



Revista Mensual Ilustrada

Director Gerente

CLEMENTE G. ARAMBURO

BREVE RESEÑA DE ALGUNAS TEORÍAS DE LA QUÍMICA

Flogisto, Dualismo y Unitarismo (sustituciones).—Equivalentes.—Teoría atómica.—Clasificaciones.—Trabajos de Mendelejeff y Lothar Meyer.

Teoría del Flogisto

Ya hemos visto en las anteriores páginas el lastimoso estado en que encontraba la Química en la época del Renacimiento, y aun á fines del siglo xvii. La verdadera fiebre por los adelantos que desarrolló el Renacimiento en todas las inteligencias, también invadió el campo de la Química, pero lo hizo por senderos extraviados al tratar de explicarse todos los fenómenos por el arte hermético. Hombres tan notables como Roberto Pludd, Basilio Valentín y otros muchos, no sólo se perdieron en sus investigaciones, sino que extendieron por todas partes la ignorancia y la obscuridad más completas.

Parecerá raro que, á pesar de tan rutinarios principios, se hayan llevado á cabo en aquella época descubrimientos tan notables como el de la pólvora, y en general los correspondientes á las tres ramas en que entonces se dividía á la Química. En esta época se distinguieron por sus trabajos Jorge Agrícola, en Metalúrgica; Oswald, Croll, Paracelso, Livabio, Duchesne y otros varios, en Medicina ó Qui-miatria; Palissy, Cointe, Schüzer, Gobellin, Porta y otros muchos en Química técnica, ó sea la aplicada

á las Artes, á la Historia natural y á la Agricultura; pero estos descubrimientos no eran, ni con mucho, hijos del arte hermético, sino debidos á la casualidad que ha presidido casi siempre á todos los inventos; y es claro, se les incluía entre las recetas que constituían la Alquimia. Entonces la receta, nitro, azufre y carbón, en determinadas proporciones, formaban la pólvora y había que someterse estrictamente á dichos cuerpos y proporciones, pues de lo contrario no se obtenía el compuesto apetecido; he aquí la Alquimia. Hoy sabemos que todos los nitratos puestos en presencia de un cuerpo reductor (hablando siempre en términos generales), y golpeando la masa ó elevando la temperatura, estallan, y que se pueden construir pólvoras y fulminatos no sólo con el nitrato potásico NO_3K , sino con todos aquellos que no sean delicuescentes; he aquí la Química actual.

Así, pues, podemos asegurar que, desde el Renacimiento hasta principios del siglo xviii, la Química permaneció estacionaria, sin dar siquiera un paso por el verdadero camino. No obstante, los trabajos llevados á cabo no resultaron completamente estériles. Durante el último tercio del siglo xvii y principios del xviii trataron ya los sabios de explicarse todos los fenómenos observados, y si no vieron coronados sus esfuerzos, es lo cierto que dieron el primer paso para la teoría del flogisto. En este sentido brillaron Becher, Kunckel, Boyle, Van Helmont,

Lemery, Fludd, Glauber, Dubois, Lefevre y otros muchos.

Reunidos los materiales, preparado el terreno, la marcha al objetivo fué ya rapidísima, é inmediatamente vemos aparecer la flogística ó teoría del flogisto, cuyo maestro fué Stahl. A Ernesto Stahl le estaba reservada la gloria de sentar principios fijos, que sirviéndole de base explicasen á satisfacción todos los fenómenos observados. Su servicio á la ciencia nueva fué importantísimo, y su teoría, si bien hoy no la admitimos, para entonces no podía ser más completa. Stahl es el primero que redujo la Química á un sistema, y por lo tanto él es el creador de la Química bajo este punto de vista, como lo fué más tarde Lavoisier de la Química científica, de la Química actual.

Poco podemos decir de esta teoría, interesante en verdad, por ser la primera que apareció formalmente, pues los estrechos límites de esta memoria nos obligan á ser concisos, y sólo expondremos el principio de ella, considerada por Lavoisier como una simple hipótesis.

Advertiremos de paso, y para hacer comprender la marcha general de una ojeada, que el principio esencial de este sistema permaneció fijo desde Stahl hasta Macquer, en que, cambiando las miras teóricas y haciéndosele objeciones cada vez más serias, se las explicaba cada uno á su manera, sobreviniendo tal confusión, tal anarquía entre los flogistas, que esta teoría se vió herida de muerte cuando apareció Lavoisier. Así, pues, la verdadera flogística subsistió con Stahl y Macquer; después, el adelanto de todas las demás ciencias, imprimiendo su sello á la Química y obligándola á marchar de concierto con ellas, y lo que es más, la anarquía que reinaba entre los sucesores de Macquer, Klapproth en Alemania, Bergman y Scheel en Suecia, Cavendish y Priestley en Inglaterra, el padre Beccaria en Italia y otros muchos, hicieron presentir la necesidad de otra teoría más conforme con los adelantos de la época.

Stahl considera como principio de todos los cuerpos al agua, á la tierra y al fuego. Poco tiempo después sus discípulos añadieron el aire, y con esto tenemos ya los cuatro elementos de Aristóteles.

El flogisto, según Stahl, es la materia del fuego, cuya esencia constitutiva son el calor y la luz. Dicho flogisto existe en todos los cuerpos (1) en estado de combinación. Es, según se ve, un verdadero principio, cuya existencia se manifiesta sólo cuando está en estado de libertad. Cuando se calienta el cuerpo combustible, el flogisto, rompiendo los lazos que le unen á él (ó como diríamos hoy, rompiendo la fuerza de combinación ó afinidad), se desprende, y se nos presenta bajo forma de calor y luz. Todos los cuerpos combustibles están compuestos de dicho flogisto y de otra substancia variable según las especies.

Según esto, los cuerpos que más flogisto contienen son aquellos que dejan menos residuo al calcinarlos, como sucede con el carbón, el azufre, las grasas, el fósforo, etc. Según Stahl, el flogisto casi puro es el negro de humo.

Con este sencillo principio explicaba Stahl todos los fenómenos observados hasta entonces. Si á esto

(1) Combustibles.

se añade la admirable defensa del flogisto que hizo Macquer contestando á las objeciones de Buffon, que según se desprende de la acción del calor sobre los metales y sus óxidos (llamados entonces cales), el tal flogisto obedece á un sistema que es el inverso de nuestras explicaciones actuales, y por lo tanto que las mismas relaciones que hoy conocemos debieran existir entonces, y finalmente que eran completamente desconocidos los gases, se comprenderán los rapidísimos progresos que hizo esta teoría.

Sin extendernos demasiado en consideraciones que no son de nuestro objeto, diremos sólo cómo explicaba Stahl la acción del calor sobre los metales y sus óxidos, por ser dicha acción una de las objeciones que más adelante se le hicieron, acaso la más seria. Casi nos atreveríamos á asegurar que fué la causa determinante de la caída del flogisto.

Cuando se calienta un metal hasta el rojo, cambia su aspecto y su constitución, obteniéndose diversas substancias según el metal, substancias que hoy conocemos con el nombre de óxidos metálicos. Stahl decía que todos los metales son cuerpos compuestos de flogisto y de una materia terrosa (óxidos), ó tierra vitrificable, que llamaba cal. Por la acción del calor se desprendía aquél y sólo quedaba la cal, pues ésta desde luego la suponía incombustible.

Sabemos que los óxidos calentados á una temperatura suficiente abandonan su oxígeno y se obtiene el metal. En la teoría de Stahl, la explicación es muy sencilla. Al calentarse una cal con un cuerpo combustible (compuesto de materia terrosa y de flogisto), el último abandona su flogisto, del cual se apodera la cal convirtiéndose en metal.

Vemos, pues, que nuestros monóxidos, bióxidos, etc., eran entonces substancias desigualmente flogisticadas.

El descubrimiento de los gases, debido á Van Helmont, Hales y Boyle, y particularmente á Blank, que en 1755 les distinguió del aire, vino á cambiar la faz de las cosas.

En primer lugar, constituyó la fuente de una multitud de descubrimientos, y todos los químicos de la época se lanzaron con verdadera fiebre por el camino desde el cual se divisaban tan amplios horizontes. En segundo lugar, fué la voz de alarma entre los flogistas; pues si la teoría explicaba todos los fenómenos conocidos hasta entonces, no sucedía lo mismo respecto á los gases, como veremos, lo cual no debe extrañarnos, pues Stahl ignoraba la existencia de dichos cuerpos al fundar su teoría. La serie de los descubrimientos se multiplicaba más cada día, y al no poderse explicar con la teoría reinante, cada químico de entonces se creaba un nuevo flogisto.

Así vemos que, según Baumé, el flogisto casi puro es el residuo carbonoso de las hullas destiladas. Cuando este carbón se ha consumido, no queda más que una pequeña cantidad de tierra. Nos parece en verdad raro que tan pequeña cantidad de tierra pueda absorber tanto calor ó fuego elemental.

Se podría citar las opiniones de todos los partidarios de la teoría y refutar sus principios; pero nos contentaremos demostrando con Lavoisier que es un principio puramente hipotético.

Añadiremos, no obstante, que Scheel llama aire corrompido al aire flogisticado de Priestley ó nitrógeno actual, y que, según Kirwan, es un azufre aeri-

forme, compuesto de aire fijo saturado de combustible. A su vez el aire fijo está compuesto de aire elemental y de flogisto.

Según los partidarios de esta teoría, todos los cuerpos retienen entre sus moléculas una determinada cantidad de flogisto, cuyo desprendimiento ó absorción al contacto de otros cuerpos, y sometidos á determinados agentes, explicaban los fenómenos químicos; para ellos á satisfacción, para sus sucesores de una manera completamente gratuita.

Hoy mismo admitimos las hipótesis del fluido eléctrico y la del éter en los cuerpos para explicarnos los fenómenos eléctricos. La naturaleza íntima del fluido, ó la del éter, la desconocemos, es cierto; pero la teoría, no sólo nos explica los fenómenos observados, sino que nos hace presentir otros de la misma índole. En una palabra, la teoría está conforme con la práctica, y, por lo tanto, nos es suficiente hasta que otra mejor venga á destronarla.

Nada, pues, debe extrañarnos que nuestros antepasados, ávidos de una teoría, como no podían menos de estarlo, recopilando todas las recetas de la Alquimia, trataran de darles una explicación y estableciesen una hipótesis que comprendiera en su teoría á todas ellas. Vinieron inmediatamente las objeciones de Lavoisier y los suyos, y es claro que aun cuando los mismos de la teoría del flogisto, sapientísimos en su mayor parte, conocieran su error en algunos puntos, su tesón natural de padres de la teoría les empujaría á tratar de establecerla, á pesar de todos los inconvenientes. Ciertamente que alguno lo comprendería así, y sin embargo se obstinaría en defender los principios primeramente proclamados. Ejemplos bien palpables de esto nos presenta la historia de todos los tiempos, tanto en materia de religión como en política, en el orden moral como en el material.

Sin embargo, una vez dado el primer paso, constituida que fué la Química, el progreso en ésta debía ser continuo como el de todas las ciencias, y es natural que los realizados por una generación, ó los defectos de las teorías sentadas por ella, tratara de perfeccionarlos ó modificarlas respectivamente la generación siguiente. Así es que, demostrado por Lavoisier que el tal flogisto era una hipótesis gratuita, al explicar dicho sabio la formación de los fluidos elásticos, la naturaleza del fuego, la de los ácidos y el oxígeno como principio acidificante, que las materias carbonosas (que tanto flogisto contenían) están formadas de principios vegetales, y al descubrir el nitrógeno, que los flogistas llamaron aire flogisticado ó aire corrompido, y, finalmente, las experiencias del flogista Priestley al poner en presencia del aire vital (oxígeno actual) el aire inflamable acuoso, había dicho que se combinaban en la relación de 2 á 1, y en vez de flogisto obtuvo agua, como habían predicho Dumas y Lavoisier.

Estos resultados, y el abarcar la nueva teoría todos estos fenómenos y los explicados en la del flogisto, iniciaron la caída de la primera para dejar su puesto á la nueva, como ésta á su vez había de ser destronada por otra mejor. En todos los órdenes de hechos ocurre una cosa análoga.

Lavoisier es el primero que ha dado á la Química verdadero carácter científico. Discípulo del abate de Condillac, lógico de los más severos de su tiempo y cuyos principios ejercieron tanta influencia

en el ánimo de Lavoisier, que hicieron de este hombre el que podríamos llamar príncipe de la Química. Desde Lavoisier la Química ha marchado á pasos agigantados para ponerse siquiera al nivel de las demás ciencias. Se encontraba rezagada, é influida por las demás, ha sido arrastrada con velocidad pasmosa hasta donde hoy la conocemos. Otras, como la Geología, estaban detenidas por la Química hasta que ésta le ha dado materiales suficientes para que marche de concierto con las demás ciencias. Todo es relativo. Las ciencias de observación, y especialmente la Química y la Geología, puede decirse que son de nuestro siglo, merced á la iniciativa y esfuerzos de tan grande hombre, y de los que, bebiendo en sus fuentes, perfeccionaron su magnífica obra. Las teorías se han completado; se han hecho numerosas aplicaciones tan sabias como útiles: en las artes, para las comodidades de la vida; en la industria, para simplificar los procedimientos de fabricación, ó para dar al hombre nuevos recursos; en la agricultura, para hacer el suelo más fecundo ó para reparar las pérdidas; la ciencia médica también ha progresado mucho mediante el concurso de la Química, la Geología, la Mineralogía, y, en general, el reconocimiento de materiales que se han de emplear en una obra se hace hoy con una facilidad relativa.

Veamos cuál fué la causa determinante de la caída del flogisto. De todos los experimentos de Lavoisier, el primero, y acaso el más importante al objeto que nos ocupa, fué el de la calcinación de los metales y sus óxidos; pues observó: 1.º, que aquéllos aumentaban de peso al calentarlos: según la teoría de Stahl, recordaremos que el metal es un cuerpo compuesto de flogisto y de materia terrosa; al calentar el metal, dejaba en libertad aquél y sólo quedaba ésta, lo cual es imposible, pues un componente (cal) no había de pesar más que el compuesto (cal y flogisto).

