

carbón de estas verticalmente y á poca distancia una de otra, se llaman bujías, las cuales se desgastan por el extremo en que se produce la luz. Para los usos domésticos, se han ideado las lámparas de incandescencia, que nos son hoy tan familiares y que pueden funcionar con una débil corriente. La luz proviene de una fibra de carbón, ó una espiral de platino incandescente, dentro de un pequeño globo de vidrio, de donde se ha extraído el aire, para evitar que se queme el carbón: este es preferible al platino, por ser más refractario. Edison, Swan y otros fabrican con esmero estas lamparitas, en las que la mayor dificultad estriba en que el filamento de carbón debe tener el mismo grueso en toda su longitud. Los acumuladores, estudiados al comienzo como medio de asegurar la regularidad del gasto en los conductores eléctricos, no son, en último término, más que pilas que, al cargarse, producen una acción química inversa á la que determina la corriente de descarga. Proporcionan, por tanto, un medio de almacenar energía, parairla gastando á voluntad, y de transportar esta energía acumulada. Merced á ellos, se hizo posible otro género de aplicaciones no menos importantes que las antes conocidas: las referentes á servirse de la electricidad como medio de tracción, cuyo primer fruto fueron los tranvías eléctricos, en los que la transmisión de la fuerza se hace por hilos eléctricos, con rodadera ó trolley, como es costumbre llamarla.

Otra aplicación del mismo agente, pero de distinto orden que las anteriores, es el teléfono eléctrico, cuyos primeros intentos se deben á Reid y otros físicos, si bien perfeccionados de tal suerte por Graham Bell, que debe considerársele como el autor de esta maravilla. Se reduce el aparato, construido por este inventor en mil ochocientos setenta y siete, á un tubo de madera terminado en una boquilla, sirviéndole de fondo una delgada lámina de hierro próxima al polo de un imán. El extremo del aparato se halla rodeado por un alambre revestido de seda, yendo á parar sus cabos á unos tornillos, que se comunican por dos alambres con la línea media. Mediante esta ingeniosa y sencilla combinación, al hablar frente al teléfono transmisor, bastan los pequeñísimos movimientos hacia delante ó hacia atrás de su laminilla para dar nacimiento á corrientes inducidas, las cuales van por la línea y llegan al carrito del teléfono receptor, aumentando y disminuyendo alternativamente la fuerza atractiva de su barra imanada; obra esta, á su vez, sobre la placa correspondiente, puesta así en cadencia perfecta con la del primer aparato, cuyas vibraciones reproducen el sonido originario. De esta suerte, los sonidos de los instrumentos musicales, ó la voz humana, pueden ser transmitidos á grandes distancias, y aunque disminuye bastante la intensidad, se aprecian los tonos y hasta el metal de la voz de los interlocutores. Tras el teléfono, surgió la idea del micrófono, instrumento que sirve para ampliar sonidos débiles, y con el que se llega á percibir así las pisadas de los insectos como el galope de un caballo sobre el pavimento, y después el microteléfono de Ader, que es el llamado teléfono de uso corriente, en el cual está co-

rregido el defecto práctico del aparato de Bell, que consiste en la escasa intensidad de los sonidos transmitidos. En todos estos aparatos, la electricidad sirve para asegurar la semejanza de las vibraciones de dos placas de hierro dulce idénticas, siendo sencillísimo el principio físico en que se basan. En la práctica, sin embargo, la construcción de dichos aparatos en condiciones industriales ha necesitado la cooperación de físicos tan eminentes como Mascart, William, Thomson y Lippmann, para resolver arduos y delicados problemas.

Maxwell, entre mil ochocientos treinta y uno y mil ochocientos setenta y nueve, precisando las ideas de Faraday, presentó una teoría completa electro-magnética de la luz: demostró primeramente el papel preponderante del medio aislador en los fenómenos eléctricos, para considerar después los de la luz como idénticos á efectos de inducción que se sucedieran con suma rapidez y se propagaran según el mismo mecanismo en los diversos medios: una onda luminosa sería, pues, según esta teoría, una serie de corrientes alternativas que se produjeran en el medio dieléctrico y cambiaran de sentido con pasmosa rapidez. Hertz, por su parte, ha comprobado la existencia de rayos eléctricos que se reflejan y refractan al modo que los luminosos. En estos principios se funda la telegrafía sin hilos, que se ensaya actualmente, para transmitir la electricidad como se transmite la luz, por el éter imponderable, obteniendo una luz sin radiaciones calientes, por medio de vibraciones del mismo ritmo que las luminosas.

