

ALMANAQUE CIENTÍFICO.

REVISTA CIENTÍFICA.

Admirando las obras de Dios es como mejor se le comprende: admirando las conquistas del hombre se llega al mismo fin.

La criatura inspira adoración al Creador. La revolución de que hablo, que no es otra cosa que la ciencia, no cambia de situación todos los días, como la política, pero tiene, sin embargo, períodos de transformación, épocas en las que se detiene, épocas en las que se avanza.

En nuestros días es indudable que la ciencia progresa, gracias al deseo de saber que se ha despertado en la humanidad.

Hoy, lo mismo el hombre de mundo que el hombre estudioso, dedican su atención con mucho gusto á adquirir las nociones de la ciencia en general.

La ciencia contribuye á la decadencia ó engrandecimiento de los pueblos; volved los ojos en torno vuestro y ved qué naciones son las que se empequeñecen y cuáles las que se elevan.

Las que trabajan, las que estudian, se hallan en el segundo caso.

Las que se abandonan, en el primero.

El desarrollo de la industria y de la ciencia da la medida del grado de civilización de un pueblo.

Cada paso de civilización moderna ha sido marcado por un descubrimiento científico.

Si nuestra época puede pasar como una época excepcional; si en ella hay exuberancia de fuerzas y actividad, lo debemos á los gérmenes diseminados desde hace muchos siglos, cuya

ebullición, preparada lentamente, produce en nuestros días el desarrollo simultáneo de las innumerables maravillas que constituyen las mejores conquistas de la humanidad.

El siglo XIX debe su fecundidad, su grandeza, al prodigioso desarrollo de las transacciones y las relaciones internacionales.

Ahora bien: ¿quién ha engendrado este movimiento hasta ahora sin ejemplo? ¿No ha sido el progreso industrial fundado en los triunfos de la ciencia?

El verdadero resultado de los tiempos modernos es triple y le constituyen el vapor, los caminos de hierro y la telegrafía eléctrica.

Las grandes aplicaciones de la física han regenerado el mundo y construido sobre las ruinas de la antigua sociedad una sociedad completamente nueva.

No exageramos. La política misma, á quien sus apóstoles consideran como la dueña absoluta del destino de los pueblos; la política, repetimos, no es ni más ni menos que un humilde vasallo de la ciencia.

La ciencia la dirige, la da el impulso que ha de seguir.

La ciencia manda.

La política obedece.

Todas las situaciones de la vida, todas las tendencias sociales recibiendo ella el movimiento, la existencia.

Si fuera necesario afirmar con ejemplos recientes la verdad de nuestros asertos, nos bastaría con recordar que el cañon rayado en Solferino y el fusil de aguja en Sadowa han reformado en breve tiempo el mapa de Europa.

La política ha obedecido á la influencia del acero y del fulminato.

Pero ¿qué significa este límite á sus derechos en comparación de la revolución constante y progresiva que la han impuesto los demás conocimientos modernos?

La economía social ha sido removida de cuajo y reconstituida y vivificada por las invenciones de Watt, de Stephenson, de Voltaire, de Faraday, de Arago y de otros muchos.

Recordad los siglos que nos han precedido.

Al lado de la gran revolución francesa se preparaba en medio de las tinieblas la revolución industrial.

Nació la máquina de vapor; el mismo vapor se aplicaba á las embarcaciones; el telégrafo, todavía en la sombra, se daba á conocer por intervalos.

Las meditaciones de muchos centenares de generaciones comenzaban á dar sus frutos.

La hora de la conquista iba á sonar. ¿Puede darse algo más curioso que ese impulso, ese torrente, que en menos de medio siglo ha desgarrado el velo que nos ocultaba el porvenir, cubriendo el mundo de riquezas, de fuerzas vivas y de bienestar?

En 1800 no había en París más que una máquina de vapor.

En 1806 había dos.

En 1816 se formó la primera compañía de vapores.

En 1827 se construyó el primer ferrocarril de la Francia, y diez años más tarde, en 1837, funcionó en el mismo país la telegrafía eléctrica.

1806, 1816, 1827, 1837, fechas que pertenecen á nuestro siglo, timbres gloriosos de la revolución industrial!

¿Cuántos centenares de años han sido necesarios para preparar este movimiento?

Pero desde que se produjo todo marcha con una rapidez asombrosa.

