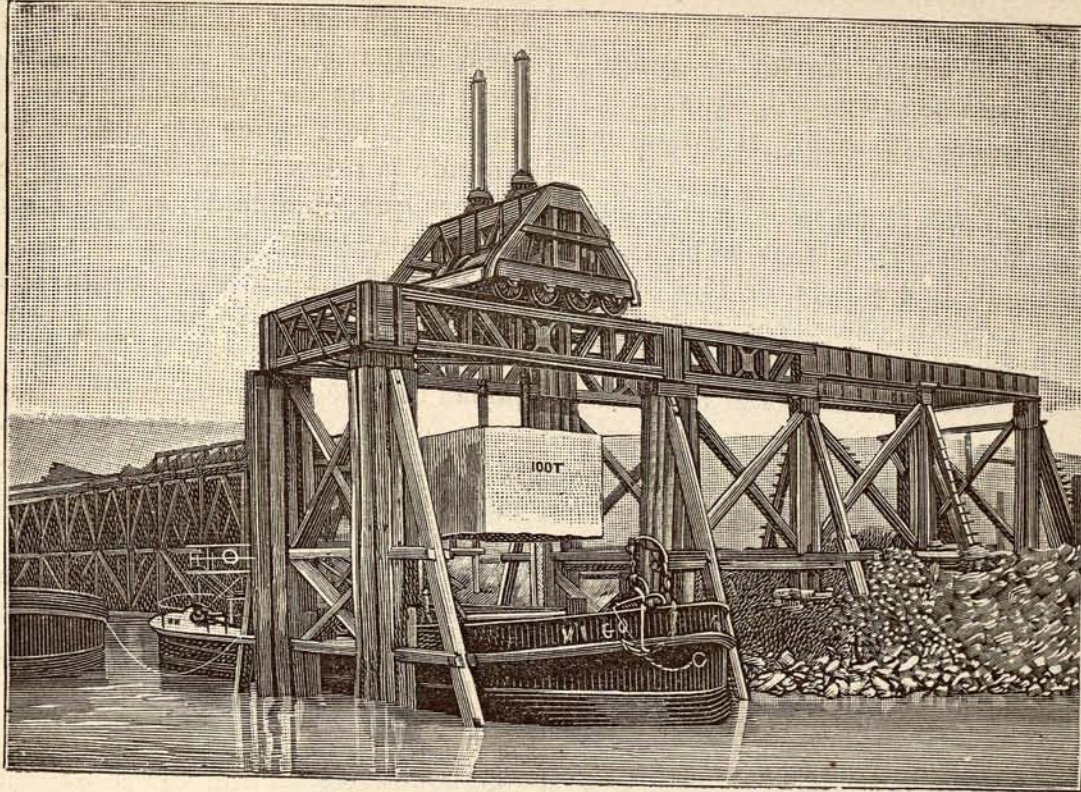


Fig. 2.^a

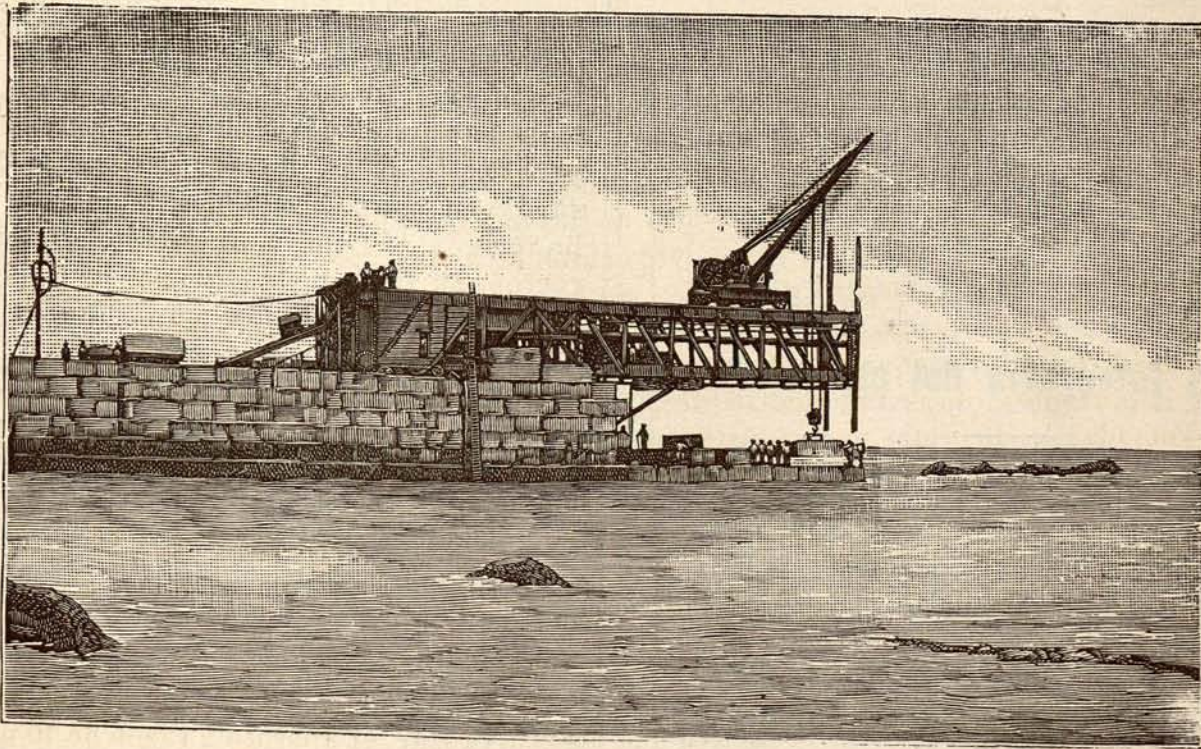


Fig. 3.^a

El carretón, avanzando por su vía, llega á una estacada que vemos en la figura 3.^a y que está formado por dos fuertes vigas de hierro apoyadas sobre

enormes pilotes. Por la parte superior de la estacada corre un aparato de forma muy curiosa que coje el bloque, lo eleva, y luego lo deposita en el gánguil.

El aparato que deposita los bloques en el gánguil es movido también por la electricidad y tiene algún parecido con la grúa de que hablamos al principio; solo si que la carrera de los émbolos de sus prensas es de siete metros, dado que se necesita elevar el bloque á una altura variable, según la marea, y descenderlo hasta el gánguil.

Los obreros llevan el barco, llevan el gánguil hasta el sitio en que deben depositar el bloque. Cuando á él llegan, abren las compuertas y el bloque cae en el fondo del agua.

En el pasado año de 1892, el trabajo ha sido muy activo: hánse depositado 52.000 metros cúbicos. En el taller hay una hormigonera que dá de 15 á 18 metros cúbicos por hora: pueden obtenerse al día cuatro bloques de 50 metros cúbicos.

Nuestro último grabado representa el *titán eléctrico*. Se compone de una gran viga de acero, fuertemente arriostada. La viga tiene 32 metros de longitud, descansa sobre carriles colocados sobre la parte de dique ya construido. Como se vé en la figura, puede *volar* unos 20 metros sobre la porción terminada: en dicha porción queda equilibrada la parte volada; por la parte que se apoya sobre el terreno y por contrapesos situados detrás.

La fuerza motriz es también la electricidad, electricidad suministrada por una dihamo movida por una máquina de vapor de 40 caballos. Se trasporta la energía por los hilos de cobre que se ven en la figura, y que van alargándose á medida que el trabajo adelanta.

En la parte superior del titán rueda una grúa de 10 toneladas movida por otra dinamo. Esta grúa toma los bloques en el arranque del titán, á donde se los llevan carretones, como se vé en la figura: trasportalos al extremo y allí los baja poco á poco.

La fotografía del color.

(Experimentos de M. Lippmann).