Oportunamente indicamos que la fotografía tuvo su principio en el daguerrotipo, pues ambos consisten en fijar la imagen producida en una cámara oscura; sólo que la primera estriba en la acción directa que ejerce la luz sobre diferentes substancias, principalmente descomponiendo las sales de plata. Una lámina de vidrio, cubierta con una de estas sales, recibe la imagen en la máquina fotográfica, operándose la reducción del metal de un modo tanto más completo cuanto mayor sea la proporción de luz recibida en cada punto, de modo que aparecen claros los negros de la imagen y viceversa. Luego, hay que fijar esta imagen en el cristal, y para ello se lava éste con hipofosfito de sosa, que disuelve la sal no alterada, dejando allí transparente el vidrio y obscuras las partes donde se redujo la plata insoluble. Así se obtiene una prueba negativa, que sirve como de molde para reproducir con ella cuantas positivas se quiera, poniendo debajo papel impresionable cubierto del mismo yoduro, el cual recibe la luz por los sitios claros y no por aquellos en que quedó la plata, resultando una nueva inversión de tintas, que es ya la que corresponde á la realidad. Esta imagen positiva, obtenida en el papel, se fija, como antes, por medio de lavados en un baño de hiposulfito. Tal es, á grandes rasgos, la invención de Talbot, esto es, la fotografía sobre papel, arte que, nacido ayer, se ha convertido en uno de los más maravillosos y fecundos que el hombre ha inventado, merced á los rápidos perfeccionamientos que ha recibido en un período de pocos años

BIBLIOTECA
 D. A. N. L.
 CAPITULA ALFONSO
 1887

por parte de físicos, de químicos y de artistas. En efecto, no tardaron las placas de vidrio cubiertas de yoduro de plata, ó sea el llamado procedimiento del colodión, en ser substituidas por las gelatino-bromuradas, que ofrece el comercio, simplificando con ello las operaciones, que hoy puede efectuar un aficionado cualquiera, obteniendo resultados más rápidos y mayor perfección en las imágenes que por el primitivo procedimiento. Con el fin de evitar que las fotografías se borren y pierdan brillo con el tiempo, se ha ideado el procedimiento al carbón, en el que la misma tinta de China ó colores fijos ordinarios son los que pintan la prueba. Hoy la fotografía realiza verdaderas maravillas: agranda los pequeños retratos por medio de las ampliaciones, ó, por el contrario, realiza reducciones, como la de los tipos de imprenta en lecturas microscópicas, para llevar una biblioteca en el bolsillo; da pruebas instantáneas, que permiten obtener la imagen de un caballo á la carrera ó de un pájaro al vuelo, pudiéndose así retratar á los niños más inquietos; permite, en fin, transformar la fotografía en grabado y reproducir económicamente por la imprenta toda clase de retratos y dibujos, sin más artista que la luz trabajando en silencio con admirable perfección.

Imposible enumerar todas las aplicaciones de que es susceptible la fotografía ya en nuestro tiempo. Por lo que hace á las puramente científicas, mencionaremos la de reproducir fielmente los seres, la estructura de los minerales y de órganos vegetales y animales, para su estudio y colección, las meteorológicas y astronómicas, pudiéndose recoger las imágenes del fugaz relámpago, conservar las sucesivas variaciones de las manchas solares, desde su iniciación hasta que desaparecen, así como los fenómenos de los eclipses, habiéndose llegado, lo que parece inverosímil, á descubrir nuevos astros. Valiéndose de fotografías, es dado exponer en una pantalla, ante un público, por medio de los aparatos de proyección, que son linternas mágicas perfeccionadas y en las que el medio de iluminación consiste en la luz oxidrica ó la eléctrica, vistas, preparaciones ó fenómenos difíciles de observar individualmente, como las desviaciones de la aguja del galvanómetro en ciertas experiencias: medio de que supo sacar gran partido el famoso Tyndall en sus conferencias clásicas de propaganda. Mas la aplicación que ha sorprendido cual ninguna en estos últimos años, entre las de que es susceptible la fotografía, es la del cinematógrafo, ó sea las fotografías animadas, que se funda en hacer pasar rápidamente ante la vista del observador una serie de instantáneas de un suceso cualquiera de la realidad. Se funda la ilusión obtenida por este aparato en que las impresiones producidas sobre la retina persisten algún tiempo después que el objeto luminoso ha cesado de obrar, y si imágenes luminosas muy poco duraderas se suceden con rapidez, acaban por confundirse en forma de una impresión continua. Sabido es que un carbón encendido agitado con viveza nos produce el efecto de una cinta ó un círculo de fuego. Sólo le falta á la fotografía resolver el problema de reproducir los objetos con sus colores propios, lo

cual parece imposible, al menos de un modo directo. Ultimamente se ha hecho una tentativa por el profesor Lippmann, de la Facultad de Ciencias de París, que permite esperar el éxito deseado buscando caminos indirectos, y así este físico, sirviéndose de un procedimiento análogo al del daguerrotipo, en cuya descripción no nos parece oportuno entrar aquí, ha conseguido fijar los colores del espectro solar sobre placas de vidrio ordinario vistas por reflexión.