Hoy se construyen en Europa por millares las máquinas de vapor para los centros manufactureros.

Solo en Francia hay más de 20.000 kilómetros de líneas férreas.

La telegrafía eléctrica presta servicios á todas las clases de la sociedad.

¿No se hubiera considerado en los pasados siglos como un producto de la magia el poder transmitir el pensamiento por conducto de un simple alambre?

Hoy se envían con la mayor natura-

lidad del mundo órdenes desde París á Nueva-York, desde Madrid á la Habana á través de las profundidades del Océano.

Y sin embargo, ¿qué ingratos somos! Nos hemos acostumbrado á tantas maravillas, y hoy desde la altura donde la ciencia nos ha elevado apenas nos detenemos á contemplar los abismos que hay á nuestros pies, las tinieblas de los pasados siglos.

Las máquinas de vapor nos han permitido reemplazar el trabajo manual por el trabajo mecánico.

El hombre manda y la materia obedece.

La potencia de nuestra producción se ha aumentado en proporciones considerables.

Aplicamos á la industria motores de doscientos caballos que representan la fuerza de mil cuatrocientos hombres, y estos motores trabajan día y noche, si es preciso, sin trégua, sin descanso, con una puntualidad y una regularidad admirables.

Los vapores exigen hasta tres mil y cuatro mil caballos de fuerza.

Fácilmente se comprende por esto la potencia mecánica que se necesita para avanzar á través de las olas, para dirigirlos á derecha é izquierda y volar á través del Océano.

¿Cómo se hubiera podido conseguir esto sin esos grandes monstruos de hierro y de bronce encerrados en el fondo de sus embarcaciones?

Un ejército de diez mil hombres sería impotente ante el trabajo que la máquina realiza sin descansar un solo instante durante semanas enteras.

Los paquebots trasatlánticos de la Francia recorren en el día trece cordadas, ó sea veinticuatro kilómetros por hora, rapidez que se asemeja á la de los trenes omnibus.

Los caminos de hierro han permitido quintuplicar la fuerza de tracción centuplicando al mismo tiempo la rapidez de la marcha, facilitando de esta manera las transacciones comerciales.

La telegrafía nos presta diariamente servicios excepcionales. Aunque hasta ahora su uso es limitado, está llamado á generalizarse más.

Por lo demás, cuando se ha sondeado la distancia tan grande que separa el presente del porvenir, no es posible

dudar; es necesario tener completa fé en el porvenir.

¿Quién sabe si algun nuevo descubrimiento nos permitirá sustituir por otros medios los hilos conductores que limitan la rapidez de las trasmisiones?

¿Por qué no se ha de poder transmitir un gran número de telégramas á un tiempo, del mismo modo que las cartas?

¿Quién sabe si los ferro-carriles actuales serán los mismos que se emplearán en el siglo venidero?

Ya un ingeniero civil, Mr. Giraud, ha establecido en la Fonchere, cerca de Paris, un nuevo camino de hierro basado en un principio cuya aplicacion está llamada á producir una rapidez inusitada.

Mr. Giraud ha suprimido las ruedas, que absorben fuerza á la marcha, y las ha reemplazado por patines, que resbalan sobre una insignificante capa de agua, sin producir ni movimiento ni ruido.

Con este sistema, sin duda, basta para empujar al tren.

La interposicion de una capa de agua bajo presion de un órgano que frota y otro que recibe el frote, es un principio nuevo y fecundo que constituye uno de los últimos triunfos de la mecánica.

Hay grandes máquinas, como los laminadores, que tienen ejes de rotacion tan pesados, que absorben por sí solos la fuerza de cien caballos.

La interposicion del agua limita esta absorcion á dos caballos, ó lo que es lo mismo, ahorra un 98 por 100.

No debemos creer que nuestro siglo lo ha recibido todo de los anteriores, y que no ha hecho más que aprovecharse de la herencia que le han legado los que le han precedido.

Nosotros hemos ensanchado el horizonte, y los que vengan detrás de nosotros están llamados á conseguir mayores beneficios.

Los que han demostrado la equivalencia que hay entre la fuerza y el calor han revelado una de las más grandes ideas de la naturaleza.

Se habia creído que una máquina de vapor necesitaba la combustion de 100 kilogramos de hulla para servir eficazmente, y se ha visto que condensando el vapor la economía que ha resultado ha sido inmensa.

