

CAPITULO XII

ALUMBRADO ELÉCTRICO, LUZ DRUMMOND, ETC.

1. Luz Drummond.—2. Luz de Tessié du Motay.—3. Alumbrado por magnesio.—4. Luz de Chatham.—5. Alumbrado eléctrico.

1. LUZ DRUMMOND. Si se inflama una mezcla de 2 volúmenes de hidrógeno y 1 de oxígeno y se mantiene la combustión haciendo llegar ambos gases contenidos á dos gasómetros diferentes, se obtiene el aparato conocido con el nombre de *soplete de gas oxihidrógeno*, cuya llama tiene una temperatura tal, que puede producir con facilidad la fusión del platino. La llama de esa mezcla gaseosa, que puede también reemplazarse con ventaja con una llama de gas alimentada con oxígeno, es muy poco luminosa; pero poniéndola en contacto con un rodillo de cal cáustica, ésta se pone candente, teniendo un color rojo blanco intenso y produce una luz blanco-azulada, cuyo esplendor apenas puede la vista soportar. La idea (espresada por

Gandin, de Paris, en 1838) de emplear esa llama para el alumbrado de las ciudades, parecia al principio imposible ponerla en práctica; pero á medida que el problema de la preparacion industrial del gas oxígeno, conforme al procedimiento de *Tessié du Motay* (véase tom. 1, pág. 223), fué resolviéndose de una manera satisfactoria, se emplea en las populosas ciudades de los Estados Unidos de América para el alumbrado de los faros, señales, trabajos nocturnos, anchas plazas públicas, salas de espectáculo, y sobre todo, de las proyecciones de imágenes hechas en la sala de conferencias por medio de la linterna mágica. En la última guerra norte-americana el ejército de la Union la empleó en el sitio de algunas fortalezas

Esta luz se denomina *luz sideral*, *luz de cal*, *luz de gas oxihidrógeno* ó *luz de Drummond*. (1)

2. LUZ DE TESSIÉ DU MOTAY. Hace algunos años se habló mucho del modo de alumbrado que ideó el industrial *Tessié du Motay* (de Metz). Pero á pesar de todos los reclamos, el uso de esta nueva luz no pudo implantarse de una manera formal en ninguna parte. La mezcla gaseosa es gas de agua (una mezcla de hidrógeno y óxido de carbono) ó hidrógeno ó gas de alumbrado, que en el momento de la combustión se pone en contacto de una corriente regular de oxígeno. El oxígeno necesario se obtiene por descomposicion de vapores de ácido sulfúrico, ó manganato de sodio (véase tomo 1, página 223), ó en fin, protocloruro de cobre. La llama del gas oxihidrógeno se dirige á un cilindrito de *magnesia* (*luz de magnesia*) ó de *zircona* (*luz de zircona*).

Posteriormente *Tessié du Motay* modificó (1870) su sistema del modo siguiente: hacia pasar el oxígeno por un líquido (una solución de naftalina en el éter de petróleo), que en el acto de la combustión separa cuerpos de intenso poder luminoso. Llámase esta luz

(1) Segun manifiesta el *Journal of Gaslighting* (1869), el ministerio de la Guerra inglés tuvo la intencion de introducir la luz de *Drummond* en vez de luz del gas en los cuarteles. Experimentos con la luz *Drummond* se practicaron en el patio del cuartel de la Reina, en un ángulo de una ala de ese edificio y en sus vastas salas. En un soporte de 6 metros de alto estaban colocados el aparato luminoso y el espejo reflector. Cuando se puso en actividad el aparato y el espejo se dirigió al patio, éste se vió casi tan iluminado como por el sol de medio día, y á la distancia de unos 90 metros del manantial de luz podia leerse la escritura más compacta. Una luz más pequeña rodeada con un globo de cristal y colocada á uno de los extremos de ángulo, era suficiente para que pudiese hallarse á la distancia de más de 25 metros un alfiler echado en el suelo. Otro aparato más pequeño aun instalado en una sala de cuartel, lo alumbraba mucho mejor que el gas de hulla. Segun las indicaciones de *Abel*, de Woolwich, la luz de *Drummond* no se ha introducido en ninguno de los edificios militares de Inglaterra. Segun *H. Vogel* (1871), esa luz desempeña un gran papel en los Estados Unidos para alumbrar la linterna mágica. Ese instrumento que en Alemania y Francia se considera sólo como un juguete, se emplea mucho para la enseñanza. En planchas de gelatina trasparente se imprimen en pequeñas dimensiones grabados científicos ó dibujos técnicos, ó bien se hacen en ellas fotografías al cristal, que luego se agrandan hasta cien veces, por medio de la linterna mágica, y se hace servir para las demostraciones en las conferencias. De ese modo se obtienen imágenes mucho más hermosas que las de las cartas murales que se dibujan en grande escala, de una manera muy defectuosa á veces. Dibujos pequeños hechos sobre gelatina ó figuras tomadas de obras científicas, se hacen de esa manera sin mucho trabajo fáciles de com. render para gran número de oyentes. También puede operar así durante el día, si se tiene el cuidado de interceptar la luz por medio de cortinas.