En tiempos menos libres y, por tanto, menos felices que los presentes, fué una lucha sería la que la Ciencia hubo de sostener contra el tradicionalismo y la rutina. Maltrechos y casi arrasados, como hoy, se encuentran estos dos baluartes del obscurantismo; no existe ya la lucha. La Ciencia avanza de triunfo en triunfo y ante su marcha se bate el obscurantismo en retirada osando apenas oponer pueriles temores, timidamente expresados, con la ilusoria esperanza de que unos miserables granos de arena detengan alguna vez el paso de la locomotora. Al empleo de una nueva máquina se opone siempre, por

los espíritus débiles, el temor de la ruina del obrero, sin parar mientes en que la máquina redime y eleva, pues que exige la labor intelectual sublime é impalpable en cambio del brutal esfuerzo; el triunfo del vapor y de la hélice se trató de empañar con el clamoreo de lamentos y voces de compasión hácia aquellos que ganaban su vida manejando el remo y la vela; la aparición de la locomotora dió origen á predecir la ruina de venteros y viandantes, y siempre que la Ciencia vence á la rutina, ésta se venga vaticinando la ruina y la desolación á modo de vieja hechicera que, camino del suplicio, aterra al vulgo con negros augurios.

Así se afirma por algunos que la fotografía del color será un tremendo golpe asestado al arte pictórico; como si los dramas de la vida real excluyeran jamás las poéticas concepciones teatrales.

La fotografía del color será, por el contrario, un nuevo maestro para el arte que, con su ayuda, dará más vida á los productos de su inspiración, siempre admirables, eternamente bellos, y más bellos aún, cada vez, cuanto mejor finjan la realidad.

Creemos no equivocarnos suponiendo á nuestros lectores tan ansiosos como nosotros por conocer el desenlace de los perseverantes y sabios trabajos llevados á cabo en persecución de los fines que la Ciencia viene señalando hace mucho tiempo, algunos de los cuales fines vemos hoy casi al alcance de la mano; y, siendo esta nuestra creencia, estimamos dignamente ocupada la atención del lector en el exámen de los experimentos realizados por el sabio físico M. Lippmann sobre la fotografía del color.