Se ha hablado mucho de las máquinas de aire caliente y de los motores de gas.

La teoría de la equivalencia mecánica demuestra que habia ventaja económica en sustituir el aire caliente con vapor que pudiese servir de aire caliente á una temperatura elevada.

Desgraciadamente el aire en estas condiciones oxida y quema los aparatos magnéticos, destruyendo por lo tanto las máquinas.

El motor de aire ha sido reemplazado con ventaja por la máquina Lenoir, en la que una explosion de gas es, por decirlo así, el punto de partida del movimiento.

Tambien han llamado la atencion pública los motores eléctricos.

No es posible contemplar sin asombro estas grandes máquinas.

Sin órganos accesorios, sin siquiera una pila eléctrica, hacen que el motor trabaje por sí solo.

Las máquinas, segun algunos, representan el porvenir.

Desgraciadamente no es así.

Tal vez algun dia pueda ser barata la fabricacion por medio de la electricidad; pero hoy, en donde el público no ve más que una máquina que trabaja sin hacer gasto alguno, al parecer, hay una boca que se alimenta de zinc, como la máquina de vapor se alimenta de hulla.

El motor eléctrico exige 45 francos por lo que sus máquinas de vapor no pueden más que 1,30.

La electricidad ha producido tambien otro fenómeno á más del de la telegrafía.

Con la plata y el bronce ha creado esa multitud de industrias que tienen por punto de partida la galvanoplastia.

En los caminos de hierro anima el freno Achard, que contiene en un minuto los trenes á toda su velocidad en tres metros, cuando por los procedimientos ordinarios solo es posible pararlos en un espacio de 800 á 1.200.

En el fondo de las minas nos ilustra acerca de la acumulacion de gases inflamables, y proporciona los medios de evitar esos espantosos desastres que de cuando en cuando llenan de dolor á todo un distrito minero.

Produce además ese espléndido alumbrado, casi comparable á la luz solar,

que sirve de luz á los faros. No hay que olvidar que la causa de todas estas maravillosas aplicaciones no fué otra que la de haber frotado un pedazo de ámbar el filósofo Thales.

Entre la cera electrizada ó el ámbar y la telegrafía median algunos centenares de años. Y hay, sin embargo, quien cree que no avanzamos. Los que así piensan, ¿saben lo que es andar?

Nada diremos de esta multitud de útiles, instrumentos mecánicos, que la necesidad de aumentar la produccion barata ha hecho crear á los industriales.

Desde las prensas tipográficas, que pueden imprimir diez mil ejemplares por hora, hasta las máquinas de coser, ¡cuántos motivos de admiracion entre el observador y sus concepciones de la industria moderna!

Los útiles mecánicos nos han hecho ganar más de un siglo en el camino de la civilizacion.

Hablemos ahora de la maravillosa riqueza del carbon de piedra.

Aun no hace un siglo, aunque lo hará pronto, que se averiguó en Francia que el carbon de piedra podria ser útil á los usos domésticos.

Fué en el año de 1769.

La leña costaba muy cara en Paris y no faltó quien pidiera á los mineros ingleses algunas toneladas de hulla para calentarse.

De este modo se aclimató esa piedra negra, de la que nadie queria oír hablar, so pretexto de que era sucia y de que el humo que producía no era sano.

¡Lo que son las cosas!

Ese mineral tan negro y tan repugnante debia ser con el tiempo el pan de la industria.

Mr. Lebou concibió en 1789 el pensamiento de fabricar por medio de la destilacion de la hulla la luz del gas.

Dos ingleses, Murdoch y Vindsor, recogieron la idea de Lebou, y en 1810 se estableció la primera caldera de gas en Londres.

En Francia no se aprovechó la invencion francesa hasta el año 1818.

El carbon de piedra, tan despreciado, se vengó de nosotros con la generosidad.

Nos dió luz y combustible para calentarnos.

No conozco yo muchos hombres que

despues de haber sido tan desdeñados consintieran en prestar tantos servicios.

Pero aun quiso ser más benéfico el carbon de piedra.

En 1823, Faraday logró aislar de los productos concentrados del gas un carburo de hidrógeno.

De este carburo nació la barcina.