Otro de los más señalados triunfos de la ciencia en la segunda mitad del siglo décimonoeno, consiste en el análisis espectral. Es sabido que los espectros producidos por diferentes focos luminosos pueden ser de tres clases: continuos, de rayas brillantes y de rayas oscuras. Los primeros se deben á sólidos incandescentes, como el del magnesio. Los de rayas brillantes provienen de vapores metálicos y de otros cuerpos en incandescencia, como el sodio y sus compuestos, que producen un espectro caracterizado por una llama amarilla. Por último, los de rayas oscuras son originados por la luz procedente de sólidos incandescentes, ó de líquidos y gases muy comprimidos, al atravesar una atmósfera gaseosa cualquiera, como sucede con el espectro solar. Dos profesores de Heidelberg, el uno físico, Kirchhoff, y químico el otro, Bunsen, crearon, aplicando y desarrollando estos principios, el fecundo análisis espectral. Sus trabajos, continuados desde mil ochocientos veinticuatro á mil ochocientos ochenta y siete, les permitieron afirmar que las rayas oscuras son debidas á la influencia de vapores que existen en la atmósfera solar, los cuales absorben ciertas radiaciones emitidas por la masa líquida incandescente del astro. Cuando el vapor de una substancia determinada actúa como fuente de luz, por ejemplo, al mezclarle en una llama, se produce una llama brillante característica, la cual coincide con la raya oscura que origina el mismo vapor en frío. La consecuencia de esta afirmación es trascendentalísima; porque si la atmósfera solar, por ejemplo, nos ofrece vapores de cuerpos que den el espectro y las rayas de los conocidos en la superficie de nuestro globo, se puede inferir la identidad de unos y otros y la unidad de composición, por consiguiente, del mundo solar, y después, por el estudio de las estrellas, la del universo entero. El análisis espectral es, además, para el químico una vía importante de investigación, que le permite descubrir la existencia de los metales cuyas rayas características se conocen, aunque se hallen en el ensayo en cantidades tan mínimas que los reactivos más sensibles no puedan acusar su presencia. Es más, por este medio se ha revelado la existencia de nuevos cuerpos simples, fundándose en la aparición de espectros distintos de los correspondientes á cuerpos conocidos, y así Bunsen descubrió en mil ochocientos sesenta y uno el cerio y el rubidio, con gran admiración de los químicos. No pocos se apasionaron desde entonces por el estudio del espectro, multiplicándose de un modo increíble los trabajos hasta constituir una verdadera especialidad.

Verdaderamente trascendentales también han sido los trabajos memorables de Stokes



y Ed. Becquerol sobre las obscuras cuestiones de la fluorescencia y la fosforescencia, y los de Fizeau y de Foucault sobre la medida directa de la velocidad de la luz, estudiada comparativamente en el aire y en el agua, de donde resultó que era más considerable en el primero, resolviendo definitivamente las objeciones que hacían todavía algunos á la teoría ondulatoria. De todos los trabajos de Foucault, que fueron numerosos y versaron sobre asuntos diversos de Física y de Mecánica, ninguno le ha dado tanto nombre como el de la demostración directa de la rotación de la tierra, realizada por medio del péndulo. El principio fundamental de tan famoso experimento es la tendencia del péndulo á mantenerse invariablemente en su plano de oscilación: si nuestro globo subsistiera inmóvil, siempre apuntaría hacia la misma horizontal un estilo puesto en la lenteja; la desviación perceptible de dicha recta, una vez que se ha demostrado la invariabilidad del plano vertical que el péndulo describe, permite á cualquiera apreciar con sus propios ojos la rotación terrestre. Hizo Foucault la experiencia primero en una cueva, y luego la repitió en el Panteón de París, por medio de un gran péndulo de construcción especial, en que se vió perfectamente el deslizamiento de un estilete siguiendo el movimiento diurno.