Desde que el inventor de la cámara obscura contempló en el fondo de su aparato la reproducción de los objetos, la misma Naturaleza reducida de tamaño, pero fiel de color, de perspectiva y de modelado, surgió en su cerebro la idea de guardar para sí aquella imagen tan perfecta, de fijar aquellos colores y recrear su vista, de noche, en su gabinete, con los esplendores de un día ya espirado. El problema quedó planteado desde entonces; es tan antiguo como la cámara obscura; y desde que la fotografía existe no hay un solo fotógrafo que al *enfocar* y ver sobre el vidrio esmerilado la imagen, rica de color y detalles, no suspire pensando en que va á perderse la deliciosa pintura y en que la menguada ciencia humana sólo recoge de aquel espectáculo caras terrosas, miradas muertas, hojas negras y flores negras también como las hojas...

La ciencia parece árida, á veces, y sin atractivo para el artista; pero cuando se ocupa en perfeccionar sus obras, entonces es la poesía misma que se afana por embellecer las grandes ideas.

Véamos á qué punto ha llegado M. Lippmann en su empresa científico-artística de matizar la fotografía. Él nos lo dirá puesto que los apuntes siguientes reproducen la esencia de una conferencia dada por él á la *Sociedad de Amigos de la Ciencia*.

Pocos serán los no iniciados en los misterios de la fotografía y poquisimos los que ignoren que el principio de ella consiste en proyectar la imágen sobre una superficie uniformemente cubierta por una sustancia alterable á la influencia de la luz. De las sustancias que tal propiedad poseen, la más vulgarizada es el bromuro de plata. La luz reduce esta sal al estado de plata y produce una imágen que, en las partes más iluminadas contiene gran cantidad de dicho metal, menor porción en las menos alumbradas y absolutamente ninguna en las oscuras. De esta diferencia resulta una imágen perfectamente modelada y solo falta fijarla para que la luz no destruya, después, su propia obra, reduciendo la sal de plata que en la cámara oscura había respetado. Esto se consigue sometiendo la superficie *impresionada* á la acción de un disolvente químico que hace desaparecer la plata no reducida.

El más común de estos disolventes es el hiposulfito de sosa. La imágen así obtenida es monócroma; su color uniforme es el de la plata reducida y no queda rastro alguno de los variados matices del objeto que se trató de reproducir.

Persiguiendo desesperadamente el rescate de esta pérdida, dió M. Edmond Becquerel con una sustancia — el *hipocloruro violeta de plata* — que se colorea adoptando los del espectro solar á que se halla expuesto. El gran problema parecía resuelto ya; pero no hubo medio de fijar los colores adaptados por la materia mencionada, que, por la misma razón que enrojeciera ante los rayos rojos, blanqueaba al ser expuesta á los rayos blancos. Lo alcanzado en la obscuridad desaparecía á la luz.

Poitevin y muchos químicos han buscado inútilmente después la sustancia capaz de fijar los colores obtenidos. Y como la Química enmudece hasta ahora, M. Lippmann acude á la Física y obliga á la sal de plata ordinaria á adoptar todos los colores posibles, no cambiando su naturaleza química, sino modificando su estructura. Para conseguir tan singular objeto, basta exponer, en condiciones especiales, las placas ordinarias. Estas condiciones se reducen á emplear una capa sensible transparente y adaptar á ella un espejo durante la exposición. M. Lippmann obtiene dicho espejo vertiendo mercurio entre la placa y un pequeño depósito de caoutchuc, aplicado á la cara posterior de aquélla.

Dispuestos así el espejo y la placa, se exponen á la luz en la cámara oscura por el procedimiento ordinario, y se *revelan* y *fijan* después con ayuda de los reactivos comunes, sin que en el aparato ni en las operaciones se introduzca otra variación que la adición del mencionado espejo de mercurio; pero ésta sola basta para modificar la estructura de la plata, reducida hasta el punto de obtener un espectro solar, exacta y vivamente coloreado.

En la fotografía ordinaria, allí donde la luz hiere, se produce un depósito uniforme de plata metálica; co-

locando un espejo tras de la placa, adopta dicho depósito una estructura determinada, y en vez de resultar una materia granulosa, se extratifica y da por resultado una materia compuesta de hojas ó capas superpuestas unas á otras.

Para explicar por qué dicho cambio de estructura lleva consigo la propiedad de reflejar los colores, basta citar el ejemplo del nácar de perla, que no debe á otra causa su color. El nácar está formado de una serie de capas delgadas de carbonato de cal, superpuestas como pudieran estarlo las hojas de un libro pegadas unas á otras.

La cáscara de un huevo está formada igualmente de carbonato de cal y, sin embargo, no presenta la bella irisación del nácar por no estar, como este último, extratificada; pues bien, la placa ordinaria viene á ser la cáscara del huevo, y la misma, unida al espejo de mercurio, el nácar de perla.