La barcina, empleada para limpiar las telas, es conocida en todo el mundo, pero no se sabe á dónde este producto tan modesto ha conducido á los químicos.

Uno sacó de ella un cuerpo sin utilidad inmediata, la anilina.

Otro, en 1856, se propuso sacar de la anilina la quinina, y en vez de obtener una sustancia médica, produjo ese color de violeta tan bellissimo que desde hace pocos años es uno de los colores favoritos del bello sexo.

Poco á poco, el carbon, que solo se tocaba con el pié, fué trasformándose, y produjo los más ricos colores de que hoy se sirve la industria; el violeta, el solferino, el magenta, el rosa, el amarillo, etc., etc.

¿Quién hubiera creído que estos tintes tan brillantes podrian salir de una materia tan negra y tan sucia?

La química ha enriquecido considerablemente nuestra época.

Se la deben los mayores progresos.

Nacida al fin del siglo anterior, ha avanzado con paso seguro, convirtiéndose en su marcha lo que nada valia en asombrosa riqueza.

Hemos visto cómo se transforma el carbon de piedra.

Solo hablaremos de pasada del descubrimiento que ha obligado á la luz á reproducir sobre una plancha un retrato.

El daguerreotipo data del año de 1840.

A este método, caro y defectuoso, ha sucedido la fotografia.

Al principio se obtenia una sola plancha.

Ahora, con un cliché, se sacan las pruebas que se quiere.

Las fotografías producidas con las sales de plata se borran, y se las reemplazó por el carbon, es decir, por una sustancia indeleble.

La luz dibuja.

No es esto todo lo que hace.

Tambien graba, puesto que se pueden transformar los clichés en grabados.

Bien puede ser que con el tiempo pinte.

Por el pronto ya ha habido quien ha llegado á reproducir los objetos con sus colores naturales. Desgraciadamente los colores pierden su brillo á la luz, y al cabo de algunas horas desaparecen.

La química ha conseguido producir el frio por medio del calor.

Se obtiene nieve del fuego, y es curioso saber que se necesitan tres kilogramos de hulla para producir uno de nieve.

El frio es hasta ahora tres veces más costoso que el calor.

En este cuadro rápido que vamos trazando debemos mencionar un descubrimiento, que por teórico que sea pertenece á nuestra época y contribuye á nuestra gloria científica.

Aludimos al análisis espectral.

Hace poco hemos dicho que la luz dibujaba, grababa y coloreaba.

Héla ahora convertida en química.

La partícula más ínfima de una sustancia no se le escapa.

Puede revelar la sustancia de un grano de sal procedente del Océano en su atmósfera de Paris.

Tres moléculas existian en la naturaleza al lado de sustancias desconocidas.

Los químicos más hábiles no podian descubrir las.

La luz las ha arrancado de su retiro, y nos ha demostrado su presencia en el agua y en algunas rocas.

Cada sustancia tiene su luz, como cada nota musical tiene sus cualidades propias.

Por medio del análisis espectral se puede reconocer un cuerpo del mismo modo que un músico distingue el valor de un sonido en una orquesta.

La ciencia ha ensanchado el dominio del hombre hasta tal punto, que le ha dado la posibilidad de estar en correspondencia con el espacio.

Ignorábase lo que era el sol.

No faltaba quien sostuviera que estaba habitado.

No teniamos seguridad de lo que era la luna.

El análisis espectral ha disipado los errores y nos ha dado noticias cuya se-

guridad se acerca mucho á la exactitud.

No concluiríamos nunca si hablásemos de los progresos realizados en la metalurgia.

La producción del acero en grande cantidad, la fabricación de los rails, de los cañones, del aluminio, de las armas blancas, de las de fuego, de la revolución que ha producido en el arte naval, de los navíos acorazados, de las corazas de los navíos.

Todo marcha, todo progresa.

A esto hay que añadir la explotación de las minas por medio de máquinas neumáticas, la perforación de los pozos, las construcciones del mar.

Mirándolo bien, estamos en el siglo de las maravillas.

Hasta la medicina avanza, y los médicos del día, auxiliados por la física, la química y la fisiología experimental, han descubierto la cloroformización, la regeneración de los huesos por medio del perioste, etc., etc.

Difícil es que pueda oponerse un ejemplo al de nuestra época bajo el punto de vista del desarrollo de la riqueza pública.