2.º También observó, que calentando suficientemente la materia terrosa, ésta disminuía de peso y se obtenía el metal. Esto que sabemos hoy, es debido á la reducción que experimentan los óxidos por el calor; los flogistas se lo explicaban diciendo, que calentando la cal con un cuerpo combustible, el carbón, por ejemplo, éste cedía á aquella su flogisto, obteniéndose el metal, lo cual es imposible en cuanto al peso, pues el compuesto no había de pesar menos que uno de sus componentes. Estos dos hechos que comprobó Lavoisier por medio de la balanza, bastaron por sí solos para derribar toda la antigua teoría, admitiendo como cierta la ley general «nada se crea, ni nada se pierde en la naturaleza», ley que supo recordar de los filósofos de la antigüedad.

Los partidarios de la antigua teoría creyeron resolver esta nueva dificultad, diciendo que el flogisto tiende á levantar los cuerpos; de modo, que siendo un verdadero elemento, éste no sólo carecía de peso, sino que lo tenía negativo. Por consideraciones que no son de este lugar, no demostraremos lo absurda que nos parece esta suposición. La densidad de un cuerpo con relación á la de otro, es una cantidad que podrá ser tan pequeña como se quiera; es indudable; pero suponer que un cuerpo existente, que un verdadero elemento tenga una densidad negativa, por la sola razón de que el «cero» no es más que un límite, nos parece tan raro como creer existan volúmenes negativos, pues también para éstos es

límite inferior el cero. No pudiendo ser \leq cero ni el volumen V , ni la densidad D , tampoco será ≤ 0 el peso, pues sabemos que $P = \sqrt{D}$.

Dualismo

Ya hemos visto cómo el estudio de la acción del calor sobre los óxidos, y el descubrimiento del oxígeno, vinieron á herir de muerte al flogisto. Cada nuevo descubrimiento era una dificultad más para dicha teoría, dificultad que resolvían sus partidarios, cambiando á su manera la composición y propiedades del elemento que le servía de base. Semejante desconcierto dió por resultado el que poco á poco se fueran convirtiendo á la nueva teoría, hasta que Lavoisier, después de reunir suficientes materiales, la ataca de frente para derribarla con su inflexible lógica.

Lavoisier, repetimos, es el creador de la Química moderna, y su sistema es el mismo de hoy con ligeras modificaciones.

Bastaría, pues, seguir paso á paso las investigaciones del célebre químico, para asistir detenidamente á la creación de la moderna Química, y comprender lo grande de su obra; pero no podemos hacer un análisis detenido de cada uno de sus trabajos, por no permitirlo los estrechos límites de esta Memoria.

Oigámos primero á Lavoisier después de crear todo su sistema, y pasaremos en seguida á la hipótesis que hoy defienden sus partidarios.

«El flogístico no existe (1). Todas las alteraciones de que son incesantemente el teatro los cuerpos, derivan de simples cambios de materia, cuya afinidad química la constituye el ejercicio absoluto.»

«En todas estas transformaciones persiste la materia en su integridad; su peso queda siempre inalterable, porque su naturaleza es imperecedera y eterna, porque puede cambiar de forma y de lugar, pero no de peso.»

«Todos los cuerpos naturales están formados de elementos simples que son el término de nuestro análisis.»

«Los elementos de los filósofos griegos, los elementos de Stahl no son simples. El aire está esencialmente compuesto de oxígeno y de ázoe; el agua, de hidrógeno y oxígeno; la tierra es de una composición más complicada; el fuego es un puro estado material.»

«Los metales, el hidrógeno, el oxígeno, son cuerpos simples. En la naturaleza es inmenso el papel del oxígeno; las condiciones físicas de nuestro universo descansan en el juego variable de sus afinidades.»

«El oxígeno es el agente de todas las combustiones; es el principio generador de todos los metales calcinados y aumenta su peso. Forma parte esencial de la corteza del globo, del aire, del agua, de los animales y de las plantas.»

«Fijándose en los cuerpos, abandona el calor que lo mantenía en el estado de gas; y tal es la causa del calor que la combustión desarrolla.»

«Es de los gases muy entrecidos están en razón inversa; y en los vacíos ordinarios próximos á la superficie de los líquidos que no hay motivo bastante para

(1) *La Ciencia y sus hombres*, pág. 243.

«El fenómeno químico de la respiración reside en la simple combustión de la sangre por el oxígeno del aire. El calor animal es la consecuencia de esta combustión.»

«Las sales metálicas son unos compuestos de metal y de oxígeno.»

«Las tierras parecen contener también un metal oxidado.»

«En toda combinación se unen los cuerpos en cantidades invariables.»

«Los cuerpos simples y compuestos pueden unirse entre sí en proporciones diversas, y de esta manera se multiplica casi desmedidamente el número de los compuestos realizables.»

Advertiremos de paso, que al tratar de dar á la Química un verdadero carácter científico, les fué preciso investigar un medio de representar y expresar científicamente los cuerpos, dejando á un lado las semejanzas y aun el capricho que hasta entonces habían predominado. Por lo tanto, con el dualismo aparece también la notación y primera nomenclatura química, fundada en principios fijos y aceptables, debida como sabemos á Guyton de Morveau, Lavoisier, Berthollet y Fourcroy en 1787.

Una vez sentida esta necesidad de expresar y representar científicamente los cuerpos, se vieron en la necesidad de sentar una hipótesis que les sirviera de fundamento para explicar la constitución de las especies químicas, y el cómo se agrupan los átomos y moléculas en el acto de la combinación. La base de esta hipótesis fué el dualismo.

En esta teoría (1) se supone que todo compuesto químico está formado por la unión de dos simples ó de dos compuestos más sencillos que aquél; es decir, que todo cuerpo se une siempre á otro simple, nunca á un compuesto, y los dos simples dan origen á un binario de primer orden, por ejemplo: $Cl + H = ClH$. Que dos binarios de primer orden dan origen á uno de segundo, $SO_2 + OK_2 = SO_2K_2O$. En los ejemplos que hemos puesto de la formación de sales y la descomposición de ésta por la corriente eléctrica, al parecer, en ácido y base, están en un todo conformes con la teoría. Vemos, pues, que en ésta la afinidad goza de dos modalidades, una para constituir los binarios de primer orden, y otra para unir éstos entre sí. Este hecho se lo explicaban los dualistas por la «influencia del carácter eléctrico de los cuerpos en sus combinaciones; pues, efectivamente, si ponemos en contacto tres cuerpos simples, dos de éstos constituirán un compuesto, y el tercero quedará libre; pues un cuerpo simple no había de combinarse con un compuesto. Y ahora se ocurre preguntar, ¿cuál de los tres quedará libre? De aquí el carácter eléctrico de los cuerpos y el origen de la escala electro-química, que tantos servicios ha prestado y que hoy se enseña en las aulas, á pesar de las teorías modernas, y de disponer de un medio más general y esencialmente científico, con la teoría de la termo-química derivada de la termo-dinámica, y de la cual no nos ocuparemos por no ser esto nuestro objeto.»

Unitarismo.—Veamos las objeciones que se le han hecho al dualismo. La experiencia de la descomposición de las sales, base de la teoría, se hacía

(1) *Bonilla*.

siempre en un medio, y de aquí reacciones que pasaban desapercibidas al experimentador. Si la hacemos con más detenimiento, poniendo los reóforos en contacto de la sal y formado el negativo de mercurio, veremos que en éste se encuentra una amalgama del metal, y por lo tanto la sal no se ha descompuesto en ácido y óxido, sino en metal y residuo halogénico (según la expresión moderna). Tenemos por tierra el principio que la servía de base.

« 2.^a Un hecho muy sencillo (1) descubierto por Gay-Lussac, y generalizado después por Dumas y otros químicos, vino á modificar las ideas admitidas hasta entonces para explicar la constitución de los cuerpos. Ocupándose aquel químico de blanquear la cera por medio del cloro, observó que el producto obtenido presentaba caracteres que diferían de los de la cera ordinaria y que llamaron su atención. Hecho el análisis de dicha cera, vió que había variado su composición, que contenía entre sus elementos cloro, y que éste había *sustituido* á parte de su hidrógeno, átomo por átomo. Algunos años después, en 1840, Dumas hizo actuar el cloro sobre el ácido acético, y obtuvo los ácidos-cloro-acéticos derivados de aquél por sustitución de su hidrógeno por el cloro.

Estos hechos y otros muchos, que se fueron descubriendo, y que no podían tener una explicación satisfactoria en la teoría dualística, que eran contrarios á los principios sentados por ésta, puesto que se ve que un cuerpo simple puede combinarse con un compuesto, y que un elemento electro-negativo puede sustituir á otro electro-positivo, manifestando evidentemente que el papel que desempeñan los elementos en los compuestos, no depende de su carácter eléctrico, sino del lugar que ocupan en aquéllos, trataron de interpretar los químicos de una manera racional, y dieron origen á la teoría de las sustituciones ó metalepsia de Dumas, y á la teoría de los tipos.»

Como no es nuestro objeto escribir un tratado de Química general, ni mucho menos, pasaremos por alto los preliminares, definiciones, cristalografía, combinación y sus leyes, etc., etc., y sólo haremos mención de todo aquello que nos sirva para establecer diferencias esenciales entre la Química moderna y la Química actual (2), todo lo que haga resaltar los caracteres distintivos de cada teoría.

(Se continuará.)

SENÉN MALDONADO.

FORMAS FÍSICAS HIPOTÉTICAS DE LA MATERIA

I.—ESTADO ULTRAGASEOSO

(Continuación.)

2.^o—Propiedades de los gases muy enrarecidos.

a) — Fenómenos mecánicos

2.—Expansibilidad.—Así como en los vacíos ordinarios las diferencias de presión entre las diversas

(1) Bonilla.
(2) Como la verdadera Química moderna data de tiempos de Lavoisier, llamamos en particular Química actual, al unitarismo (sustituciones), tipos, atonicidad, series, etc., etc. Al hacer esta distinción, copiamos la opinión de varios autores, entre ellos el Soler, «Teorías de la Química», pág. 16.

partes de una capacidad se igualan muy rápidamente, conforme se observa en las máquinas neumáticas de cuerpos de bomba, y en las de mercurio durante los primeros movimientos del depósito C (fig. 1.^a), en los vacíos extremados tales diferencias pueden subsistir veinte y aun treinta minutos, según indica el manómetro de Leod cuando la neumática barométrica ha funcionado suficientemente.

Para llegar á esta conclusión se ha operado en ambos casos procurando la más completa igualdad de circunstancias; es decir, evitando principalmente la influencia, en el fenómeno, de la humedad y de la adherencia de los gases á las paredes de los recipientes.

3.—Ley de Mariotte.—El estudio de la compresibilidad de los gases á presiones muy bajas ofrece dificultades experimentales tan grandes, que no sólo está por hacer, sino que los resultados obtenidos en los vacíos ordinarios limítrofes de los inferiores á 1^{mm} ofrecen bien justificadas dudas. Los trabajos de Mendéleeff y Kirpitchoff han conducido á estos físicos á afirmar que el aire pierde compresibilidad cuando se le enrarece; ó, lo que es igual, se aparta de la ley de Mariotte en el mismo sentido que el hidrógeno. Amagat, operando á presiones entre 6^{mm},54 y 10^{mm},55, ha llegado á números que cree suficientes para destruir los resultados de Mendéleeff; y las investigaciones de Siljeström parecen demostrar que las diferencias con la ley de Mariotte acusan mayor compresibilidad en algunos gases enrarecidos (hidrógeno, aire atmosférico), y menor en otros (ácido carbónico), de lo que exige el referido principio.

Sin que sea nuestro ánimo hacer una crítica de todos estos contradictorios experimentos, por más que fácilmente podría ponérseles reparos muy serios, nos permitiremos alguna observación sobre las cifras representantes de cualquiera de ellos, de los de Amagat por ejemplo:

Presión media	$\frac{p}{p'v}$
6 ^{mm} ,541.....	1.0018
6 ^{mm} ,546.....	1.0035
10 ^{mm} ,499.....	1.0000
10 ^{mm} ,516.....	0.9998
10 ^{mm} ,553.....	1.0022
6 ^{mm} ,538.....	1.0011
6 ^{mm} ,563.....	1.0018

Entendiendo el físico francés que los errores de su modo de experimentar alcanzan á la tercera cifra decimal, deduce del conjunto de las anteriores que la ley de Mariotte se verifica. Y, á nuestro juicio, lo ilegítimo de la consecuencia resalta con sólo tener en cuenta los defectos del procedimiento de Amagat, y la circunstancia de que las discrepancias, de iniciarse á tales presiones, se iniciarían seguramente, juzgando por lo que en seguida veremos respecto de la ley de Maxwell, por diferencias que afectasen cuando más á la tercera cifra decimal dentro de los límites de presión 6^{mm},54 y 10^{mm},55. Es decir, que ignoramos si los volúmenes y las presiones de los gases muy enrarecidos están en razón inversa; y en los vacíos ordinarios próximos á 1^{mm} se observan anomalías que no hay motivo bastante para referirlas tan sólo á errores de observación.

Lógicamente no cabe hacer otra deducción que la de poner en duda si la ley de Mariotte se verificará ó no á presiones muy bajas.

4.—*Ley de Maxwell.*—A.—a.—La viscosidad ó rozamiento interior de los gases, es decir, la resistencia que éstos oponen al paso de un cuerpo que los atraviesa ó al movimiento de una masa en su seno, fenómeno que Maxwell, por consideraciones teóricas, dedujo que es independiente de la densidad, sometido á estudio con raro ingenio y habilidad por Crookes, así en los vacíos ordinarios como en los extremados, ofrece un orden de hechos verdaderamente notables.

b.—Para comprobar la ley de Maxwell, el eminente experimentador inglés citado provoca las oscilaciones de una lámina de mica suspendida por medio de un hilo de vidrio dentro de una capacidad, también de cristal, de forma de matraz de cuello muy largo, en la cual establece vacíos mayores ó menores de distintos gases, y los mide con el manómetro de MacLeod. La lámina lleva su mitad, izquierda por ejemplo, pintada de negro.

No entrando en nuestro propósito dar á conocer el trabajo de Crookes sobre la viscosidad de los gases, nos limitaremos, porque nos es suficiente, á exhibir algunos resultados numéricos.