De esta última materia sabemos que, la parte que refleja el color rojo, está formada por hojuelas distantes entre sí $\frac{1}{3000}$ de milímetro; y M. Lippmann ha descubierto que la parte roja de la fotografía coloreada por él obtenida, la constituyen delgadas capas de plata, colocadas precisamente á la distancia citada. Del mismo modo, así en el nácar como en la placa sensible, el color amarillo proviene de que las capas están más próximas unas de otras, mediando sólo entre ellas $\frac{1}{4000}$ de milímetro; para obtener el color violado es necesario que la distancia quede reducida á $\frac{1}{5000}$ de milímetro, y distancias medias entre las cifras expuestas, producen los demás colores intermedios.

¿Por qué estas delgadísimas capas así superpuestas reflejan los colores y por qué el rayo rojo les impone la distancia necesaria para reflejar los rayos rojos mientras el verde, por ejemplo, produce una estructura que es precisamente la necesaria para reflejar los rayos verdes?

M. Lippmann contesta á esta pregunta afirmando que las propiedades de las fotografías coloreadas son el resultado de la concordancia que se establece entre la estructura de la placa y la del mismo rayo luminoso que la impresiona.

La luz es el resultado de vibraciones análogas á las que producen el sonido; y así como las diferentes notas de la escala musical corresponden á determinado número de vibraciones en la unidad de tiempo, así también los colores del espectro son resultados distintos de otras tantas velocidades de vibración que los físicos aprecian con la exactitud necesaria. Estas vibraciones luminosas se propagan con una velocidad de 300.000 kilómetros por segundo y en forma semejante á la de propagarse las ondulaciones en la superficie de un estanque: la superficie del agua se cubre de una serie de altos y bajos á modo de pequeños valles y colinas que cambian de lugar conservando sus distancias; la que separa el hueco de uno de

estos valles líquidos de la cima de elevación que él sigue, se llama longitud media de la ondulación.

Estas ondulaciones propagadas en la superficie del agua son, por decirlo así, la vista al microscopio de las propagadas á lo largo del rayo luminoso y que constituyen la luz. Así, pues, el rojo se debe á ondulaciones cuya longitud media es solamente de $\frac{1}{3.000}$ de milímetro; las del amarillo miden $\frac{1}{4.000}$ y las del violeta $\frac{1}{5.000}$ de milímetro. Esto sentado, si se proyecta la luz roja sobre un tejido fotográfico formado por hojuelas que distan entre sí $\frac{1}{3.000}$ de milímetro, cada una de las pequeñas hojas reflejará una série de ondulaciones que concuerdan y se superponen; las colinas, dice M. Lippmann, se superponen á las colinas para aumentar su altura, mientras los valles caen sobre los valles para duplicar su profundidad. La intensidad de la luz roja reflejada, será tanto mayor cuánto más grande sea el número de hojas reflectoras. Si, por el contrario, se proyectan sobre la misma superficie, rayos de color distinto del rojo, de color violeta, por ejemplo, las ondulaciones reflejadas por la primera capa estarán en discordancia con las que devuelva una de las capas siguientes: los valles de una série de ondulaciones los llenarán las colinas de la otra y el resultado será nulo. Así, pues, cada estructura fotográfica no reflejará sino un solo color que será precisamente aquel cuya longitud media de ondulación equivalga á la distancia que separa las diferentes capas.

Resta averiguar ahora cómo es que cada rayo luminoso se constituye á si mismo en la placa una estructura especial capaz de reflejarlo.

Cada rayo que penetra en la placa sensible es rechazado sobre si mismo por el espejo de mercurio; de modo que en cada uno de los puntos de la placa, se verifica la superposición del rayo de incidencia con el de reflexión que camina con igual velocidad pero en sentido inverso que el primero; de lo cual resulta inmovilizada la vibración y queda estacionaria como queda dicho. Así se forma en el espesor de la placa, una série de *nodos* y *vientres* equidistantes; en cada nodo las vibraciones luminosas se destruyen y es nula la impresión fotográfica; en cada vientre las vibraciones se suman dando origen á una hojuela de plata reducida. Siendo, pues, la distancia entre dos vientres consecutivos, la longitud media de la ondulación, igual distancia separará entre si dos hojas inmediatas.

Al llegar á este punto de su conferencia M. Lippmann ejecutó, ante el auditorio, en apoyo de su teoría ligeramente expuesta, el experimento siguiente: proyectó sobre una pantalla un cliché del espectro, mojólo al mismo tiempo, y desaparecieron todos los colores. Era que la albumina, que contienen las películas de plata, se había hinchado al empaparse y los intervalos habían aumentado demasiado; pero á medida que se evaporaba el agua y que se

completaba la desecación, iban reapareciendo los colores sobre la pantalla.