Tranquilícense los que solo ven claro en el pasado.

La ciencia avanza, y si los que viven dominados por las agitadas pasiones políticas no la ven marchar, cuando al sentirse fatigados descansen y dirijan en torno suyo una mirada, harán justicia á la ciencia, que será el mejor timbre de gloria del siglo XIX.

DANIEL GARCÍA.

LOS RAYOS VISIBLES É INVISIBLES.

Colocado el hombre en el centro de acción de las múltiples fuerzas de la naturaleza, no es otra cosa en último resultado, y permítasenos la comparación, que un arpa cuyas cuerdas solo pueden vibrar á impulso de ciertos y determinados movimientos ondulatorios. Otros mil movimientos de distinta naturaleza tienen además lugar en torno nuestro, y si su acción en manera alguna nos impresiona, es porque constituyen un orden distinto del que comprende las vibraciones de nuestro sis-

tema nervioso. Así, pues, podemos muy bien decir que vivimos en el seno de un mundo invisible, cuyos fenómenos están íntimamente ligados con los del mundo visible, y cuya existencia no podía demostrarse más que por medio de los extraordinarios progresos últimamente realizados en el estudio de las fuerzas físicas del universo.

En opinión del ilustre John Tyndall, uno de los primeros físicos contemporáneos, entre el alma del hombre y el mundo exterior se hallan interpuestos los nervios del cuerpo humano, que traducen, si así puede decirse, ó por lo ménos contribuyen á que el hombre traduzca las sensaciones de ese mundo exterior en hechos que le impresionen.

Todos los nervios del cuerpo humano tienen su misión especial, ó por mejor decir, son aptos para recibir impresiones distintas. Por esto en el conjunto de las acciones físicas cada nervio ó grupo de nervios transmite aquellas para que está especialmente organizado.

El nervio óptico, por ejemplo, al desarrollarse para formar la retina del ojo, que no es otra cosa que un tejido de filamentos nerviosos en donde se reflejan las imágenes de los objetos exteriores. El nervio óptico, repetimos, tiene su organismo limitado á la percepción de los fenómenos de la radiación, y es por lo tanto insensible á los de distinta naturaleza.

Pero hay más: el nervio óptico no es sensible á todos los fenómenos de la radiación, pues si bien es cierto que la mayor parte le impresionan, algunos rayos son impotentes para poner en juego su actividad, aun cuando lleguen á él, y otros ni siquiera le encuentran, por efecto de la absorción que sobre ellos ejercen los humores del ojo. Estos rayos, incapaces, por decirlo así, de producir la visión, lleguen ó no á la retina, reciben el nombre de *rayos invisibles* ó oscuros.

Averiguar su verdadera naturaleza y dar á conocer sus efectos es el estudio que hoy ofrecemos á nuestros lectores.

Todos los cuerpos opacos emiten esta especie de rayos, lo mismo que los cuerpos no absolutamente frios los emiten de calor. Pero para que esto se verifique, es decir, para que el rayo de calor pueda impresionar el nervio ópti-

co, es necesario que exista una determinada temperatura; una barra de hierro puesta á la acción del fuego permanece durante algun tiempo oscura, y no se hace luminosa hasta que la temperatura adquiera la intensidad que tiene la de los carbones encendidos que la rodean. De la misma manera si se hace pasar una corriente eléctrica, cuya intensidad vaya gradualmente en aumento, á través de un alambre de platino, este, al calentarse, permanece oscuro, en los primeros momentos, hasta que la temperatura adquiere cierto grado que determina la formación de una débil luz roja, luz que á medida que aumenta la intensidad de la corriente es más brillante, hasta que el metal se recubre de una blancura deslumbradora, comparable tan solo á la luz del sol.

En el experimento que acabamos de indicar hemos empezado por calentar gradualmente el alambre de platino, el cual, desde un principio, y antes que la corriente eléctrica actuase sobre él, emitía ya rayos invisibles. Al pasar la corriente, y aun momentos despues que la temperatura del alambre era insostenible, su radiación ha permanecido completamente invisible. Este fenómeno da margen á un problema de suma importancia, cual es el de averiguar el cambio que experimentan los rayos invisibles hasta el momento en que la aparición de los rayos visibles empieza á tener lugar.