oxicarbonada. La combustión se hace en una lámpara con mecha (*lámpara de Philipp*) en cuya llama penetra el oxígeno horizontalmente. El líquido lleva el nombre de *carbolina*. Esa nueva luz convendría para alumbrar de arriba abajo por medio de reflectores. Segun otra modificación del procedimiento, se hace llegar el oxígeno á un gas de alumbrado muy enriquecido de carbono por carburacion, y se efectúa la combustión en un mechero de hendedura, de esteatita. La figura 59 (ALUMBRADOS) representa un mechero de esa clase. La placa *aa*, que cierra por arriba el cono metálico hueco *b*, lleno de oxígeno, está provista de una corona taladrada de agujeros por los cuales el oxígeno, lo mismo que el gas de alumbrado con el mechero de *Argand*, se eleva en forma de cilindro gaseoso, en el que arde y brilla con una luz blanca y espléndida el gas de aceite que llega por *c*. Como se ve, la afluencia de los dos gases se regula con *un solo grifo d* para que se pueda hacerlos llegar ambos rápidamente y con seguridad en la proporción necesaria. El aparato está dispuesto de manera que 50 litros de gas de aceite quemados en una hora con 30 litros de oxígeno dan una luz que representa 18 bujías de esperma de ballena ó 150 litros de gas de hulla. Por más que ese método de alumbrado no pueda emplearse sin dificultades para una poblacion entera, es muy importante en los casos en que la intensidad ó la coloracion de la luz del gas ordinario no sean suficientes. Conviene para el alumbrado de los trabajos nocturnos, de los monumentos, minas, túneles y grandes almacenes de novedades, así como en la fotografia y microscopia, en los trabajos submarinos hechos á grandes profundidades, etc. Conforme con *P. Tieftrunk*, se puede conceptuar la introduccion del oxígeno como un progreso importante y lleno de porvenir en la industria del gas.

3. ALUMBRADO POR MAGNESIO. La luz

intensa que produce la combustion del magnesio (véase tom. 1, pág. 229) sirve actualmente mucho en la fotografía con el nombre de *luz de magnesio*. *Brothers*, fotógrafo en Manchester, descubrió que la acción fotográfica de la luz del magnesio es rigurosamente proporcional al peso del metal bruto. El tiempo necesario para fijar un objeto depende también del espesor y número de los alambres de magnesio en combustion. Puede abreviarse la mitad de ese tiempo, quemando cada segundo un peso doble de alambre. Según varios informes, el alumbrado de magnesio presenta verdaderos servicios. Se ha dicho ya cuál era su intensidad óptica. Además, se encuentra que su aspecto encierra todos los colores naturales, que en realidad están ligeramente modificados por un exceso de rayos luminosos, que se produce en el extremo morado del espectro, donde la refracción es mayor, y que tiene por objeto dar á luz un ligero tinte azul; mas esa leve coloración no ofrece inconveniente alguno. Su influencia se reduce á prestar el amarillo un poco más claro de lo que es, el azul y el verde un poco más oscuros, y el rojo tirando un poco á morado. Tales cambios son menos sensibles que los producidos por la luz del gas ó de las bujías. La luz de magnesio tiene á más la ventaja de producir proporcionalmente á su poder luminoso muy poco calor, bajo cuyo concepto ya el gas es superior á la bujía, puesto que no da sino la mitad del calor en un alumbrado de la misma intensidad. Pero el magnesio es muy superior al gas, como quiera que para una luz igualmente intensa, produce un calor 165 veces menor. En cuanto á los productos de la combustion, tiene también el magnesio una ventaja sobre el gas y las bujías, en cuanto no produce vapor de agua, ni ácido carbónico, y por ende no altera el aire de un modo sensible, lo cual merece especial consideración para el caso de una ventilación insuficiente.