Sólo restaba ya á M. Lippmann fotografiar los colores compuestos de los cuerpos de la naturaleza, y era de esperar que, así como del teclado de un piano arranca el músico las más inspiradas composiciones, de la escala de los colores resultasen los distintos matices de que los cuerpos naturales aparecen revestidos; pero la teoría misma establecida por el notable físico inducía á dudar del resultado. Puesto que los cuerpos naturales reflejan una luz compuesta de todos los colores del espectro solar entremezclados y sentado el principio de que cada color produce una série distinta de laminillas de plata, era de esperar que se obtuviese, por cada color compuesto, una *série de séries* de laminillas superpuestas que complicase considerablemente su distribución y sus distancias. El análisis ha demostrado que así sucede en efecto y que la complicación de la causa se refleja en lo complicado del sorprendente efecto obtenido. La teoría subsiste, pues, aplicada á los colores compuestos, y para obtener la reproducción de los cuerpos naturales basta exponerlos como el espectro solar se expuso.

Los resultados obtenidos son, pues, la realización completa del ideal soñado por todos los fotógrafos. Sólo queda no ya un obstáculo que vencer, sino sencillamente una molestia que evitar: la exposición que exige la fotografía del color es demasiado larga, pero la sensibilidad de las placas aumenta de día en día y no cabe dudar de la inmediata y absoluta solución del problema, si se considera que hace un año, el espectro solar exigía una exposición de dos horas y hoy son suficientes quince segundos; un cuerpo natural necesitaba permanecer ante el objetivo días enteros y hoy se completa su imágen á las pocas horas de luz difusa y á los cinco minutos de sol.

Vencida que sea la relativa insensibilidad de las placas actuales, restará todavía la reproducción sobre el papel de las impresiones coloreadas, cosa perfectamente posible en teoría, pues para ello bastará que la prueba presente por transparencia, los colores complementarios de aquéllos que ofrece por reflexión, es decir, que el negro se torne en blanco, el verde en rojo, etc.

En época posterior á la conferencia apuntada, M. Lippmann ha comunicado á la Academia de Ciencias, de que es miembro distinguido en Francia, un nuevo y sencillo método de experimentos recientemente adoptado por él. Sabido es que una capa seca de albumina ó de gelatina bicromatada se modifica por la luz, haciéndose menos higrométrica. Por esto, si se expone una capa de albumina ó gelatina bicromatada, colada y seca sobre un vidrio, al que se adapte un espejo de mercurio, en la cámara oscura, basta mojarla después para que aparezcan los colores, sirviendo este lavado con agua pura, á un mismo tiempo para fijar y revelar la imágen. Esta últi-

ma desaparece en cuanto la placa se seca para reaparecer cada vez que se la moja de nuevo. Los colores son muy brillantes y vistos al trasparente, aparecen con toda limpieza sus complementos.

¿No cree el lector, que está á punto de sonar la hora en que desaparezcan de la fotografia las caras terrosas, los ojos sin vida, las hojas negras y las flores tan negras como sus hojas, dejando lugar á la verdad de la Naturaleza con todo el esplendor de sus verdes de esmeralda y sus rosados terciopelos?

Así nos lo promete la autorizadísima palabra que se limita á copiar.

HIRONDELLE.

La fotomicrografia.

IV

Si el objeto final de la fotomicrografia fuera el de obtener algunas pruebas positivas aisladas en papel albuminado como pruebas fotograficas ordinarias, poco habría que añadir á lo ya expuesto, y una vez terminadas las negativas, bastaría acudir á un tratado de fotografia para que nos enseñara la manera de conducir el trabajo.

Pero entre las varias razones que me han obligado á desviarme en este caso de los procedimientos generales, citaré, por una parte, la extremada opacidad que en general es preciso dar á los *clichés* por haber prolongado demasiado el revelado y el reforzado y que los hace impropios para la tirada en papel albuminado, y, por otra parte, el que, aunque fuera posible (y lo es tratándose de ciertos objetos y aún de ciertas especies de diatomeas) el obtener *clichés* transparentes y perfectos, no convendría en ningún modo la tirada en papel albuminado, pues no hay que perder de vista que el que hace fotografias de objetos microscópicos persigue un fin científico y lleva como objeto principal el de obtener reproducciones exactas de sus observaciones, reproducciones que han de servir para ilustrar su trabajo y poder presentar en una lámina, no una sola de sus microfotografias, sino un grupo de ellas reunidas por especies, si de objetos clasificables se trata, ó bien de un conjunto de reproducciones relativas al mismo asunto.

Esta reproducción en agrupaciones de los objetos representados es conveniente y necesaria. Conveniente, porque permite con más facilidad establecer las comparaciones precisas en esta clase de estudios, y necesaria, porque de todos los procedimientos tipográficos ninguno es más apro-

pósito para la reproducción de las pruebas microscópicas que la fototipia, fotocotipia ó sus análogos, por la finura y riqueza de detalles que dan en la impresión; y como estos procedimientos fototípicos obligan á hacer una tirada especial é independiente del texto, si se quieren utilizar todas sus ventajas, no tendría cuenta ni sería práctico hacer láminas que contuvieran un solo objeto, atendiendo á la pequeña extensión de las microfotografias, y que además, en cualquier estudio microscópico que se emprenda es preciso producir un crecido número de observaciones, con cuyas ilustraciones el trabajo resulta más accesible y más claro.