ÓXIDO DE CARBONO		OXÍGENO	
Presión	Viscosidad	Presión	Viscosidad
760 mm	0.1092	760 mm	0.1257
517 »	0.1031	562 »	0.1204
353 »	0.1000	496 »	0.1188
266 »	0.0983	150 »	0.1125
125 »	0.0972	61 »	0.1119
18 »	0.0963	1 »	0.1115
1.4 »	0.0957	0.85 »	0.1107
100 M	0.0947	1000 M	0.1102
629 »	0.0936	803 »	0.1093
200 »	0.0910	653 »	0.1088
126 »	0.0877	360 »	0.1070
55 »	0.0778	171 »	0.1033
38 »	0.0692	110 »	0.0988
22 »	0.0580	48 »	0.0840
13 »	0.0474	12 »	0.0585
6.5 »	0.0305	1.6 »	0.0348

NITRÓGENO		HIDRÓGENO	
Presión	Viscosidad	Presión	Viscosidad
760 mm	0.1092	760 mm	0.0499
403 »	0.1010	1 »	0.0499
324 »	0.0996	1000 M	0.0498
245 »	0.0985	526 »	0.0497
172 »	0.0976	421 »	0.0496
44 »	0.0969	330 »	0.0495
1.4 »	0.0962	234 »	0.0488
1000 M	0.0960	122 »	0.0475
345 »	0.0930	65 »	0.0446
188 »	0.0894	37 »	0.0408
58 »	0.0770	16 »	0.0333
26 »	0.0600	8 »	0.0270
13 »	0.0420	2.6 »	0.0191
9.6 »	0.0351	1 »	0.0157
5.8 »	0.0257	0.37 »	0.0130
2.8 »	0.0178	0.16 »	0.0118

B.—a.—El examen de los anteriores cuadros es verdaderamente curioso: á las presiones ordinarias y en los vacíos de las máquinas neumáticas de cuerpos de bomba, la ley de Maxwell se verifica con una aproximación experimental notable; pero desde poco antes ó después de la presión 1000^M tiene lugar un cambio de viscosidad tan rápido, que, así, hablando en general, la variación en las 1000 últimas millonésimas es más importante que la correspondiente á las 999000 primeras. El hidrógeno se distingue especialmente por la constancia absoluta de su viscosidad desde 760^{mm}, ó sean 1000000^M, hasta 700^M.

b.—Como datos para apreciar la importancia de este fenómeno, podemos consignar los dos siguientes: aumentando la presión, la viscosidad crece tanto más cuanto más fácilmente se liquida el gas: las mezclas gaseosas tienen una viscosidad que refleja perfectamente las de los gases mezclados.

β).—Fenómenos caloríficos

5.—*Velocidad de enfriamiento.*—Como los cuerpos en el vacío se enfrían sólo por radiación, y en el seno de los gases por radiación, por conductibilidad del fluido, y aun pudiéramos añadir por convección, el fenómeno tiene lugar en el último caso más rápidamente que en el primero, aunque con velocidad mayor ó menor según la naturaleza del gas y su presión.

Crookes, estudiando esta influencia del grado de enrarecimiento con los excepcionales elementos de que dispone, ha encontrado que no hay gran diferencia en la velocidad de enfriamiento mientras se opera en los vacíos que pueden producir las máquinas neumáticas ordinarias; pero que en llegando á los vacíos extremados, dicha velocidad disminuye tan notablemente que el paso de 20^M á 2^M, pequeña variación de 18^M, obra de una manera más eficaz que el paso de 760^{mm} á 20^M, que supone un descenso de 999980^M.

6.—*Repulsión radiométrica.*—A.—a.—El radiómetro es un interesante aparato, inventado por Crookes, de que da idea la fig. 3.^a Consiste en un

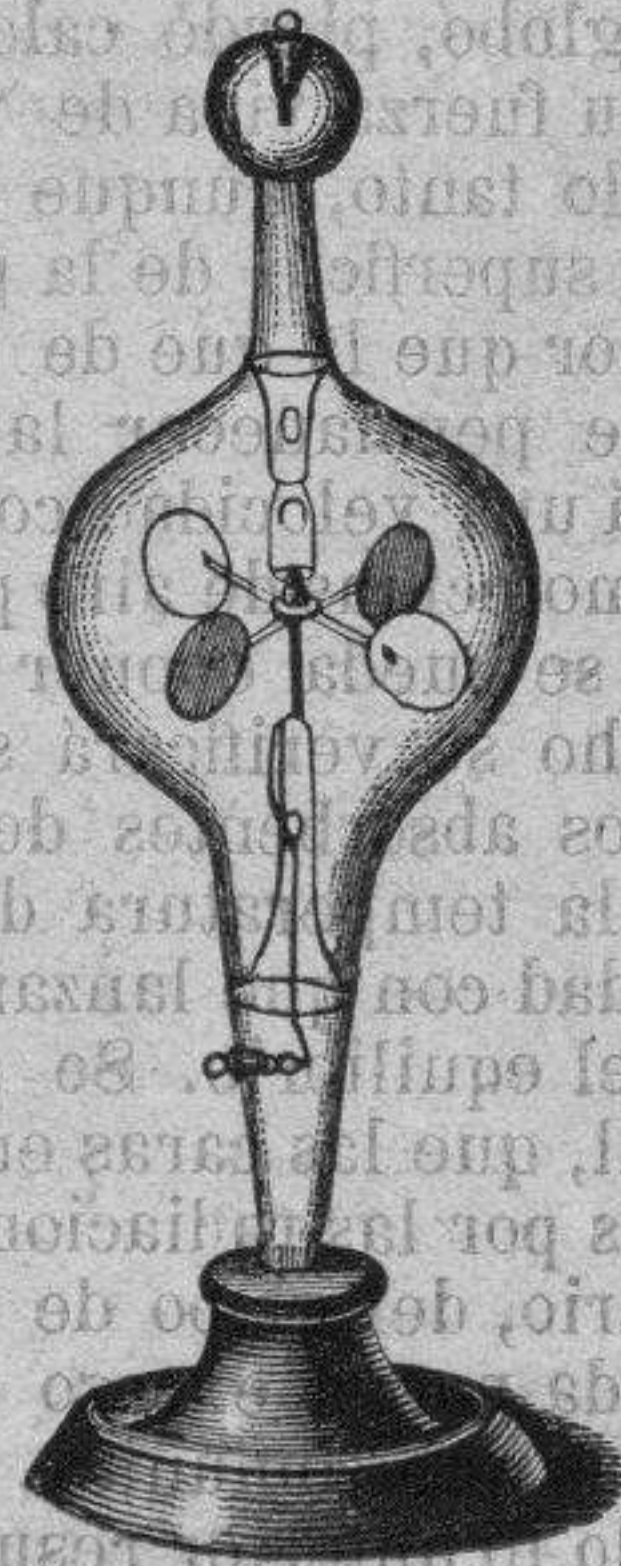


Figura 3.^a

molinete de cuatro aletas, cuyo eje va colocado verticalmente, entre soportes de vidrio y con el menor rozamiento posible, dentro de un globo de cristal en el que se ha enrarecido el aire hasta cierto grado. Las paletas son de mica ó de aluminio, y están ennegrecidas por una cara y brillantes por la otra. En tales condiciones basta acercar la mano, ó un cigarro encendido, ó un rayo de luz solar ó artificial, para que el molinete adquiera un movimiento de rotación, más ó menos veloz según la intensidad de las radiaciones.

b.—Haciendo flotar el radiómetro en agua, ó suspendiéndolo por medio de un hilo sin torsión, al abrigo de las corrientes de aire, se observa que cuando el molinete gira en un sentido, el globo de vidrio gira también, aunque lentamente y en sentido contrario. Si el movimiento de las paletas se impide, para lo cual basta suspender el aparato por su pie, tampoco gira el globo de cristal. Estos experimentos descartan toda idea de una impulsión directa del éter como causa del fenómeno, y establecen que el origen del movimiento se halla dentro del instrumento y determina efectos iguales y contrarios sobre el molinete y sobre las paredes del globo.

c.—La explicación del hecho radiométrico ha sido dada por Stoney, y se funda en la teoría de los gases. En una masa de aire á la presión atmosférica el número de moléculas comprendidas en la unidad de volumen es extraordinariamente grande, y la impulsión sufrida por un punto se propaga íntegramente en todas direcciones (merced á los choques repetidos de las moléculas), de modo que cualquier unidad de superficie, sea de las paredes ó del seno del fluido, resulta igualmente comprimida. Pero cuando el gas se enrarece, la distancia media de las moléculas se agranda; y la frecuencia de las colisiones moleculares puede disminuir hasta el extremo de que una partecilla gaseosa reflejada por la paleta del radiómetro llegue á la pared del globo sin haber sufrido en el camino choque alguno.

Observemos, además, que las dos caras de las aletas son desigualmente absorbentes para el calor; y que, por lo tanto, bajo la influencia de las radiaciones deben calentarse desigualmente. Sentado lo cual, si una molécula gaseosa emitida por el lado obscuro de una paleta choca contra la pared de vidrio, fría, del globo, pierde calor; es decir, pierde una parte de su fuerza viva de vibración y traslación; y, por lo tanto, aunque de retorno choque contra la otra superficie de la paleta, será con una velocidad menor que la que de esta había recibido. Y en lugar de permanecer la lámina en equilibrio, adquirirá una velocidad contraria á la que comunica á las moléculas de aire por su lado obscuro, sin que á esto se pueda oponer la circunstancia de que igual hecho se verificará simultáneamente en las caras menos absorbentes del molinete, porque siendo menor la temperatura de éstas, también lo será la velocidad con que lanzarán las moléculas, y no es posible el equilibrio. Se producirá, pues, un movimiento tal, que las caras ennegrecidas parecerán rechazadas por las radiaciones. La rotación, en sentido contrario, del globo de vidrio queda igualmente explicada por el exceso de impulsiones que recibe sobre las que comunica.

B.—De todo lo anterior resulta que una misma radiación puede ejercer aparentemente una fuerza

repulsiva mayor ó menor, según el grado de enrarecimiento del gas; y que, por lo tanto, la repulsión radiométrica es un fenómeno muy á propósito para sondear los misterios de los vacíos extremados.

7.—A.—Con objeto de medir la fuerza repulsiva de la radiación, Crookes emplea la misma lámina de mica, mitad ennegrecida y mitad brillante, de que hemos hablado al citar sus experimentos sobre la viscosidad, colocándola á 500^{mm} de la llama de una bujía. El matraz de cuello muy largo, más ó menos vacío, en cuyo interior va suspendida la lámina por medio de una hebra vertical de vidrio, se halla protegido contra el calor en términos de que sólo puedan los rayos de éste caer ó no, á voluntad, sobre la mitad ahumada de la hoja rectangular de mica.

En tales condiciones, y suponiendo la lámina en equilibrio y que su mitad izquierda sea, por ejemplo, la más oscura y por lo tanto la más absorbente, haciendo caer los rayos de la bujía sobre dicha mitad, se provocará una oscilación radiométrica alrededor del hilo de suspensión como eje, y la lámina tenderá á tomar otra posición de equilibrio, al modo de una balanza en uno de cuyos platillos se echa un peso. Y de la distancia angular entre ambas posiciones, Crookes deduce en cada caso el efecto repulsivo provocado por la radiación.

B.—He aquí algunos números de significación verdaderamente inesperada, obtenidos por el descubridor de la materia radiante:

OXÍGENO		NITRÓGENO	
Presión	Repulsión radiométrica	Presión	Repulsión radiométrica
760 mm	0.0	760 mm	81 0.0
1000 M	12	1000 M	1.1 1
658 "	13	459 "	0.014
297 "	14	188 "	8
190 "	20	125 "	0.015
110 "	31	84 "	0.023
48 "	45	47 "	30
22 "	40	26 "	25
12 "	30	8.3 "	13
4 "	14	5.8 "	9
1.6 "	7	3.3 "	3
0.3 "	2	2.8 "	1

HIDRÓGENO		ÁCIDO CARBÓNICO	
Presión	Repulsión radiométrica	Presión	Repulsión radiométrica
760 mm	0.0	760 mm	0.0
1000 M	1	1000 M	1
234 "	11	228 "	3
122 "	37	158 "	7
79 "	52	91 "	13
65 "	60	58 "	19
41 "	70	40 "	25
22 "	60	32 "	25
16 "	52	15 "	16
6.5 "	31	10 "	11
1.8 "	10	9 "	10
0.16 "	2	7.6 "	8

C.—Estos resultados no pueden ser más interesantes. La repulsión radiométrica que el calor es capaz de provocar en el seno de los gases enrarecidos se inicia á los mayores vacíos de las máquinas neumáticas ordinarias, crece hasta un cierto límite á medida que los agotamientos se hacen más perfectos, y decrece y tiende á desaparecer á las tensiones ínfimas que nos es dado apreciar con el manómetro de MacLeod.

(Se continuará.)

JOSÉ MUÑOZ DEL CASTILLO,
Profesor de la Escuela General Preparatoria
de Ingenieros y Arquitectos.

APARATOS DE PROYECCION

Fantasmagoría.—Microscopio.

La fantasmagoría es un modo de empleo particular de los aparatos que acabo de describir. Se puede obtener efectos de fantasmagoría lo mismo con la linterna mágica más sencilla, que con el aparato más perfeccionado.

La fantasmagoría consiste en hacer que un objeto que el espectador cree ver muy lejos, se aproxime, aumente de tamaño y aparezca que quiere lanzarse á la sala. Para esto es preciso que la imagen se proyecte al principio pequeña y oscura, y que crezca gradualmente cada vez más iluminada. Se consigue este doble objeto separando el aparato de la pantalla poco á poco y entreabriendo lentamente el diafragma para que cada vez salga más luz.

El microscopio de proyección exige el empleo de una luz muy viva. Es sencillamente la sustitución del objetivo ordinario por otro análogo al conocido con el nombre de microscopio solar. Todas las preparaciones que puedan proyectarse con éste pueden proyectarse con aquél, incluso los animalculos vivos, sólo que en este caso hay que colocar entre el foco luminoso y la cubeta que los contenga, otra cubeta de cristal con una solución de alumbre para que absorba el calor que aquél produce.

Poliorama

Con los aparatos que acabo de describir es preciso al cambiar las vistas ó cerrar el objetivo ó dejar la pantalla, sin la imagen, en plena luz. Esto produce muy mal efecto en cualquiera de los dos casos.

La ventaja del poliorama ó aparato de vistas disolventes consiste en que la pantalla está siempre ocupada, sucediéndose las vistas sin interrupción y fundiéndose, por decirlo así, unas en otras. De este modo se obtienen transformaciones sucesivas de una misma vista que pasa del día á la noche, ó del verano al invierno. Se puede dar así animación á la vista ya proyectada, completándola con efectos de aurora boreal, de nieve, de incendio, etc., etc.

Los aparatos dobles (figs. 1.^a y 2.^a) tienen aplicación en la enseñanza y en las conferencias científicas, cuando se trata de demostrar las diferentes fases de un fenómeno ó sobreponer dos imágenes

cuya reunión debe producir un efecto determinado, como, por ejemplo, la aparición, paso y explosión de un bólido.