Sin embargo, si el magnesio al arder no origina ningún vapor de agua ni ácido carbónico, en cambio produce óxido que en forma de polvo fino en extremo se desparama por el aire, haciéndolo pronto irrespirable. Pero el principal obstáculo que se opone al empleo del magnesio como materia alumbrante no estriba por de pronto más que en lo elevado de su precio.

Las lámparas del magnesio están dispuestas para quemar el magnesio en alambres ó en polvo. En ambos casos una llama de alcohol impide que la combustion se interrumpa antes de finalizar el experimento. En las lámparas de la primera especie (fig. 60, ALUMBRADOS), un alambre redondo ó en forma de cinta *oq* es empujado hácia adelante por medio de un movimiento de relojería regulado con auxilio de un volante R. En las de la segunda especie el polvo de magnesio contenido en un recipiente dotado de espita, cae cuando ésta se abre, en la llama del alcohol. El polvo de magnesio se mezcla con arena fina ($\frac{1}{3}$ de magnesio y $\frac{2}{3}$ de arena), para que llegue una cantidad suficiente de aire al contacto del metal y la combustion sea así la más completa posible. En la guerra de los ingleses contra los abisinios (1868) parece que la luz del magnesio desempeñó cierto papel en el alumbrado. No cabe duda que está reservado á la luz del magnesio un gran porvenir. Si se lograra preparar el magnesio aislándolo de la mena por medio del carbon de leña, como se hace con el zinc (y la analogía de los dos metales denota que esto no es una cosa imposible), el alumbrado del magnesio sería mucho menos caro, y su adopción produciría una revolución semejante á la que provocó el gas cuando reemplazó el aceite y las bujías.

5. LUZ DE CHATAM. Con el nombre de *luz de Chatam* se designa en Inglaterra una luz esplendente obtenida por insuflación de una mezcla de resina y magnesio, en polvo, en la llama de una lámpara de alcohol. Esa

lámpara puede emplearse con ventaja en la telegrafía así como producir señales durante la noche.

5. ALUMBRADO ELÉCTRICO. El alumbrado eléctrico ha adquirido en estos últimos años una importancia enteramente inesperada, y hasta parece que su destino es el de hacer una competencia temible al alumbrado por gas. Sabemos que se produce un vivo desprendimiento de calor y de luz cuando se hace pasar á través de cilindros de carbon tallados en punta y yuxtapuestos, la descarga de una batería galvánica ó las corrientes producidas por las máquinas magneto-eléctricas de *Gramme* y de *Meritens* (1). Las puntas de los carbones se calientan y proyectan una luz blanca deslumbradora. Cuando la corriente está en actividad, pueden apartarse una de otra las puntas de carbon, y se obtiene un magnífico arco luminoso producido por las partículas incandescentes que se desprenden del carbon en relación con el polo positivo de la pila y se juntan con el otro carbon.

Los cilindros de carbon que más suelen emplearse para lograr la luz eléctrica, se hacen con los depósitos que se forman en las retortas del gas (carbon de retorta); pero es preferible servirse de carbones fabricados artificialmente, según el siguiente método indicado (1877) por *F. Carré*. Ante todo se lava carbon de leña, reducido á polvo fino, con una lejía alcalina, ácidos y agua régia; luego se humedece el polvo, ya sea con jarrabe de goma, una solución de gelatina, etcétera, ya sea con aceites grasos espesos ó

con resinas, y luego se hace con él una pasta bastante plástica y consistente para estirarse en barritas cilíndricas por una hilera, bajo la presión de unas 100 atmósferas. Con ese procedimiento de que hoy saca buen provecho la industria, se obtienen carbones tres ó cuatro veces más tenaces y sobre todo mucho más rígidos que el carbon de retortas. Pueden prepararse con la longitud y grueso que se quiera; son de homogeneidad perfecta y dan una luz muy permanente. Según *Carré*, puede modificarse el brillo, la intensidad ó el color de la luz eléctrica, mezclando con la materia de los carbones ácido bórico y ciertas sales metálicas. Estas sustancias agregadas en forma de polvo y en la proporción de 3 á 8 por ciento producen los resultados siguientes: la potasa y la sosa doblan la longitud del arco eléctrico, lo vuelven silencioso, se combinan con el silicio del carbon, lo hacen fluir bajo la forma de una perla de cristal, y aumentan su luz en la proporción de 1'25 : 1: la cal, la magnesia y la estronciana aumentan su intensidad luminosa en la proporción de 1'30 ó 1'50 á 1, produciendo diversas coloraciones; el hierro y el antimonio elevan el aumento á 1'60 ó 1'70. El ácido bórico aumenta la duración de los carbones dándoles una mano de una untura vidriosa que los aísla del oxígeno, pero sin aumentar la luz.