Despues demostraremos que los invisibles permanecen en la radiación; que todo rayo, despues de manifestarse, continúa radiando cuando la temperatura aumenta, y que, por consiguiente, la emisión del alambre de platino, aun despues de llegar al máximo de su brillo, no es en realidad más que una mezcla de rayos visibles é invisibles.

En el primer año de este siglo la revista titulada *Transacciones filosóficas* publicó el descubrimiento de los rayos invisibles del sol, por el gran observador William Herschel. Colocando termómetros á través de los diferentes colores del aspecto solar, determinó su potencia calorífica, y notó que esta potencia, lejos de terminar en la extremidad roja del espectro, llegaba al máximo á cierta distancia de él.

La experiencia ha demostrado que, además de los rayos luminosos, el sol

produce otros menos refrangibles, pero impotentes para formular la vision.

Trazando una línea para representar la longitud del espectro (fig. 1.^a), y elevando á los diferentes puntos de esta lí-

nea otras perpendiculares para representar la intensidad calorífica de cada uno de estos puntos, y uniendo los extremos superiores de estas perpendiculares, sir William Herschel ha obteni-

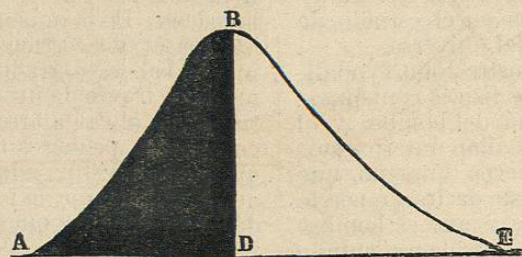


Fig. 1.^a

do la curva que representa la figura primera. Ella da á conocer la distribución del calor en el espectro solar con arreglo á las observaciones hechas por este sábio. El espacio *a, b, d*, representa la radiación invisible, y el espacio *b, d, e*, la radiación visible del sol.

Con un aparato más perfecto, el profesor Muller, de Friburgo, ha examinado la distribución del calor en el espectro, y el resultado de sus observaciones se halla reproducido gráficamente en la figura segunda. En ella el espacio *a, b, c, d*, (fig. 2.^a) representa la ra-

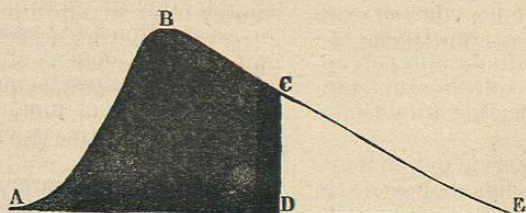


Fig. 2.^a

diación invisible, y el espacio *c, d, e*, la radiación visible.

Relativamente á los orígenes terrestres del calor, puede establecerse que todos los orígenes de esta especie estudiados hasta el dia emiten rayos oscuros.

Melloni ha descubierto que la llama de un quinqué de aceite produce treinta rayos oscuros por ciento; el platino incandescente noventa y ocho, y la llama del alcohol noventa y nueve. Respecto de los cuerpos sólidos, puede decirse en general que al pasar del estado de oscuridad al de incandescencia, los rayos invisibles producidos desde su origen continúan con aumento de

potencia hasta que el cuerpo se hace incandescente.

Después de muchos años de investigaciones, sir Tyndall se ha dedicado á un estudio especial sobre la determinación de los rayos invisibles.

Partiendo de sus investigaciones, vamos á comparar entre sí la radiación luminosa y la radiación no luminosa de la luz eléctrica, y á delinear su energía relativa indicando un procedimiento empleado para separar los rayos luminosos de los no luminosos, y tomando acta de los experimentos hechos para poner en evidencia la potencia calorífica de los rayos invisibles y las trasformaciones de que son obje-

to. Examinaremos desde luego la pila termo-eléctrica que se ha empleado para este delicado experimento.