Estos efectos, que pueden complicarse hasta el

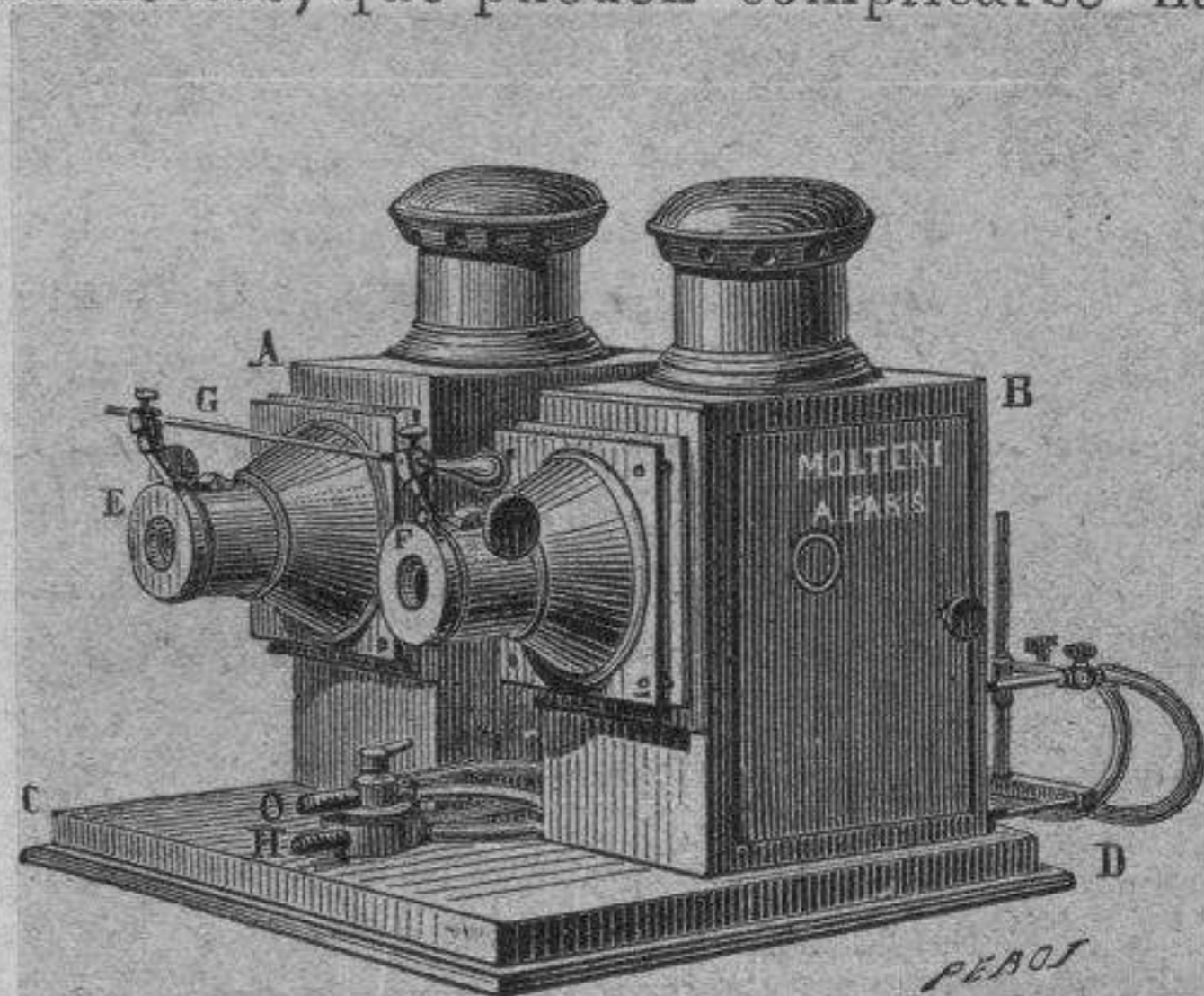


Figura 1.^a

infinito, se obtienen por medio de dos, tres, cuatro ó cinco linternas que enfocan el mismo punto de la

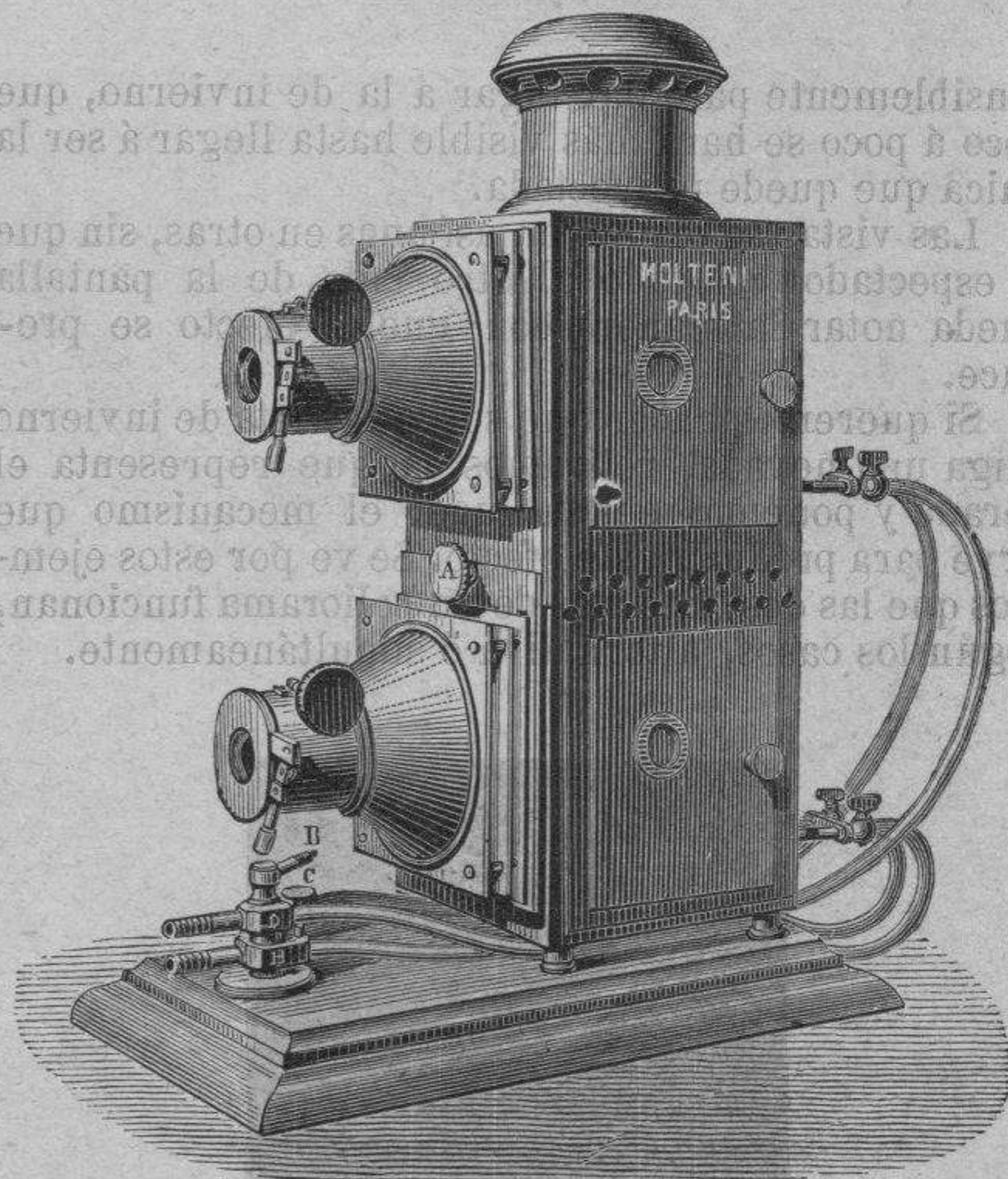


Figura 2.^a

pantalla sobre la que proyectan los sujetos principales y los efectos complementarios.

Supongamos dos linternas A y B, figura 3.^a, montadas sobre la misma tabla, C D, articuladas de modo que la luz que cada una emite converge en el punto E de la pantalla F G. Estas linternas deben tener diafragmas movibles que dejen pasar ó intercepten á voluntad los rayos luminosos de cada una.

Si colocamos en la linterna A un paisaje de verano y en la linterna B el mismo paisaje visto en invierno, con el diafragma de la primera abierto y el de la segunda cerrado, claro es que el paisaje del verano se proyectará sobre la pantalla. Si cerramos



gradualmente el diafragma de A y abrimos en la misma proporción el de B, la vista desaparecerá in-

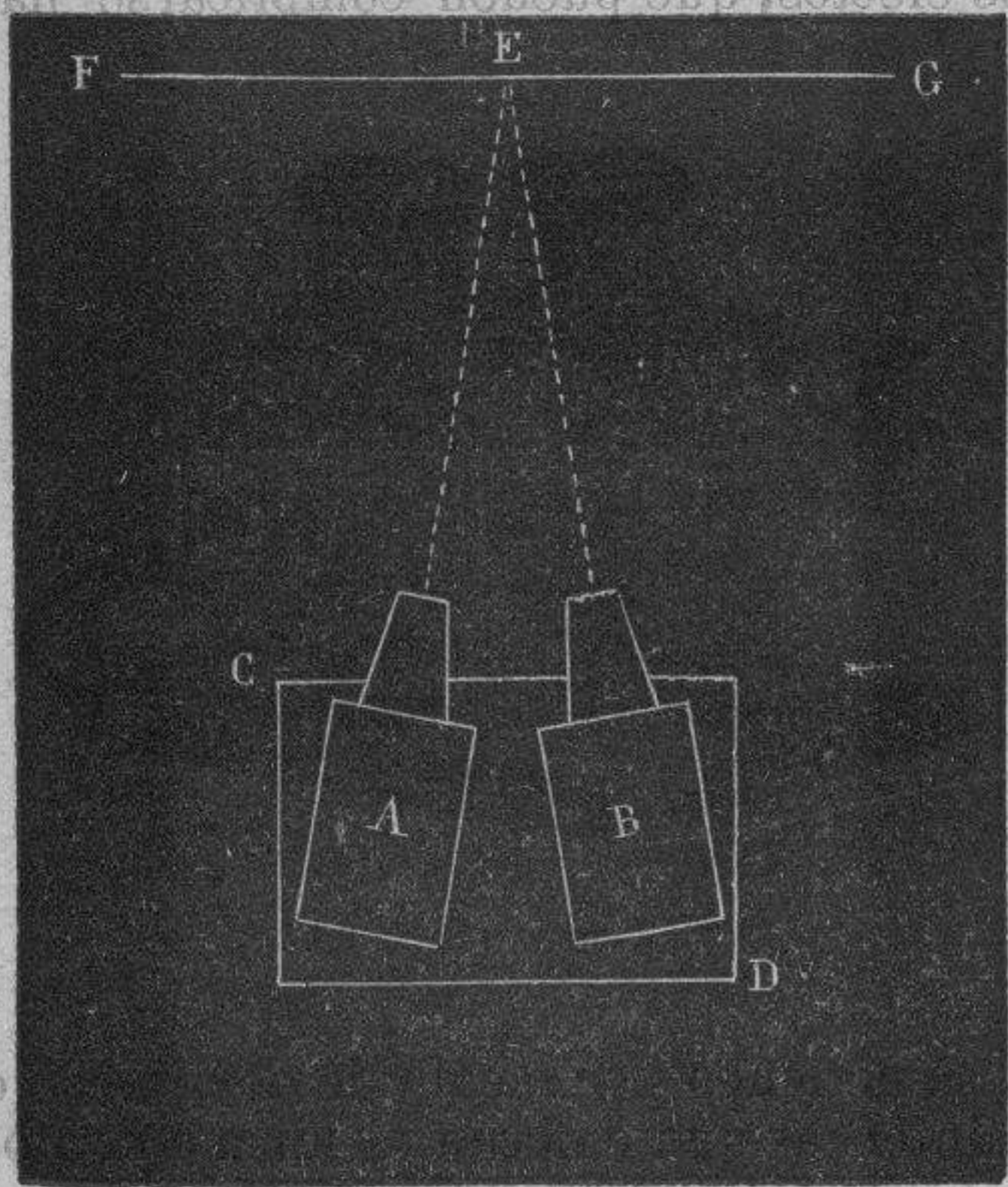


Figura 3.^a

sensiblemente para dar lugar a la de invierno, que poco a poco se hará más visible hasta llegar a ser la única que quede proyectada.

Las vistas se disuelven así unas en otras, sin que el espectador colocado al otro lado de la pantalla pueda notar la manera con que el efecto se produce.

Si queremos hacer que sobre la vista de invierno caiga una nevada, retiramos la que representa el verano y ponemos en su lugar el mecanismo que sirve para producir este efecto. Se ve por estos ejemplos que las dos linternas de un poliorama funcionan, según los casos, alternativa ó simultáneamente.