Es indispensable en los aparatos destinados á producir la luz eléctrica, que un regulador mantenga constantemente la separación de los carbones, y acerque las puntas á medida que se consumen, sin dejarles llegar á ponerse en contacto. Por regla general los aparatos en virtud de los cuales se logra ese resultado, se fundan en la acción de un electro-iman que está atravesado por la corriente, y pone los carbones en movimiento, cuando esa corriente se debilita á causa de la separación demasiado grande de las puntas. El regulador de *Serrin*, que es uno de los más perfectos, comprende dos

(1) Las máquinas magneto-eléctricas, construidas por *W. Siemens*, *von Hefner-Alteneck*, *Gramme* y *Meritens* están sin duda alguna llamadas á desempeñar un papel considerable en las cuestiones de alumbrado, como quiera que en tales aparatos el trabajo mecánico está convertido en electricidad. Brindan á la industria el medio de producir corrientes eléctricas de una fuerza ilimitada, de una manera cómoda y económica en donde quiera que haya disponible una fuerza activa cualquiera. Los resultados que se obtuvieron en Londres el año 1867 con la máquina de *Siemens*, hicieron concebir grandes esperanzas relativamente al empleo de los aparatos magneto-eléctricos para el alumbrado, así como para la electro-metalurgia, la descomposición del agua, la preparación del ozono en los grandes establecimientos de blanqueo, etc. Según los experimentos efectuados siete años después (1874), no es imposible que en tiempo más ó menos cercano se logre, como sucede actualmente con el gas y con el agua, conducir á las habitaciones una corriente eléctrica producida por poderosas máquinas de ese género, según las necesidades de la luz, del calor y de la fuerza.

mecanismos: el uno es una especie de paralelogramo de ángulos articulados, oscilante de abajo arriba y de arriba abajo, y sirve para producir directamente la separación de los carbones; el otro sirve para aproximarlos proporcionalmente á su desgaste. Uno de los lados verticales del paralelogramo sirve para mantener el equilibrio entre las dos fuerzas antagonistas que lo solicitan, su peso que tiende á hacerlo bajar, y un resorte que tiende á hacerlo subir. El carbon superior descende ó se para gobernado por el paralelogramo; el carbon inferior móvil en el sistema oscilante puede deslizarse con respecto á aquél de abajo arriba, impulsado por el mecanismo de aproximamiento. El paralelogramo oscilante lleva en su base una armadura de hierro dulce que se aproxima ó se aleja, permaneciendo horizontal, de los polos de un electro-íman, cuyo alambre forma parte del circuito del regulador. Mientras la corriente no pasa, las dos puntas de carbon se tocan; el paralelogramo de presión descende bajo la presión del carbon superior y entorpece el mecanismo de aproximamiento. Pero así que el circuito se cierra, el electro-íman que se pone en actividad atrae la armadura arrastrando consigo el sistema oscilante, y por lo tanto el carbon inferior que antes se hallaba entorpecido por ese movimiento: el arco eléctrico aparece al punto y llena el vacío entre las dos puntas de carbon. A medida que la corriente se vuelve menos energética, por efecto del desgaste y de la separación de las puntas, el electro-íman queda menos potente, la armadura se aleja, el paralelogramo sube y las puntas de carbon se aproximan. Por efecto de esa aproximación incesante del paralelogramo, que unas veces subiendo por sí propio, otras bajando atraído por la armadura, suelta ó retiene alternativamente las ruedas del mecanismo aproximador; los carbones, una vez regulados, quedan constantemente á la distancia que se desea, y la luz no sufre

en su intensidad otras variaciones más que aquellas que han sido causadas por la falta de homogeneidad de la materia de los carbones.