En primer lugar veamos el espectro (fig. 3.^a). Se forma dirigiendo un

hilo de pura luz blanca que parte de la hendidura ó á través del prisma *a, b, c*, formado por caras planas de vidrio que contienen usulfuro de carbono líquido. Como esta sustancia desarrolla

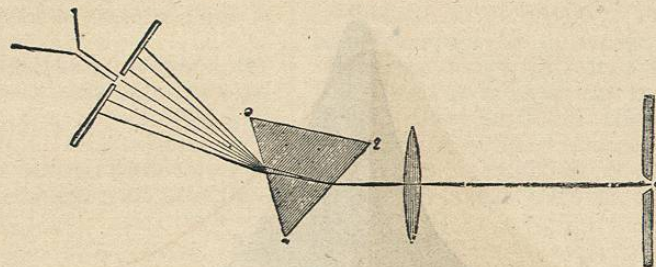


Fig. 3.^a

los colores más que el vidrio, el hilo de luz blanca se divide detallando los colores de que se compone, colores que representa en una especie de cinta ancha, y se mide entonces el valor calorífico de cada parte del espectro, haciendo casi gradualmente una pila termo-eléctrica de construcción particular á través de todos los colores, y la aguja del galvanómetro manifiesta la extensión de la potencia de cada una.

La pila inventada por Muller (fig. 4.^a),

zonal que por medio de un tornillo recibe el movimiento que se le quiere comunicar; moviendo esa especie de manibela de nácar de un modo, se hace avanzar la placa de cobre; moviéndola en el sentido opuesto se la hace retroceder. Este movimiento es tan delicado y tan lento, que todo lo más que avanza la placa es la centésima parte de un milímetro. En medio de la placa se descubre una hendidura vertical más estrecha, y detrás de ella un espacio oscuro: este espacio es la parte interior, ennegrecida de una pila termo-eléctrica, y cuyos elementos están dispuestos en una sola pila. El rayo de luz que penetra por la hendidura se descompone: se forma un espectro horizontal brillante sobre la capa que sostiene la pila termo-eléctrica, y volviendo la manibela de que hemos hablado antes se puede hacer que la pila recorra todo el espectro y que un rayo de luz ó de calor radiante caiga sobre ella en cada punto de su marcha: un galvanómetro sensible está en comunicación con la pila y se determina la potencia calorífica de cada parte del espectro visible é invisible por las desviaciones de la aguja.

A medida que la pila avanza del color violeta al rojo, el calor se manifiesta y va aumentando de grado en grado: de todos los colores del espectro visible, el rojo es el que posee mayor potencia calorífica.

Tirando una línea recta, como lo ha hecho Sir William Herschell, y elevando sobre su longitud perpendiculares

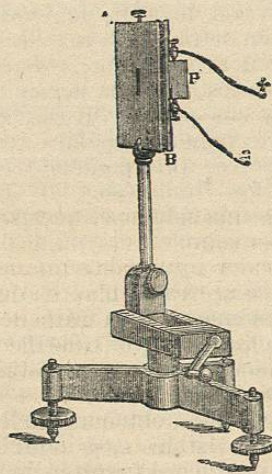


Fig. 4.^a

ha sido construida por Mr. Ruhmkorff. Una placa bruñida de cobre *a, b*, está unida á un árbol cilíndrico, y este árbol se halla montado en una barra hori-

proporcionales á la intensidad calorífica del color del espectro de la luz eléctrica, se ha construido la *fig. 5.^a* En la refracción de los rayos oscuros, al pa-

sar del rojo, la curva forma una especie de esarpe opaco, que es, según la expresión del profesor, el monte Cervino del calor. En realidad la idea que la

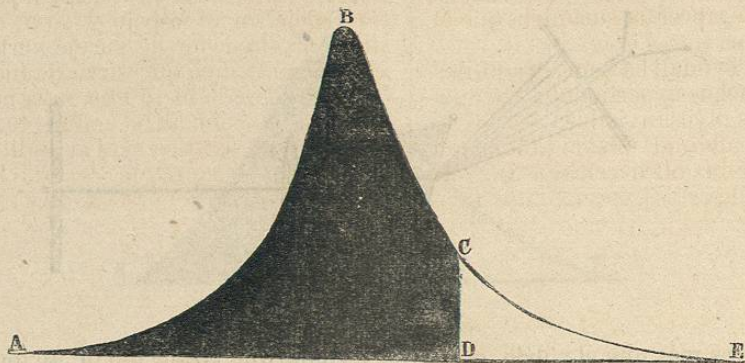


Fig. 5.^a

observación de esta figura produce es que los rayos luminosos son un accesorio insignificante de los rayos oscuros. ¿Qué es, en efecto, el espacio *c, d, e* de las relaciones luminosas comparado con el espacio *a, b, c, d* de los rayos no luminosos?