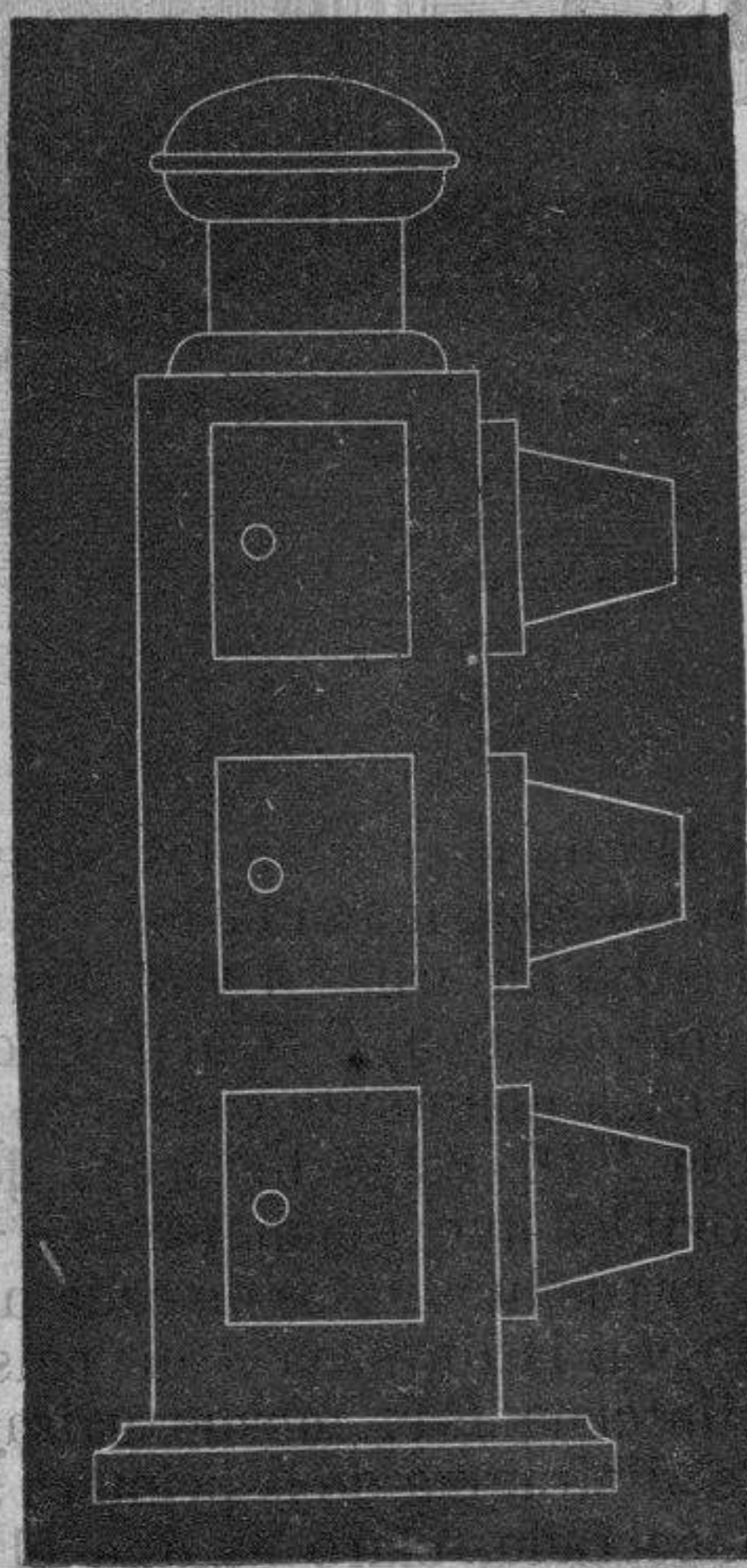


Figura 4.^a

Se notará también que con el aparato de linternas hemos podido proyectar una nevada después de verse en la pantalla el paisaje de invierno; pero si queremos hacer lo mismo con el paisaje de verano para pasar gradualmente al de invierno, necesitaremos otra linterna (fig. 4.^a). La maniobra se ejecuta abriendo el obturador de la tercera linterna al abrir y cerrar simultáneamente los de las otras dos.

Si mientras cae la nieve queremos producir otro efecto distinto, como el de incendio, por ejemplo, se

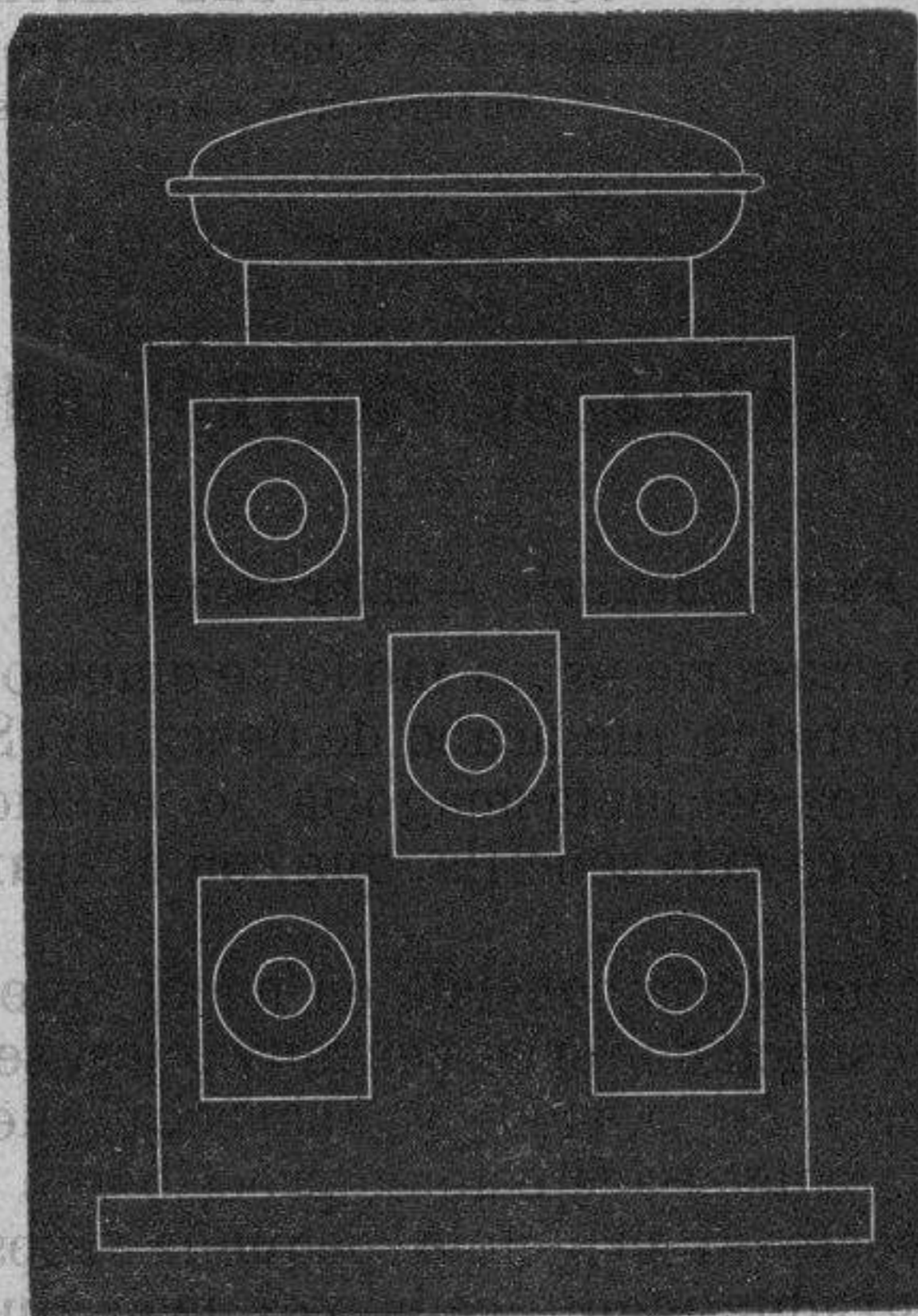


Figura 5.^a

necesita otra linterna más, y así sucesivamente (figura 5.^a).

Los aparatos múltiples se construyen raramente y sólo para casos especiales, porque los aparatos dobles son suficientes para producir la mayor parte de los efectos de poliorama.

Los aparatos dobles se construyen de muchas formas distintas, pero lo esencial es que las linternas proyecten el disco luminoso en el mismo punto de la pantalla.

La figura 6.^a representa un aparato múltiple para luz eléctrica muy ingenioso. Los tres sistemas ópticos están dispuestos de manera que los focos de las lentes condensadoras coincidan en el punto preciso en que se forma el arco voltaico del único regulador que alumbrará al aparato.

El aparato del centro sirve para producir los efectos complementarios, y los laterales hacen convergir los rayos luminosos en el mismo punto por medio de prismas que tienen al efecto.

Proyección de cuerpos opacos

Hemos visto que la linterna mágica exige el empleo de vistas transparentes. La proyección de los cuerpos opacos, sin ser antigua, tiene ya algunos años de existencia.

Durante la primer República, el físico Charles introdujo en la enseñanza un aparato, al que dió el nombre de *Megascopio*, destinado a proyectar los cuerpos no transparentes. Colocaba los objetos de

trás de la cámara oscura de manera que estuviesen iluminados por la luz directa del sol, y por medio de la lente los proyectaba considerablemente ampli-
cados.

Se reprodujo esta experiencia reemplazando la luz del sol con luz artificial, y los efectos megascó-

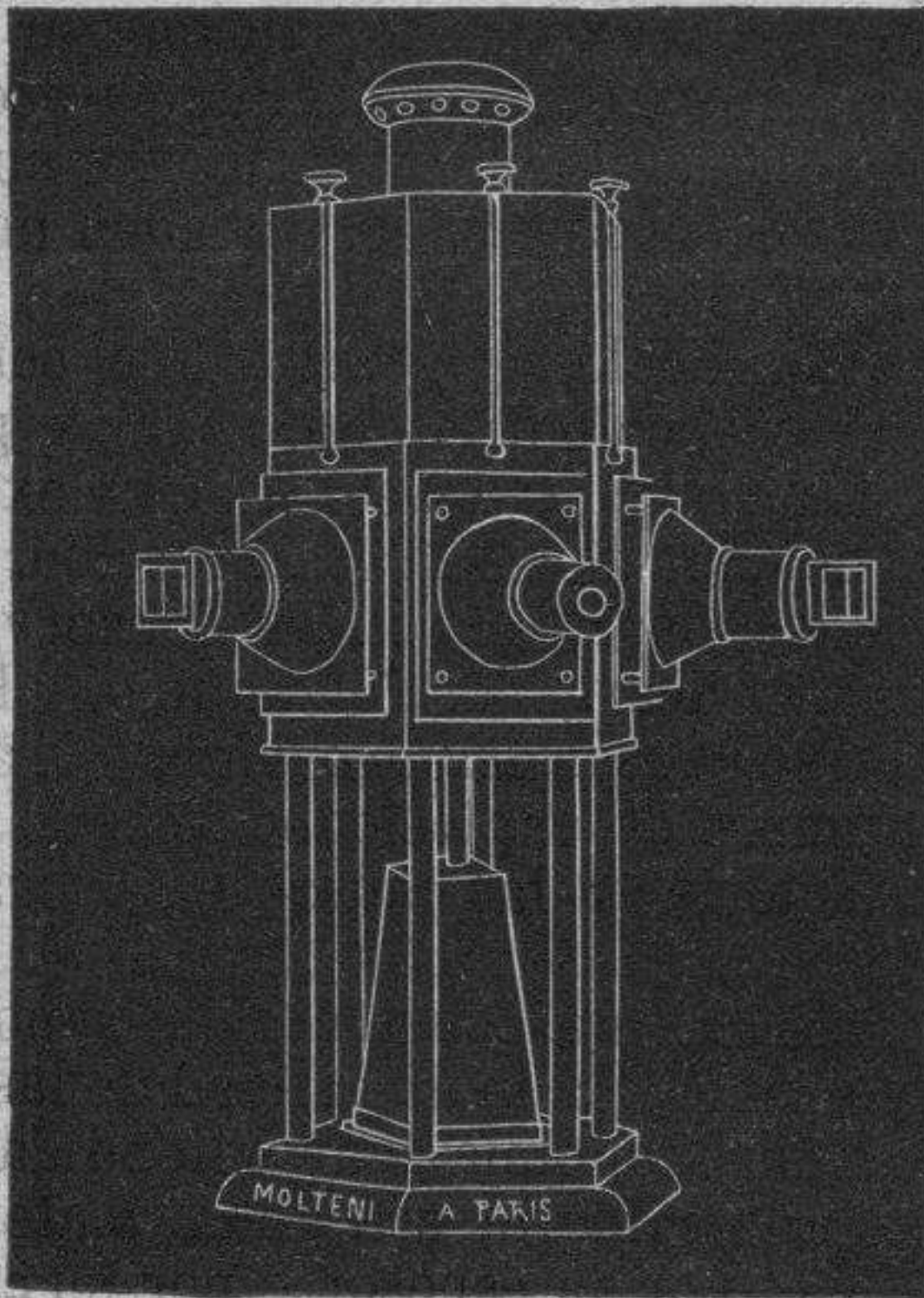


Figura 6.ª

picos adquirieron tal boga al principio de este siglo, que no sólo se mostraban ampliaciones de bajo-re-
lieves, estatuas, medallas, grabados, etc., etc., sino también personas vivientes iluminadas por gran nú-
mero de quinqués.

Más tarde se proyectó fotografías en papel y se empleó el megascopio, iluminado por el sol, para obtener ampliaciones fotográficas.

A pesar de todos los perfeccionamientos que ha experimentado este aparato en las lentes y de los medios poderosos de iluminación de que hoy dispo-
nemos, este instrumento deja mucho que desear, pues los objetos opacos en general, y especialmente los de colores oscuros, reflejan muy poca luz para dar imágenes bien claras.

Más adelante se verá, sin embargo, que hay ciertos casos en los que es posible utilizar el megas-
copio para la enseñanza, pero á condición de emplear un alumbrado de gran potencia y un aparato bien
dispuesto. Esta clase de proyección conviene per-
fectamente á los grabados.

Decimos esto en el caso que se trate de obtener proyecciones bastante grandes y con la claridad su-
ficiente para servir en conferencias públicas, pues para las de recreo el megascopio de las lámparas
ordinarias es muy bastante.

No entra en nuestro propósito describir aquí los in-
numerosos instrumentos de este género que hoy se construyen; hablaremos solamente del megascopio
como se construía hace cuarenta años. Desde enton-
ces se ha modificado más ó menos la forma exterior
de la caja, pero el principio sigue siendo el mismo.

La figura 7.ª representa un corte del megasco-
pio. El objeto opaco A se coloca en la caja cerca del
fondo, que debe estar pintado de negro mate ó guar-
necido de terciopelo negro para evitar los reflejos.

B y C son dos lámparas intensas, que por medio de dos reflectores de plaqué reconcentran la mayor
cantidad posible de luz sobre el objeto A.