Sentada esta conveniencia de que el trabajo final ha de consistir en láminas conteniendo una série de objetos, y como éstas láminas se obtienen recortando las microfotografias positivas, producidas aisladamente y fijándolas en un fondo blanco para sacar del conjunto, valiéndose de una cámara oscura y de un buen objetivo fotográfico, un *cliché* final y definitivo, el primer inconveniente conque se tropieza cuando se han obtenido las positivas aisladas en papel albuminado ó sus similares, es la diferencia de tono de las varias pruebas entre sí, diferencia que puede corregirse en parte con una sabia conducción del virado, pero que nunca puede hacerse desaparecer y así debe de ser necesariamente, teniendo en cuenta la muy diferente intensidad de los *clichés*, procedente á su vez de las cualidades distintas de los objetos fotografiados. Si estas pruebas en diferente tono se colocan unas al lado de otras y se obtiene una reproducción fotografica del conjunto, la prueba final adolecería de las mismas desigualdades y esta falta de armonía y uniformidad produciría un conjunto desagradable á la vista.

Probablemente una de las cualidades que hacen más apreciable el método fotomicrográfico de Truan, se debe á que sus *clichés* son todos de la misma intensidad, como que proceden de un *reporte* sobre placas de vidrio de las negativas obtenidas sobre papel carbón que dá el mismo tono á todas las pruebas y así resultan tan uniformes las positivas finales.

Este mismo resultado lo obtengo yo haciendo la primera tirada de mis positivas en papel gelatino-bromuro de Eastman y estas son las positivas que, recortadas y pegadas en un cartón blanco, me dan los *clichés* definitivos sin diferencia de tonalidad, ni casi de intensidad en las diversas pruebas, aunque las negativas y los objetos presenten muy notables diferencias.

He aquí en pocas palabras los detalles de mi procedimiento operatorio.

Para la tirada de positivas, no empleo *chasis prensa* ni más accesorios que unas tablillas ó cartones de la dimensión de los *clichés*. Se opera en el laboratorio, con luz roja, y tomando la negativa, se cubre por el anverso con un pedazo de papel Eatsman *A* que abarque toda la imagen que se desea obtener y teniendo cuidado de que la cara más suave de este papel (la emulsionada) sea la que toque en el *cliché*; se ponen encima unas hojas de papel común y el cartón citado y se oprime todo fuertemente poniendo en las esquinas unas piezas de madera de estas tan conocidas de los fotógrafos con el nombre de cangrejos y también alfileres americanos.

Cuando se tienen en prensa 6 ú 8 *clichés*, colocados dentro de una caja, se enciende la luz blanca y se van exponiendo una á una, paseándolos delante de la luz á 20 ó 30 centímetros de distancia. El tiempo de esta exposición es muy variable y depende de la opacidad de los *clichés* y de la distancia é intensidad de la luz. Puede ocurrir desde diez segundos hasta un minuto, y como término prudencial se hará una exposición de veinte segundos para los *clichés* algo opacos. Un *cliché* muy opaco é inútil para la tirada en papel albuminado aun á la luz directa del Sol, puede dar una buena positiva con este papel y con una exposición de un minuto, pero en general vale más pecar de menos que de más en esta exposición, hasta que la práctica haya enseñado el tiempo que debe emplearse para cada *cliché*.

Se sacan los *clichés* de la prensa, después de encender la luz roja y se van quedando los papeles impresionados en una hoja para proceder al revelado cuando se tenga una buena provisión. Se sabe que el papel gelatino-bromuro y sus similares, dan una imagen bastante, que hay que revelar como si se tratara de placas comunes.

El revelado de los positivos puede hacerse con cualquiera de las fórmulas que se hallan en los tratados, pero á fin de simplificar, yo opero del siguiente modo. En una copa graduada, pongo 20 c³ de agua y como un gramo de ácido cítrico, disolviendo y añadiendo 80 c³ de la disolución de oxalato de potasa al 30 por 100 que nos sirvió para el revelado de las placas. Sobre el líquido resultante vierto 15 c³ de la disolución de sulfato de hierro al 30 por 100, que también se tenía preparada para el mismo revelado y así obtengo mi líquido revelador, sin adición de bromuro, y lo coloco en una cubeta.

Las pruebas que se van á revelar se sumergen precisamente en agua limpia para reblandecerlas, se pasan después al revelador, observando atentamente la venida de la imagen, y agitando el líquido y antes de que los blancos empiecen á tomar un tono agrisado, se sacan las pruebas y se pasan sucesivamente por tres cubetas, conteniendo agua acidulada con ácido acético en 4 por 1.000 próximamente, y finalmente, por otra con agua limpia, concluyendo con el fijado de hiposulfito, y un lavado abundante como si se tratara de pruebas en papel albuminado. Todas las operaciones anteriores se hacen con luz roja, excepto el lavado. Para sacar las pruebas basta ponerlas, faz hácia arriba, sobre unos pliegos de papel secante.