Son tan numerosas las investigaciones de los físicos en los últimos años del pasado siglo que, á nuestro pesar, debemos limitarnos á enumerar sucintamente algunas de las más importantes. Figuran entre ellas la liquefacción de los gases, realizada al fin, después de tantos intentos estériles, por Amagat, Cailletet, Pictet y Dewar, comprobando las fundadas presunciones de Andrews sobre las condiciones en que sería posible resolver el problema, y multitud de trabajos encaminados á buscar relaciones entre la luz y la electricidad, y que permiten vislumbrar consecuencias de una importancia incomparable para la filosofía natural, poniendo en crisis las hipótesis reinantes sobre el éter. A ello ha contribuído, sobre todo, un reciente descubrimiento que ha emocionado al mundo sabio y que inmediatamente se ha prestado á valiosas aplicaciones: nos referimos á los rayos Röntgen, llamados también X.

Para hacer comprensible á las personas no dedicadas á estos estudios la importancia y significación de este descubrimiento, conviene recordar que el sabio físico inglés Crookes había demostrado que, cuando se hacen pasar descargas eléctricas por un tubo cerrado que contenga un gas en estado de gran enrarecimiento, se verifica una radiación especial invisible, pero capaz de iluminar ciertas placas fosforescentes y de impresionar las fotográficas. Explicaba el mencionado sabio estos fenómenos suponiendo que la materia que llenaba el tubo se hallaba en un estado particular, en que las moléculas gozaban de extraordinaria facilidad para moverse, un estado especial de la materia, que designó con el calificativo de *radiante*. Estos rayos pueden salir fuera de los tubos en que se producen, y cuando vienen á chocar contra un cuerpo que les ofrece resistencia,

se transforman, propagándose en línea recta, sin experimentar modificación alguna de dirección ni de velocidad, y atraviesan diversas materias opacas para los rayos luminosos ordinarios, conservando sus propiedades fotográficas. Esta acción de dichos rayos sobre los cuerpos opacos constituye el descubrimiento del profesor Röntgen, descubrimiento que ha sido rápidamente vulgarizado por sus conocidas aplicaciones médicas y hasta fiscales.

La gran síntesis basada en el conocimiento de los hechos físicos de la teoría mecánica del calor, se ha extendido después á todas las manifestaciones del movimiento y de la energía, adquiriendo desde los trabajos de Clausius, en mil ochocientos sesenta y cinco, una importancia que trascendió al mismo campo de la Filosofía. Se trató entonces hasta de la energía del Universo y del resultado de su extinción final, afirmando W. Thomson que «el conjunto de los fenómenos naturales lleva al Universo hacia un estado limite, en que ya no habrá cambios ni modificaciones de ninguna clase, reinarán en absoluto la inercia y la muerte, y habrá llegado el fin del mundo.» Clausius ideó el concepto ó noción de una nueva cantidad que representara la energía y que denominó *eutropia*, referida primero al calor y generalizada después á todas las manifestaciones del movimiento, admitiendo que aumenta sin cesar, como resultado de todas las modificaciones que se producen en la Naturaleza, y que no hay ninguna fuerza natural que pueda disminuirla. El estado limite á que se refería Thomson, se alcanzaría cuando la *eutropia* del Universo hubiese llegado á su *máximum* posible; de donde se infiere que un sistema de cuerpos, absolutamente aislados en el espacio, permanecería en equilibrio térmico si ninguno de los cambios que pudieran producirse en él hicieran aumentar su *eutropia*. En resolución, Clausius llegó más tarde á las conclusiones de que la energía del Universo es constante y que su *eutropia* tiende al *máximum*.

La idea de la *eutropia* ha hecho tal camino en la ciencia que, sin ella, no es posible determinar los caracteres que son comunes á los fenómenos del calor y del movimiento, ni es dado, por consiguiente, precisar ni hacer comprender bien los principios del tratado que se ocupa en la investigación de la energía. En cambio, admitiendo la *eutropia*, no sólo desde el punto de vista teórico, sino en la práctica de la enseñanza, se exponen con orden y sencillez los principios de la termodinámica y se facilita sobremanera á los sabios, físicos y químicos, el uso y desarrollo de los principios de Sadi Carnot, de los cuales viene á ser la *eutropia*, en el fondo, la expresión más acabada y perfecta, sin necesidad de recurrir á ninguna hipótesis.

Si la Física ha tenido eminentes cultivadores y ha realizado considerables progresos en el período que examinamos, la Química no se ha quedado rezagada tampoco en el movimiento científico, por más que no haya producido aplicaciones tan brillantes como aquélla. En el dominio de la teoría, fué transcendental la obra de Wurtz, que vivió de

BIBLIOTECA
 CAPITULA ALFONSIANA
 U. A. N. L.