En D se ve que la lente que sirve para proyectar

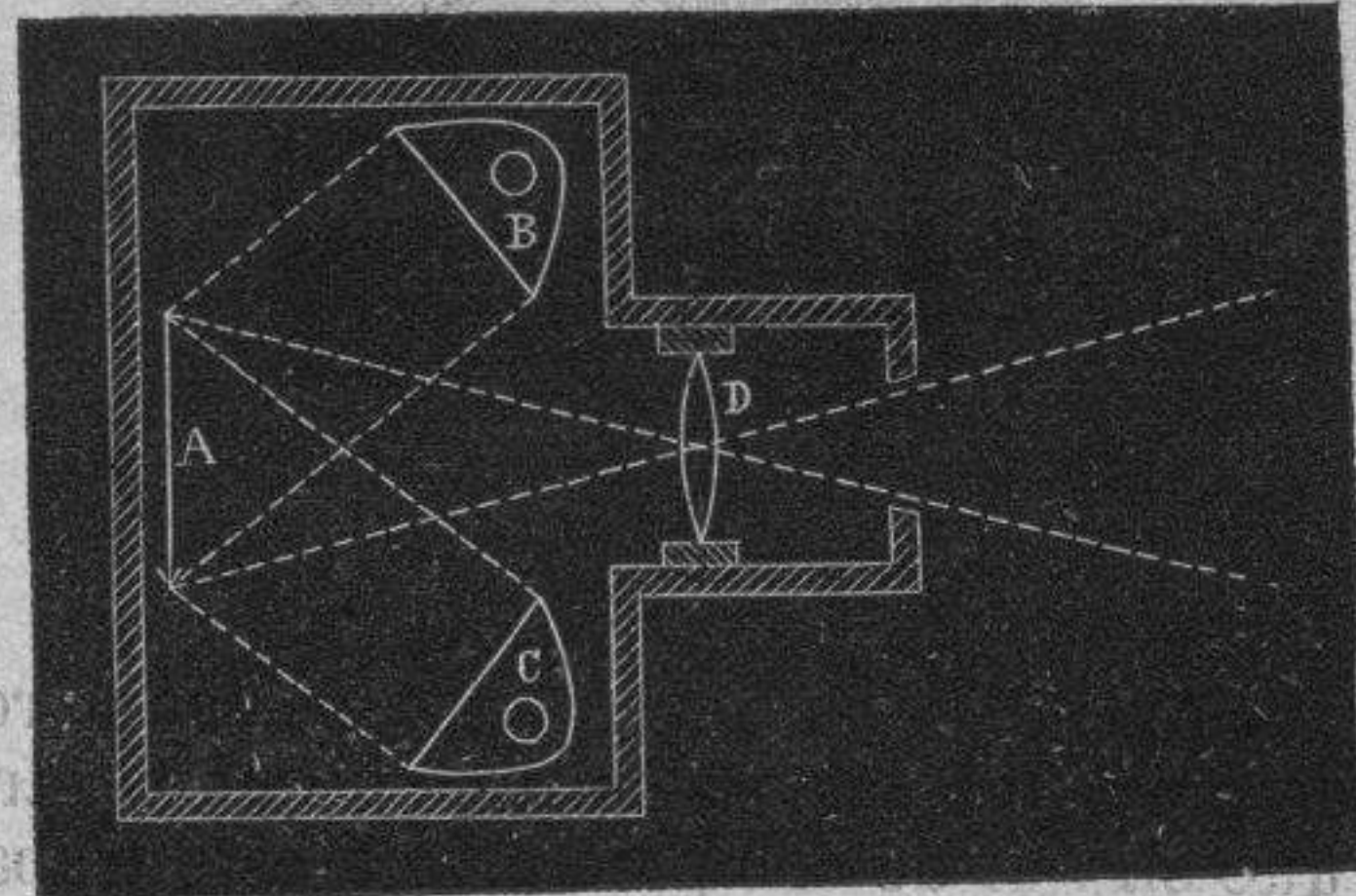


Figura 7.ª

la imagen debe ser de un diámetro relativamente grande para que deje pasar toda la luz posible.

El objeto colocado en A puede ser un grabado, una fotografía ó cualquiera otro objeto inmóvil; puede ser también una cosa animada, un animal ó un mecanismo cualquiera, con la condición de que tengan poco espesor, porque de no ser así no se ro-
producirían en el foco con igual claridad objetos si-
tuados en planos diferentes.

Las figuras de esta clase se construyen de chapa de cobre muy delgada y se pintan con colores cla-
ros sin brillo; los hilos que sirven para producir el movimiento se pintan de negro mate para que sean
invisibles en la proyección.

Para las proyecciones de retratos fotográficos pequeños no se necesita un aparato especial. El
afengoscopio, figura 8.ª, basta. Se compone de una

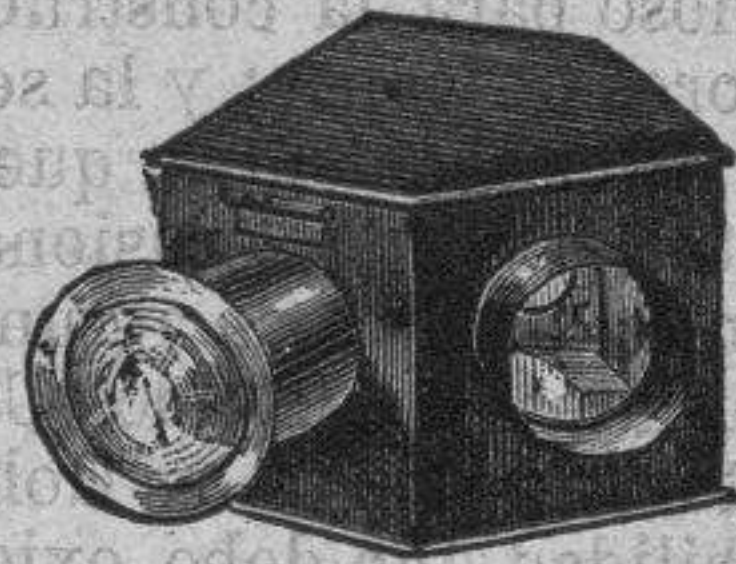


Figura 8.ª

caja de diez centímetros de lado, que se coloca en la
primera linterna que se tenga á mano en el sitio del
objetivo. La luz del aparato se reconcentra sobre la
fotografía por medio del condensador, y el objetivo,
puesto en uno de los lados del megastopio, proyecta
la imagen en la pantalla. El cono metálico de las
linternas americanas es una modificación del afen-
goscopio.

Con el fin de iluminar con más intensidad al ob-
jeto se reconcentra sobre éste la luz de dos lámpa-
ras ó de dos focos luminosos de cualquier especie
que sean. El instrumento toma en este caso la for-
ma que representa la figura 9.ª

Con un aparato de esta clase, y concentrando
sobre las figuras un total de luz equivalente á 500
bujías, se han proyectado en la Escuela de Medicina
las planchas en colores del magnífico atlas del Doc-
tor Bouchut de oftalmoscopia y cerebroscopia.

Con esto queda terminada la descripción de los aparatos de proyección que me propuse. Sin embargo, en el próximo artículo trataré de la aplicación

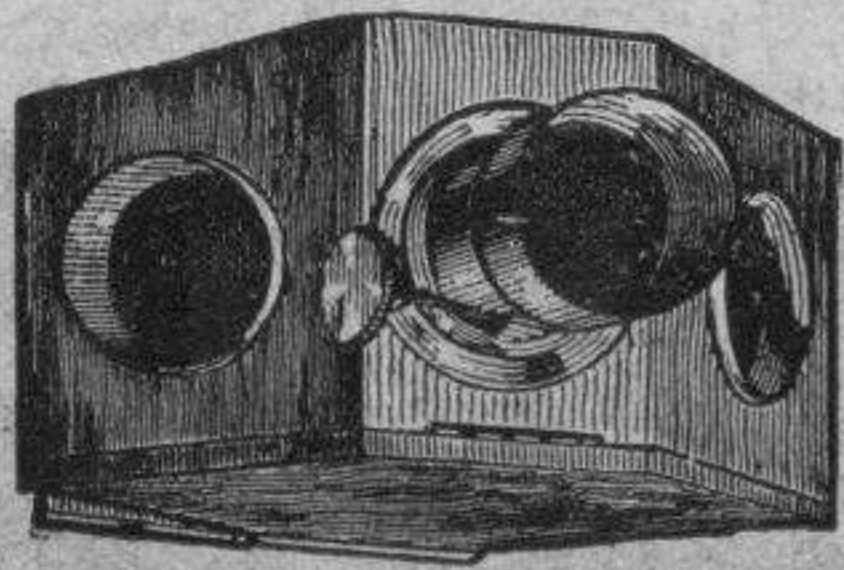


Figura 9.ª

de la luz oxhídrica al teatro, de los espectros, del modo de preparar las vistas y de algunos otros detalles que sirvan de complemento á este trabajo.

A. MOLTENI.

EXPLOSIÓN DE LAS CALDERAS

CAUSAS DETERMINANTES Y MODOS DE COMBATIRLA

CUANDO SE PRESENTA

La explosión de las calderas de las máquinas de vapor es hoy día una de las cuestiones que por la complejidad y multitud de sus causas atraen sobre el estudio de su origen la atención de los hombres y la de los Gobiernos; la de los primeros, por indagar la verdadera causa del siniestro, en no todos los casos irreparable, para que estudiado el defecto que lo ha producido, pueda corregirse (si estriba en la fabricación) en las calderas del mismo tipo construídas sucesivamente, y sacar de este estudio un partido provechoso para la construcción y adelanto de los generadores de vapor; y la serie, casi no interrumpida, de estos accidentes, que tantas víctimas y pérdidas materiales han ocasionado, alarmó de tal modo la opinión pública de algunos países industriales como Inglaterra y Estados-Unidos, que hizo necesaria la intervención de los Gobiernos en la estricta responsabilidad que debe exigirse á un constructor de calderas, y en la idoneidad y suficiencia á que deben satisfacer en el cálculo de resistencia y elección de materiales para su construcción, consiguiendo de este modo mirasen tal industria los fabricantes, más bien que un objeto para el lucro, un medio de adquirir gloria por sus obras, pues merced á la mayor resistencia y seguridad de su consolidación interior, pueden obtenerse grandes economías en su funcionamiento por el empleo de vapor á altas tensiones.

Las explosiones se manifiestan de dos maneras características, dando lugar á las denominaciones de lenta ó fulminante, según se inicie por el paso del vapor ó agua, ó ambos reunidos, á través de una fisura abierta en la plancha y cuya superficie va aumentando por la proyección contra sus bordes, ya debilitados por la rotura de masas de agua y vapor, ocasionando la inutilización de la plancha correspondiente en la caldera; ó se manifiestan y desarrollan con suma rapidez, lanzando á distancia grandes

trozos de plancha, á los que se debe, aparte de las causadas por la asfixia y quemaduras del vapor escapado, la mayor parte de las víctimas que por estos siniestros se registran con frecuencia.

Ya conocida la distinción existente entre las explosiones por su manifestación exterior, nos ocuparemos de sus causas, prefiriendo para su estudio aquellas que se refieren á calderas marinas, pues razones que serán expuestas, hacen ver la necesidad de aparatos ó accesorios de que carecen las usadas en la industria, los que encierran en su manejo cuidados que, desatendidos, pueden provocar terribles accidentes.

Los estudios hechos prácticamente como consecuencia de los accidentes citados ó los puramente teóricos, acusan como causas origen de explosión las siguientes: deficiencia de la construcción, corrosión de las planchas, descuidos en su conservación, ignorancia de los encargados del manejo, y las que pudieran titularse causas desconocidas, que abrazan un cortísimo número de explosiones que no tienen solución satisfactoria en las causas enumeradas anteriormente.

A la deficiencia de construcción como causa de explosión pertenece la mala calidad de las planchas, cuando por una economía mal entendida en la adquisición de una caldera, son de un material menos resistente (bien por su espesor ó por su calidad) del que debiera emplearse para que con un espesor determinado por la máxima tensión á que ha de trabajar el vapor en aquélla, pueda resistirla sin deteriorarse durante el tiempo que las necesidades exijan. Esta disminución de resistencia, ya nativa ó adquirida, origina la explosión, puesto que si en virtud de un incremento gradual de tensión en el vapor, llega á destruirse el equilibrio que debe existir entre las fuerzas que actúan sobre las planchas, ó sean su resistencia y la tensión del vapor, entonces es segura la apertura de una feuda que puede dar lugar á una explosión fulminante si la rotura en la plancha corresponde á la cámara de vapor, porque sólo la fuerza de proyección del agua y vapor son bastante á ocasionarla sin recurrir para tal efecto al aumento de tensión; ó bien, ser lenta, cual sería el caso de corresponder la rotura á la cámara de agua, pues entonces no sería tan enérgica la explosión y habría lugar á detenerla.

Se recurre á los tirantes ó estays en el interior de las calderas á fin de conservar la invariabilidad de distancia entre las paredes exteriores de las mismas y sus partes constituyentes, como cajas de fuegos, de humos y hornos, así como entre las bases, entre las paredes adyacentes de los hornos y también entre las de dos cajas de fuegos, para lo cual se les afirma á paredes opuestas; pero si bien desempeñan este cometido y consolidan la caldera por evitar la deformación de sus planchas, en cambio ocasionan los accidentes objeto de estas líneas, cuando su insuficiente diámetro ó su defectuosa distribución origina una desigualdad de resistencia en la caldera.

Dicho accidente puede provenir de un mal remache del tirante, cuya afirmación se logra por medio de tuercas interior y exterior á la plancha, atornilladas en cada extremo del mismo y remachada la exterior sobre la pared del generador, la cual, si está en contacto íntimo con el fuego del hogar, obedeciendo á la dilatación por el calor y al esfuerzo

que gravita sobre ella, experimenta un aumento de diámetro en el orificio destinado á alojar el tirante, igualándose á veces este diámetro al del remache, y como consecuencia la separación de la plancha, quedando al descubierto dicho orificio, origen por el escape de agua de vapor, y una explosión ó de un salidero, que si se efectúa en la cámara de agua, y esta última es salada, no es de gran importancia á causa de la aglomeración de sal en el orificio, que no tardaría en obturarse. Mas si es en la cámara de vapor, la elevada temperatura de éste hace asfixiante la atmósfera que existe en la cámara de calderas, y da lugar á graves quemaduras á los fogoneeros y sirvientes de la máquina, mas no queda inutilizada la caldera.

Como última causa de explosión de las comprendidas en la deficiencia de construcción, incluiremos la defectuosa distribución de los registros para la limpieza interior de las calderas. Si éstos son en gran número, tienen el inconveniente de constituir otros tantos peligros para la seguridad de las mismas; y si son tan escasos, que su corto número no permite visitar todas las partes de la caldera, especialmente la cámara de agua, por abundar en ella las incrustaciones, entonces nada nos indicará el estado de las planchas en cuanto á su resistencia y conservación, ni el buen funcionamiento de la caldera, por la adherencia de incrustaciones que impiden la rápida y completa transmisión del calor de los hogares al agua á través de las planchas. Así que se debe desechar por insegura en un plazo más ó menos largo la caldera que teniendo varios hogares no tenga por lo menos un registro en la parte superior capaz para el paso de un hombre, y otros más pequeños dispuestos de modo que exista uno entre cada dos hornos, tanto en el frente como en el fondo, y en ambas partes otros entre las paredes exteriores y los hornos á la altura de sus cielos.