B (fig. 61) es el vástago que lleva el carbon positivo c , y termina por abajo con una cremallera C desliziéndose con rozamiento suave por el tubo H. Cuando baja, y con él el carbon positivo, la cremallera transmite el movimiento á una rueda G, en cuyo eje está sujeta una polea D. Esa polea que gira de derecha á izquierda, arrolla una cadena z que pasa por otra polea y , y va á terminar atada en i á la parte inferior de un vástago rectangular; éste al subir eleva la pieza K, que lleva el carbon negativo c' , de manera que éste sube á medida que el carbon positivo baja. Estando en contacto los dos carbones, entra la corriente por el alambre P, sube siguiendo la dirección H B hasta el carbon positivo, pasa al carbon negativo, va á la pieza K, se vuelve en el sentido de las flechas hasta el extremo d , que les cede al electro-íman E, de donde sale para ir al extremo x y volver á la pila por el alambre N. Tan á menudo como la corriente pasa al electro-íman, la armadura de hierro dulce A se levanta y produce la separación de los carbones en virtud del siguiente mecanismo. En la armadura se halla fijo un cuadro V S que oscila entorno de un eje horizontal V, y ligado á un vástago q articulado en n con otro cuadro $m n p$, móvil á su vez entorno de un eje m . La armadura A al levantarse hace balancear la palanca V S, el vástago q baja y determina la separación de los dos carbones. El vástago q ha hecho bajar al propio tiempo una pieza g que termina con una hoja horizontal t . Deteniéndose ésta entonces en los dientes de una rueda de dientes encorvados r , le hace parar y con él todas las ruedas dentadas de la cremallera C. A la sazón los carbones están fijos y permanecen en tal estado, mientras la corriente tenga bastante intensidad para tener levanta-

tada la armadura A. A medida que los carbones se gastan, aumenta su distancia, y se debilita la corriente, la armadura baja, la rueda r se destraba, los carbones marchan uno hácia otro, mas sin llegar al contacto, porque la corriente que se ha hecho más intensa vuelve á levantar la armadura y detiene los carbones. Ese aparato es rigurosamente automático, y se puede abandonar enteramente á sí solo.

El regulador electro-magnético, que constituye la parte más importante de la lámpara eléctrica, es un aparato de mucho costo y sujeto á frecuentes desarreglos. El sistema imaginado en 1876 por el ingeniero ruso *Jablochkoff*, en el que los carbones se mantienen por sí solos á la distancia apetecida y constante, es mucho más sencillo y al propio tiempo de grande eficacia. *Jablochkoff* dispone los carbones paralelamente uno al lado de otro, á una distancia conveniente, que depende de la intensidad del manantial eléctrico. Esos carbones están ambos anegados en una materia aislante, fusible y volátil, que tiene la apariencia de una bujía, de modo que sus extremos superiores libres son como dos mechas de bujías colocadas enfrente una de otra. Cuando se ponen en comunicación los carbones con la corriente eléctrica por sus extremos inferiores, se produce entre ellas el arco voltaico, y á medida que arden los carbones, la materia que los envuelve se derrite como el cuerpo graso de una bujía, se volatiliza y deja así al descubierto continuamente la misma longitud de los dos carbones necesaria al mantenimiento del arco luminoso.

Prosiguiendo *Jablochkoff* sus investigaciones sobre la producción de la luz eléctrica, demostró en 1877 que era posible dividir en varios focos de pequeña dimensión la enorme cantidad de luz suministrada por un solo manantial eléctrico. Al efecto se utilizan chispas producidas por una corriente de inducción que obra sobre cuerpos refractarios.

El alambre interior de una serie de bobinas de inducción se introduce en el circuito central de una máquina magneto eléctrica, y la chispa que resulta de la corriente inducida se dirige á una plancha de caolin colocada entre los dos extremos del alambre exterior de cada bobina. La corriente hace incandescente el caolin. Se hace pasar primero la corriente por un cebo más conductor, dispuesto en el borde de la placa de caolin. La porción de placa así calentada da una línea que forma un conductor muy resistente, y que al paso de una corriente de fuerte tensión se enciende hasta el rojo blanco despidiendo una hermosa luz. Cierta cantidad de caolin, muy débil por cierto (de 1 milímetro próximamente por hora), se consume en toda esa longitud. Así se obtiene entre los dos extremos del alambre de la bobina una magnífica banda luminosa, que puede alcanzar una longitud mucho mayor que la chispa de inducción ordinaria, y que da una luz muy suave y más fija que ninguna otra luz conocida, y cuya potencia depende del número de espiras y del diámetro de los alambres de las bobinas. Como puede colocarse gran número de bobinas en el circuito y cada bobina puede dividirse en varias secciones que alumbran por separado una banda de caolin de longitud conveniente, se llega así á la división completa de la luz eléctrica, y es posible de ese modo obtener con la mayor facilidad 50 focos luminosos de intensidad diferente. *Jablochkoff* empleó en sus experimentos bobinas de diversos tamaños; y la intensidad del foco correspondiente á cada una de ellas variaba con las dimensiones de la bobina. Las intensidades de los diferentes focos fueron escalonadas de manera que produjesen una serie graduada de bandas luminosas, de las cuales las más débiles daban un fulgor equivalente á uno de dos mecheros de gas, y las más fuertes una luz de quince mecheros. Usándose corrientes alternativas pueden suprimirse el