Estas pruebas de tono uniforme, y que se confunden con los más finos grabados, son las que pegadas en una cartulina, permiten obtener las láminas definitivas para la reproducción fototípica.

A título de muestra y con el solo objeto de probar que mi procedimiento da en la práctica resultados apreciables, dispuse una lámina de fotomicrografías de diatomeas de la ría de Pontevedra. Esta lámina apareció por un error en el primero de estos artículos, cuando estaba destinada á ilustrar el último. A causa de las condiciones especiales en que se hace la tirada de LA NATURALEZA, no fué posible emplear el procedimiento fototípico indicado para esta clase de trabajos, y se obtuvo en fotograbado, por cuyo motivo se han perdido gran parte de detalles y finura del modelo. Así y todo, da una idea del resultado que podría obtenerse siguiendo otro procedimiento fototípico más conveniente.

Cuatro palabras para terminar, sobre las ventajas que yo encuentro al procedimiento que llevo descrito. Facilidad de operar en todo tiempo, y sobre todo en las largas noches del invierno, á causa del empleo de la luz artificial. Facilidad y rapidez en la colocación del aparato fotográfico, *sin mover para nada el microscopio*, cuando en el transcurso de una observación corriente se encuentra un objeto que conviene fotografiar. Supresión de los *chasis* que, por mala construcción ó diferencias de espesor, podrían traer variaciones en el foco. Empleo de placas de cualquier dimensión y aun de pedazos de placa. Láminas tiradas con pruebas de gran uniformidad y fuerte contraste.

Los inconvenientes que pueden atribuírsele consisten en el empleo de las placas al gelatino-bromuro, que dan menos finura que el colodión; pero como al fin esta finura desaparece en las opera-

ciones subsecuentes, y, por último, en el procedimiento fototípico, sea el que sea, me parece que por este lado se ha calumniado un poco á las placas secas y se ha dado demasiada importancia al grano de la emulsión. Las largas exposiciones que exige mi procedimiento á causa de la falta de luminosidad en la placa, son otro inconveniente, destruído en parte por la gran estabilidad del aparato.

Tal es, en resumen, el método, más difícil de exponer que de practicar, por el cual pueden obtenerse con relativa facilidad reproducciones bastante aceptables de las preparaciones microscópicas.

ERNESTO CABALLERO.

Pontevedra y Marzo de 1893.

NOTAS VARIAS

Las casas de cristal.

En los Estados Unidos se ha aplicado el cristal á la construcción de traviesas para las vías férreas. Hoy se trata de construir casas de dicha materia, y la aplicación se lleva á cabo en Chicago, que parece ser la ciudad más despreocupada del Universo. Conviene decir que no se trata de construir edificios como se construyen los fanales, sino de reemplazar los ladrillos de barro por otros de vidrio, que tienen una homogeneidad perfecta y un peso relativamente menor, porque los hacen huecos, dejando á sus paredes el espesor necesario para la solidez de la fábrica. Si se quiere que los ladrillos tengan color, los fabrican en dos piezas que luego sueldan; la cara pintada se moldea aparte, y en caliente se le aplica y suelda á ella la otra mitad que no ha de tener color.

Bronceado del cobre.

Para dar á un objeto de cobre el tono de color bronce que se desee desde el brillante al verde antiguo, recomienda M. Mauduit el siguiente procedimiento:

Después de limpiar bien el objeto que se desea broncear, se extiende sobre él con un pincel, una capa de esta preparación.

Aceite de ricino.....	20
Alcohol.....	80
Jabón blanco.....	40
Agua.....	40

A las veinticuatro horas de hallarse el cobre en contacto con la mezcla indicada, adquiere el color del bronce y cambia sucesivamente los tonos de su color á medida que la exposición á los efectos del líquido se prolonga. Cuando se ha obtenido el tono deseado, se seca el objeto en serrín caliente y se le cubre después de un barniz incoloro. Así se obtienen infinitud de colores diferentes muy agradables á la vista.

Pan de madera

Un doctor alemán ha encontrado el modo de emplear la madera en la fabricación de una galleta, que resulta muy comestible y nutritiva, tanto por lo menos como el pan con mezcla de yeso y otros ingredientes, no más sanos, que hay quien fabrica por acá. La base del sistema del doctor alemán, no el de nuestros sofisticadores, consiste en transformar la celulosa en glucosa, que el organismo animal puede asimilarse. A dicha glucosa añade el 40 por 100 de harina de trigo, de avena, de centeno, etc. Esta galleta, de fácil asimilación y de excelentes cualidades nutritivas, recibe además en su masa, para poder contribuir á formar el esqueleto de los animales, la cantidad de fosfato necesaria. El pan de glucosa de madera se destina á la alimentación y encebamiento del ganado.

Las tarifas telefónicas.