(Se continuará.)

JOSÉ M. LÓPEZ PADILLA.

UNA PREOCUPACIÓN EN FOTOGRAFÍA

Existe un arte de grandes y utilísimas aplicaciones. Poderoso auxiliar de las ciencias, nos permite en astronomía estudiar en la tranquilidad del gabinete los fugaces fenómenos que acompañan á los eclipses y formar cartas celestes donde no cabe suprimir ningún astro por distracción ú olvido; en micrografía, nos muestra la imagen fidelísima de los más pequeños organismos sin necesidad de aproximarnos al microscopio; en fisiología, fija las diferentes y sucesivas posiciones de los miembros en la precipitada carrera ó en el violento salto ó en el rápido vuelo; y la misma balística puede con su auxilio estudiar los remolinos del aire alrededor de los proyectiles, etc., etc.

Este arte, que después de constituir una profesión honrosa y lucrativa para muchos que se dedican á sus manipulaciones con inteligencia, viene á

introducirse en el gabinete del hombre de estudio para llenar provechosamente sus ocios, y facilita una agradable distracción al desocupado, evitándole muchas horas de fastidioso aburrimiento, habrán comprendido nuestros lectores que es la fotografía.

Con la generalización de los procedimientos fotográficos ha sucedido lo que no podía menos de suceder. Al ocuparse de ellos muchas personas que desconocen ó han olvidado los fundamentos científicos en que se basan estas operaciones, la rutina ha venido á sustituir á la práctica razonada y á los principios científicos, las preocupaciones siempre perjudiciales; tanto más, cuanto mayor autoridad se concede á la persona que las anuncia y propaga, y mayor es el número de los que adoptándolas sin reflexión, deducen de ellas reglas de conducta.

Una corre como muy válida en fotografía, relativa al tiempo de exposición que necesitan los objetos más ó menos alejados de la máquina, para revelarse convenientemente. Si conseguimos desvanecerla nos creeremos recompensados del trabajo de escribir estos desaliñados renglones.

En un folleto (1) que trata de uno de los ramos más interesantes de este precioso arte leemos los párrafos que á continuación vamos á traducir con la mayor fidelidad posible.

Dicen así:

«Todo el mundo ha observado que los primeros planos ofrecen siempre cierta dificultad en revelarse (*venir*) convenientemente y que, por el contrario, los planos muy lejanos se revelan las más de las veces con demasiada facilidad.

»La razón, sin embargo, es muy sencilla. Tomemos un ejemplo: sea una pantalla blanca la que deseamos fotografiar á un décimo de su magnitud. Esta pantalla refleja una suma de luz igual á A . La imagen obtenida sobre nuestro vidrio sin pulimento tiene un centímetro cuadrado. La cantidad de luz A , en un tiempo B , reduce la cantidad de bromuro de plata que recubre este centímetro cuadrado.

»Si entonces, queriendo hacer una segunda prueba de igual tamaño (*que el original*), aproximamos nuestro aparato á la pantalla, la suma de luz A que recibe la pantalla no ha variado; pero nuestra imagen, siendo diez veces mayor, tendrá que reducir siempre en el mismo tiempo B una superficie de bromuro de plata diez veces mayor, hipótesis que es imposible admitir.

»Se necesitará evidentemente una exposición diez veces mayor para obtener el mismo resultado. Lo que equivale á decir, que un objeto cualquiera aumentando de tamaño en el aparato, *deberá recibir un aumento de exposición proporcional*, y que, por el contrario, cuanto más se aleje más deberá disminuirse aquélla.

»Deberemos, pues, considerar la distancia del objeto que hay que fotografiar y acordarnos mucho de que tal objeto iluminado en el primer plano, puede sin embargo revelarse peor que un objeto menos iluminado pero situado á una distancia mayor.»

Bajo un razonamiento, al parecer tan claro y sencillo, se oculta un grave error; y si conseguimos demostrar que la explicación del fenómeno está en

(1) LA PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE.—Théorie et pratique, par Albert Loude.—Paris, 1886, págs. 16 y 17.



contradicción con las leyes más elementales de la óptica, ¿no nos será lícito dudar del hecho mismo e investigar qué ilusión es la que ha podido ocasionar el que se le tenga por real y verdadero?

II

El error consiste en suponer que es igual la cantidad de luz que forma la imagen cuando el aparato está cerca del objeto que cuando está lejos, lo que no es ni puede ser posible mientras se opere con la misma cámara, igual lente e idéntico diafragma. Vamos á demostrarlo sentando anticipadamente algunos principios sencillísimos y conocidos de todo el que haya estudiado los aparatos fotográficos teórica ó prácticamente:

1.º A partir de una cierta distancia de la cámara obscura (unas 100 veces la distancia focal de la lente), todos los objetos se encuentran sensiblemente enfocados al mismo tiempo. En este caso, un movimiento grande del objeto necesita un movimiento insensible de la lente ó cristal deslustrado, para ponerle á foco.

2.º Cuando el objeto está muy próximo á la máquina (entre el foco y el doble de la distancia focal), un pequeño movimiento produce una gran variación en la magnitud de la imagen y en la distancia á que ésta se forma.

Apliquemos ahora estos principios.

Sea *L* un punto luminoso perteneciente á un objeto cualquiera. Este punto enviará rayos luminosos en todas direcciones. Si colocamos una máquina fotográfica de modo que su diafragma esté en *MN* (figura 1.ª), no serán eficaces para la operación más que los rayos luminosos que pasen á través de la

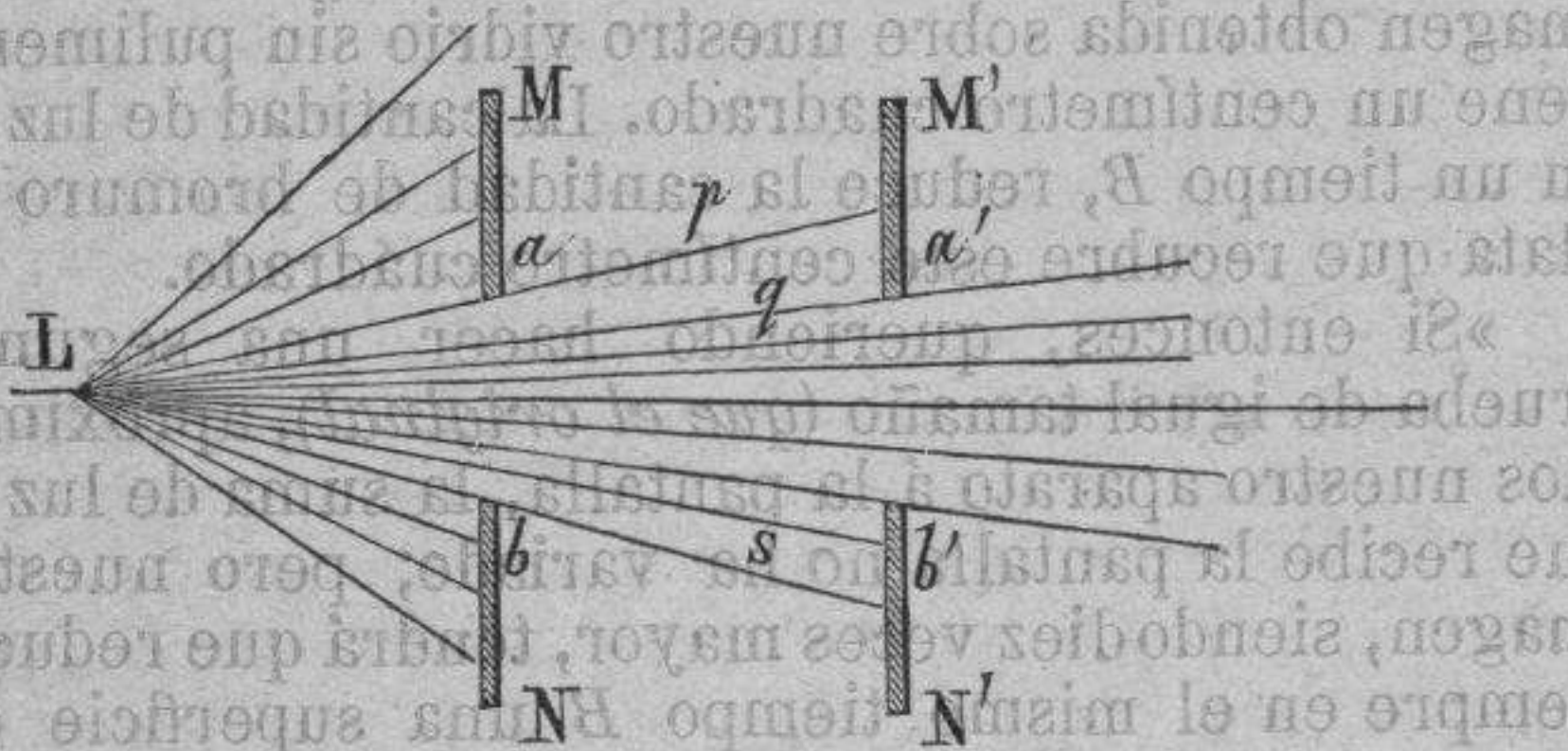


Figura 1.ª

apertura *ab* del citado diafragma. Lo mismo sucederá con todos los otros puntos del citado objeto, y la luz procedente de estos puntos formará la imagen que reducirá cierta cantidad de bromuro de plata en un tiempo dado.

Si luego deseamos obtener una imagen más pequeña, será indispensable alejar la máquina del objeto (ó éste de aquélla, que para el caso es igual), y entonces el diafragma tomará una posición tal como *M'N'*. Evidentemente, en este caso, muchos rayos procedentes del punto *L*, tales como los *Lp*, *Lq*, *Ls*, podían atravesar la primera abertura *ab*, pero no la *a'b'*, y de consiguiente no pueden formar parte de la nueva imagen: lo mismo sucederá con cualquier otro punto del cuerpo, luego dicha imagen resultaría menos luminada si conservase el mismo tamaño; y como sabemos que á menor iluminación de la placa corresponde mayor tiempo de exposi-

ción, en esta hipótesis resultaría lo contrario de lo que afirma Londe.

Es muy fácil calcular el aumento del tiempo de exposición que corresponde al aumento de distancia teniendo presente que: si llamamos 1 la cantidad de la luz que penetra por el diafragma á una distancia determinada, y luego tomamos otra distancia

2, 3, 4 ... 10 veces mayor, la cantidad de luz será $\frac{1}{2^2}$, $\frac{1}{3^2}$, $\frac{1}{4^2}$... $\frac{1}{10^2}$ menor,

ó sea $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$... $\frac{1}{100}$ menor de lo que era en el primer caso (y el tiempo de exposición será respectivamente 4, 9, 16 ... 100 veces mayor).

Así se demuestra en las primeras lecciones de los tratados más elementales de óptica y se enuncia en forma de ley diciendo que: *La cantidad de luz que recibe una pantalla (aquí sería la porción que falta del diafragma) de un punto luminoso está en razón inversa de las distancias (entre dicha pantalla y el punto).*

Pero también se demuestra en la parte correspondiente á las lentes que, si tomamos por unidad la superficie de la imagen producida por un objeto colocado á bastante distancia del aparato y después lo alejamos á distancias 2, 3, 4 ... 10 veces mayores, dará imágenes cuyas superficies respecti-

vas serán 4, 9, 16 ... 100 veces menores. Luego existe una exacta y feliz compensación entre la disminución de la luz y del tamaño de la imagen, lo que hace que teóricamente CUANDO NO VARÍA LA DISTANCIA FOCAL no debe variar en lo más mínimo la exposición de un objeto igualmente iluminado para que se revelé bien, aunque aumenten ó disminuyan sus distancias al aparato fotográfico.

Ahora vamos á estudiar el caso de que cambiando apenas la distancia del objeto á la máquina varíe mucho el tiempo de exposición. Esto sucede siempre que se trata de ampliaciones. En tal caso el objeto se halla situado cerca del foco principal de la lente y la pantalla que ha de recibir la imagen á una distancia mucho mayor, según la ampliación que se desee obtener. Un pequeño movimiento del objeto necesita un gran movimiento de la pantalla para enfocar bien, y la imagen resultará con el aumento ó disminución correspondiente.

Como la distancia del objeto al diafragma varía poco, la cantidad de la luz que atraviese éste es siempre casi igual, y entonces si que, al querer formar una imagen más pequeña que otra, como se hallará más concentrada en la misma, igual cantidad de luz necesitará una exposición menor. Luego aquí variará mucho el tiempo de exposición sin que varíe sensiblemente la distancia del objeto á la pantalla.

En ambos casos, vemos que siendo iguales todas las demás circunstancias, la iluminación de la imagen y de consiguiente el tiempo de exposición, está más directamente relacionada con la distancia de ésta á la lente que con la distancia del objeto.

III

Si la razón nos demuestra que no hemos de tener en cuenta la distancia de los objetos para el tiempo de exposición, ¿en qué circunstancias y por qué apa-

recen los últimos términos más pronto que los primeros? Pues algo debe existir de este fenómeno cuando se ha buscado su explicación.

Tengamos presente que se trata de paisajes; el mismo Loude lo dice (1): «En un paisaje, cualquiera que sea, los diferentes planos reciben la misma suma de luz, y sin embargo, en la revelación, las diferentes partes están lejos de aparecer (*venir*) tan bien las unas como las otras.»

Pero cuando aquellos tienen diferentes términos, el último suele ser *mar* ó *cielo*, siempre más luminosos que la tierra, según todos los fotógrafos. Ahora bien; supongamos un paisaje igualmente iluminado, cuyo fondo lo constituya un monte destacándose sobre el cielo. Si la exposición es la normal ó algo más corta, al revelar se aparecerá primeramente el cielo que destacándose en negro sobre el fondo blanco de la gelatina aun no alterada, permitirá distinguir perfectamente los contornos de la montaña, originándose la ilusión de que ésta es la que primero se nos revela. En realidad no es así, pues sus detalles tardarían en manifestarse tanto como los próximos si fuesen de la misma especie.

Generalmente, los detalles de los objetos próximos suelen consistir en grandes contrastes de luz y sombra con numerosas gradaciones de medias tintas, que no existen en los *lejos*; de ahí que demos por terminada la revelación de éstos cuando consideramos incompleta la de la parte sombría de los primeros.

¿Puede admitirse esto como explicación del fenómeno que indica Loude?

IV

Puesto que la experiencia ha de resolver en último caso, proponemos una muy sencilla para quien tenga una maquinita de $\frac{1}{4}$ de placa, cuatro pantallas cuadradas de 1'50 metros de lado y una longitud de 40 metros disponible.

Colocaremos las cuatro pantallas de modo que estén igualmente iluminadas y que se destaquen sobre el mismo fondo (que puede ser una pared lisa ó el horizonte despejado) á las distancias respectivas de 10, 20, 30 y 40 metros de la máquina; y si ésta posee un objetivo de cinco pulgadas inglesas (127^{mm}) de foco absoluto, todas las pantallas estarán sensiblemente enfocadas al mismo tiempo y darán imágenes de 4, 1, $\frac{1}{9}$ y $\frac{1}{16}$ de centímetro cuadrado, ó colocándolas á doble distancia, imágenes de 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$ de centímetro cuadrado respectivamente.

Con un obturador instantáneo, de velocidad variable, se irá disminuyendo la exposición, y se puede ver entonces si efectivamente desaparece la primera imagen cuando las otras tienen aún suficiente vigor para destacarse. Una pantalla de la citada magnitud, colocada á la distancia de 200 metros, daría una imagen de 1^{mm} cuadrado, que es perfectamente visible y necesitaría para aparecer una exposición 400 veces menor que la de la pantalla á 10

metros, si fuese verdad lo que afirma Loude. Creemos que esta diferencia de exposición es bastante apreciable para que permita notar el fenómeno si realmente existe.

Como el material no es costoso ni el trabajo pesado, creemos que alguien se decidirá á estropear media docena de placas, en la seguridad de que se lo han de agradecer, en primer término, los fotógrafos prácticos, porque sabrán en realidad á qué atenerse respecto á la exposición; y en segundo, los físicos, que se hallarán en presencia de un fenómeno curioso é inesperado, cuya explicación se ha de buscar, puesto que la propuesta por Loude no puede admitirse, porque se halla en abierta contradicción con los principios fundamentales perfectamente establecidos y variadísimos é indudablemente comprobados de la Óptica.

FEDERICO GARCÍA LLORCA.

PROCEDIMIENTO DIRECTO AL PLATINO

DE PIZZIGHELLI

Podrá formarse idea de la importancia de las modificaciones introducidas por el capitán Pizzighelli en la platinotipia, con sólo decir que el papel preparado por el nuevo método no exige ni la revelación ni el fijado que el antiguo.

Se ha conseguido este resultado suprimiendo la antigua solución de hierro, tan difícil de preparar, y remplazándola por el oxalato sódico-férrico, cuyo empleo ofrece más facilidades y ventajas.

La preparación del nuevo papel puede hacerse de distintas maneras, pero el medio más fácil es el que publicamos á continuación, porque la preparación del papel se hace al mismo tiempo que la sensibilización.

Se preparan las cuatro soluciones siguientes:

A	
Cloroplatinito de potasa.....	1 parte
Agua destilada.....	6 »
B	
Oxalato sódico-férrico.....	40 partes
Goma arábica en polvo.....	40 »
Solución de oxalato de sodio al 3 por 100.....	100 »
Glicerina.....	3 »

La solución B se prepara calentando á 40 ó 50 grados centígrados la solución de oxalato de sodio, añadiendo entonces la sal de hierro y la glicerina. Cuando el hierro esté bien disuelto se vierte la solución en un mortero y se agrega la goma arábica, agitándola con el pilón para que se disuelva del todo. Después se abandona la mezcla algunas horas para facilitar la disolución de las pequeñas aglomeraciones de goma que se habrán producido, agitándola nuevamente y pasándola á través de un lienzo muy fino.

(1) Obra citada, páginas 15 y 16.

Solución B..... 100 partes.
 Clorato de potasa..... 0,4 »

D

Solución de cloruro de mercurio al 5 por 100..... 20 partes.
 » » oxalato de sodio al 3 por 100..... 100 »
 Goma arábiga en polvo..... 24 »
 Glicerina..... 1,8 »

La solución D se prepara como dejamos dicho para la solución B.

Con las soluciones anteriores, mezcladas convenientemente, se prepara el papel de modo que produzca tonos negros ó sepia á voluntad.

Para obtener tonos negros se toma para una hoja de papel de tamaño regular

Solución A..... 5 centímetros cúbicos.
 " B..... 6 " "
 " C..... 2 " "

Para negativas duras es conveniente disminuir algo la cantidad de C y aumentar en la misma proporción la de B; y lo contrario para negativas débiles.

Para pruebas sepia se mezcla

Solución A..... 5 centímetros cúbicos.
 " C..... 4 " "
 " D..... 4 " "

Esta composición produce tonos sepia, pero se puede obtener tonos intermedios aumentando la cantidad de C y disminuyendo la de D.

La aplicación al papel se hace por medio de una brocha reservada para este uso exclusivamente, que no tenga nada de hoja de lata en el mango. Después se pasa otra brocha seca más fina y se deja secar el papel en la obscuridad á la temperatura de 30 á 40°.

Durante este trabajo se formarán muchas ampollas en el papel, que no deben causar la menor inquietud, porque desaparecen al pasar la brocha seca.

Después de seco se conserva el papel en tubos con cloruro de calcio como el antiguo.

El papel así preparado se expone en la prensa hasta que la imagen adquiera el valor que ha de conservar, pues no se revela ni se vira.

Terminada la exposición se sumergen las pruebas en

Acido clorhídrico..... 1 volumen.
 Agua ordinaria..... 80

Este baño se renueva dos ó tres veces hasta que no se colore de amarillo. Después se lavan las pruebas con mucha agua y se secan.

Los empleados dedicados al servicio telegráfico y al telefónico saben muy bien cuántos daños causan las descargas atmosféricas en los electro-imanés y en otros varios órganos de los aparatos. En el sistema Rysselberghe, por ejemplo, es un gran inconveniente la frecuente deterioración de los condensadores producida por las descargas de electricidad atmosférica. Así, pues, desde hace años se vienen verificando por algunos físicos y electricistas numerosos experimentos con los mejores sistemas de pararrayos que han sido propuestos, midiendo al efecto las distancias explosibles de la chispa eléctrica, ya entre dos puntas, ora entre dos placas lisas, ó bien entre dos estriadas, ya también entre una punta y una placa ó entre dos esferas.

Con objeto de tener á su disposición potenciales eléctricos determinados y constantes, han empleado los físicos que han estudiado este asunto pilas cuya fuerza electromotriz ha llegado en algunos casos hasta 11.000 voltas. Operando con pilas de 1.500 voltas solamente, han observado que la mayor distancia explosiva entre los dos polos resulta cuando éstos se hallan empalmados á dos placas metálicas lisas y paralelas separadas por una capa de aire. Excediendo de 1.500 voltas la fuerza electromotriz, la distancia explosiva es mayor entre dos puntos, y aumentando aquélla, aumenta la distancia entre una punta y una esfera. Estos resultados han demostrado la conveniencia de adoptar en general los pararrayos telegráficos de placas lisas.

Mr. Preece, empleando potencias de 1.000 á 1.500 voltas, ha observado que los pararrayos de placas pulimentadas eran superiores á los de placas estriadas, porque en las primeras pasa mejor la chispa, se continúa ó discontinúa. También M. Rysselberghe ha obtenido el mismo resultado.

Pero como la electricidad de las pilas difiere tanto en tensión de la atmosférica, Mr. Lagarde ha efectuado estos estudios, según leemos en los *Annales Télégraphiques*, sirviéndose, en vez de pilas, de una batería de seis grandes botellas de Leyden, cargada por una bobina Ruhmkorff, y cuya descarga se producía por el intermedio de un excitador de esferas. M. Lagarde ha sometido á sus ensayos ocho diversos sistemas de pararrayos, entre ellos el de Bertsch, empleado por la Administración francesa, el cual se compone de dos placas metálicas de 118 milímetros de largo por 70 de ancho, conteniendo cada una 292 puntas metálicas de 9 milímetros de longitud y cuya distancia entre las de una y otra placa es de un milímetro. El experimentador citado ha deducido las siguientes conclusiones: primera, que el pararrayos Bertsch es el menos á propósito para el uso á que se le destina de todos cuantos ha ensayado; y segundo, que los pararrayos de placas pulimentadas y paralelas de igual superficie y distantes un milímetro una de otra, son los más adecuados para evitar los deterioros de fuertes descargas atmosféricas é impedir, cuando éstas tienen lugar, la formación de globulillos metálicos procedentes de las puntas de los pararrayos que las contienen y que establecen la comunicación con tierra.

Por manera que después de tan variados sistemas de pararrayos que nos han dado á conocer los constructores de aparatos telegráficos, resulta que los más eficaces para preservar éstos son los primitivos de placas lisas, separadas por unos anillos de marfil que rodeaban el tornillo y tuerca que las sujetaba. La diferencia entre éstas y las recomendadas por los Sres. Preece y Lagarde es solamente de forma, y por lo tanto, no de entidad.

FOTOGRAFÍA ESTEREOSCÓPICA.—La fotografía estereoscópica debería haberse generalizado mucho más de lo que lo está realmente; las pruebas que proporciona dan la reproducción viva de la naturaleza, con efectos de perspectiva admirables, presentando para el aficionado más atractivos que la fotografía simple, que no produce más que

vistas sin relieve y sin vida. Con el estereoscopio se ve el modelo como estaba en el momento de la exposición, en realidad sorprendente, y las escenas fotografiadas tienen siempre un interés poderoso para todos los que las examinan.

Por otra parte, esta clase de trabajo no presenta ninguna dificultad. Todas las cámaras oscuras mayores de 12×16 , con fuelle rectangular ó cuadrado, sirven perfectamente para la fotografía estereoscópica. Basta con adaptar en el interior de las cámaras una separación movable que las divida en dos partes iguales, y emplear un par de objetivos que tengan el mismo foco, el mismo diámetro y que den en igual tiempo de exposición imágenes del mismo tamaño y de la misma intensidad.

Se puede emplear para este objeto las placas corrientes de 13×18 , impidiendo con tiras de papel negro ó de cualquier otro modo, que se impresione más que un espacio de 12×16 centímetros.

Para las vistas estereoscópicas instantáneas y aun en todas, conviene obtener un obturador único que obre al mismo tiempo sobre los dos objetivos, para que ambos lados de la placa sufran rigurosamente idéntica exposición.

NUEVA APLICACIÓN DE LA FOTOGRAFÍA.—Uno de los profesores del Instituto fotográfico de Viena ha propuesto recientemente sustituir á los jueces de llegada de las carreras de caballos, con un aparato fotográfico que produciría una prueba indeble de lo ocurrido en los últimos metros de cada carrera en la proximidad de la meta.

Este método ha sido experimentado en Alemania con un éxito completo. Para ello se colocaron cinco cámaras oscuras de dos en dos metros á contar desde el poste de llegada, y los objetivos se destaparon simultáneamente por medio de una corriente eléctrica. A los tres minutos había terminado la revelación de los clisés, quedando marcado de un modo indiscutible el sitio que ocupaban los caballos al terminar la carrera.

El vizconde de la Tour du Pin indica una nueva fórmula para la preparación de hidroquinona que recomienda eficazmente el ilustrado director del *Moniteur de la Photographie* Mr. León Vidal.

La fórmula es la siguiente:

Hidroquinona.....	1 gramo.
Sulfito de sosa.....	2 —
Carbonato de sosa.....	10 —
Agua.....	67 —

Este baño, según el autor, es más enérgico que el de pirogálico.

VELOCIDAD DE LA LUZ.—Los números que publicamos á continuación prueban que todavía existe alguna incertidumbre sobre la prodigiosa velocidad con que se propagan los rayos luminosos. Estos datos han sido encontrados por los observadores siguientes:

	Kilómetros por segundo.
Foucault, en 1862.....	298.000
Cornu, en 1874.....	298.500
Cornu, en 1878.....	300.400
Cornu, según Listing.....	299.990
Young y Forbes, en 1881....	301.382
Newcomb, en 1888.....	299.860

Errata.—En el artículo de M. Balagny inserto en el número 10 de LA FÍSICA MODERNA con el título de «Corrección de la fórmula de hidroquinona,» se dice solución caliente de sulfato de sosa, debiendo ser sulfito.

Los aficionados á la fotografía habrán subsanado este error fácilmente, pues saben que el sulfato de sosa no entra en ninguna combinación, hasta ahora, con la hidroquinona.

PROBLEMAS DE FÍSICA

VI

Una vasija de cobre, de 1 kilogramo de peso, contiene 2 kilogramos de agua; y, completamente sumergido en el liquido, hay un termómetro cuyo mercurio pesa 200 gramos y el vidrio 130 gramos. Todo se halla á 0°. ¿Cuál será la temperatura del cobre, agua, mercurio, y vidrio, una vez uniformada la mezcla térmica, si se condensan en la vasija 150 gramos de vapor de agua á 100°?

Se supone que no hay pérdidas de calor por radiación, conductibilidad ni evaporación. Calor específico del mercurio, 0,033. Idem del cobre, 0,095. Idem del vidrio, 0,177.

Solución del problema IV

Un buque encuentra en los mares polares un banco flotante de hielo que emerge la altura A sobre la superficie del agua. Calcular el espesor x del mismo, suponiéndolo uniforme.

Represéntese por d la densidad del agua del mar en aquellos parajes y temperatura, y por d' la del hielo, que también se supone conocida.

Un sólido que flota en un liquido desaloja un volumen del mismo cuyo peso es igual al del sólido. Luego llamando P á este peso, y teniendo en cuenta la forma del banco, se verificará:

$$P = d \times v = d \times \text{área de la base del banco} \times (x - A);$$

$$P = d' \times v' = d' \times \text{área de la base del banco} \times x;$$

de donde

$$d(x - A) = d'x;$$

y

$$x = \frac{dA}{d - d'}$$

Aplicación.—Sean 2^m lo que emerge el banco: d = 1,026; y d' = 0,930. Para espesor total tendremos:

$$x = \frac{1,026 \times 2^m}{1,026 - 0,930} = 21^m,377.$$

X.

Alumno de la Academia de Ingenieros Militares de Guadalajara

También han remitido solución exacta D. Juan Torres, de Madrid, y D. Eduardo Elío de la Llave, alumno de la Escuela General Preparatoria de Ingenieros y Arquitectos.