La reforma introducida por la red telefónica de Ginebra en sus tarifas ha dado un resultado que merece ser conocido. Existían hace dos años en dicha ciudad 6.244 estaciones, y este número se ha elevado á 12.595. La tarifa que antes se satisfacía era de 150 francos, autorizándose al abonado para una comunicación ilimitada. Hoy la tarifa es de 80 francos solamente, pero el número de comunicaciones que por este abono se puede realizar es de 800 al año. Las comunicaciones que excedan de este número las paga el abonado á razón de cinco céntimos cada una. Aún cuando el 78 por 100 de los abonados no ha comunicado más veces que las reglamentarias, siempre resulta que la reducción de la tarifa á poco más de la mitad ha doblado el número de los abonados, quedando á beneficio de la Empresa el abono por comunicaciones suplementarias.

Lo que produce el anuncio.

El periódico alemán *Mainzer Nachrichten* garantiza la autenticidad del hecho siguiente:

Una persona aprovechada hizo insertar en dicho periódico un anuncio en que ofrecía cinco marcos (6,15 pesetas) á quien le remitiese la manzana más hermosa.

En quince días reunió otros tantos abultadísimos sacos llenos de manzanas, todas ellas excelentes, para pagar las cuales le bastó adjudicar el premio indicado á la primera entre todas.

En España se recomienda el procedimiento tanto más, cuanto que, en vez de insípidas manzanas, puede obtenerse un almacén de sabrosísimos melocotones ú otra fruta de las que produce nuestro suelo único en el mundo.

Hé aquí un procedimiento fácil y baratísimo de establecerse, sin capital, debido exclusivamente á la virtud de la publicidad.

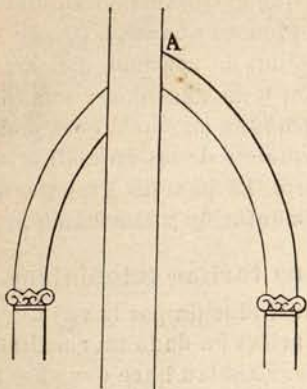
Una ilusión óptica.

La mayor parte de los ejemplos de ilusión óptica

que en revistas y libros se describen, refiérense por lo común á experimentos de pura curiosidad; pero el siguiente que cita *Nature* ofrece particular interés por su caracter arquitectónico.

Véase en qué consiste:

Si se corta por una barra vertical un arco gótico y el corte se produce de una manera disimétrica, tal como la figura adjunta representa, el arco aparece á



la vista como curvado y rebajado notablemente en la parte menor. Aun estando prevenido, figúrasele al observador que es imposible unir las dos partes del arco en el vértice A. Es fácil, sin embargo, convenirse de ello prolongando á pulso las dos líneas del lado izquierdo del arco. Esta ilusión no debiera pasar desapercibida á los Arquitectos si desean evitar el mal efecto que produciría en un monumento un ilusión de este género, la cual se puede causar si, por ejemplo, existe una columna interceptando parcialmente un arco gótico.

RECREACIÓN CIENTÍFICA

Transformación de un tubo de quinqué en máquina eléctrica.

Tómese un tubo de quinqué y envuélvase en un

anillo de papel metálico del que suelen usar algunos fabricantes para envolver el chocolate, sujetándolo con un poco de goma, y fórrase después del mismo modo el resto del tubo, á partir del anillo hasta su extremidad, dejando un espacio libre ó sin forrar próximamente de un centímetro. Si se frota en la obscuridad fuertemente el interior del tubo con un escobillón de los que sirven para limpiarlos, envuelto en un trapo de seda, teniendo cuidado de que la mano no toque la parte forrada de papel metálico, se observará con sorpresa cómo salta una magnífica chispa eléctrica de una á otra de las dos hojas de papel de estaño, demostrando la electrización del vidrio por el frote.

Por medio de esta sencillísima máquina eléctrica pueden repetirse la mayor parte de los experimentos que se ejecutan en los gabinetes de física, como el siguiente:

Por encima del anillo metálico átese un hilo de algodón, ó mejor un alambre de hierro ó de latón, y en el extremo del hilo átese algunas tiritas de papel de fumar, próximamente del ancho de un tercio de hoja cortada á lo largo. Frótese en seguida el interior del tubo con el escobillón forrado de seda, introduciéndole por el extremo opuesto al que se empleó en el experimento que acabamos de describir. El anillo metálico se carga de electricidad, ésta se trasmite por el hilo á las tiritas de papel, que se separan unas de otras.

Estos experimentos demuestran:

- 1.º Que los malos conductores de la electricidad, como el vidrio, se electrizan por el frote.
- 2.º Que los buenos conductores (metales) transmiten la electricidad de un cuerpo electrizado (vidrio) á otro que no lo está (papel de fumar).
- 3.º Por último, que los cuerpos cargados de una misma especie de electricidad, se repelen.

Conviene advertir que la humedad es un enemigo para el éxito de los experimentos eléctricos; es preciso, por consiguiente, operar con tiempo seco y teniendo cuidado de secar bien al fuego el escobillón, la seda, el tubo, etc.

De esta manera, únicamente, puedo garantizaros el resultado.

MADRID

IMPRESA Y ENCUADERNACIÓN
DE LA REVISTA DE NAVEGACIÓN Y COMERCIO
Sagasta, 19.