La *fig. 5.^a* es el resultado de doce series de medidas superpuestas. Las dos figuras por medio de las cuales hemos representado antes la desviación del color en el espectro solar son menos importantes sin duda porque antes de llegar á la tierra los rayos solares tienen que atravesar la atmósfera; el vapor acuoso que hay en la atmósfera obra muy enérgicamente sobre los rayos, y su acción parte del punto que representa la radiación solar invisible. Se observa esta misma disminución de la montaña del calor invisible cuando se hacen pasar los rayos de la luz eléctrica á través de una capa de agua, que obra en ellos como el vapor de la atmósfera en los rayos del sol.

Por el método que acabamos de describir se ha llegado á demostrar que el espectro visible marca un intervalo de acción radiante, en el cual las variaciones tienen tal relación con nuestra organización, que excita en nosotros la impresión de la luz.

Vamos á tratar ahora de la combustión por los rayos invisibles.

Los rayos invisibles del sol tienen

mucha más potencia calorífica que los visibles; de tal manera, que si el esfuerzo atribuido á Arquímedes durante el sitio de Siracusa es cierto, necesario es admitir que los principales agentes de combustión del gran filósofo fueron los rayos densos del sol. Podemos reproducir sin trabajo en pequeña escala con solo los rayos invisibles de la luz eléctrica todo lo que Arquímedes habrá obtenido con la radiación total solar. Colocando detrás de la luz eléctrica un espejo cóncavo pequeño se hacen convergentes los rayos; la acción de estos refleja y sus puntos de convergencia son perfectamente visibles cuando se les empolva. Interponiendo entonces entre el foco luminoso y el origen de los rayos una solución de yeso se suprime por completo el camino de la luz; pero el calor intolerable que se siente cuando se acerca la mano, aunque sea por un momento, á la cámara oscura, muestra que los rayos caloríficos pasan sin obstáculo ninguno á través de la columna opaca.

Pueden, pues, obtenerse de este foco de rayos invisibles casi todos los efectos que produce el fuego ordinario, y al mismo tiempo la llama que ocupa este foco permanece fría en razón de su transparencia para los rayos caloríficos.

Ahora bien; en este foco completamente oscuro el papel se inflama instantáneamente; á la leña le sucede otro

tanto; el plomo, el estaño y zinc se liquidan.

Debería suponerse que los rayos oscuros no tienen preferencia alguna por el blanco ó el negro; sin embargo, para obtener una combustión rápida es necesario ennegrecer la sustancia que se va á quemar.

Mr. John Tyndall ha demostrado, después de muchos experimentos, la analogía de los rayos invisibles con los visibles, probando al mismo tiempo que el calor y la luz obedecen á las mismas leyes. Uno de estos experimentos tiene

por objeto la reflexión en las superficies planas (*fig. 6.^a*). «Instalo, dice, en el ángulo *e* de la mesa (*fig. 6.^a*) una lámpara; en el extremo opuesto un espejo, y trazo sobre la superficie el arco del círculo *a, b*; el largo segmento *m, n* se refleja en el espejo y sirve para moverle alrededor de su eje vertical, al mismo tiempo que sirve de índice, y trazo sobre la mesa una raya negra con la cual coincide el índice cuando el espejo presenta la cara al auditorio; á derecha é izquierda de esta línea central se divide el arco en diez partes

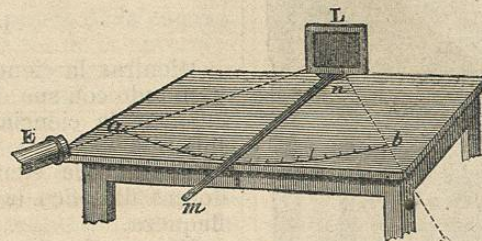


Fig. 6.^a

iguales comenzando por 0 en la extremidad *a*, y concluyendo por 20° en la extremidad *b*, dirijo el índice hacia el rayo que produce la lámpara, el rayo se proyecta sobre el espejo perpendicularmente reflejando en la división de la línea de incidencia; coloco entonces el índice en el número 1.°, el rayo que se refleja aparece sobre la mesa y corta el arco del círculo en la división 2.°; coloco el índice sobre el 3.°, el rayo se refleja en el 6.°; llevo, por fin, el índice sobre el 10.°, el rayo aparece reflejado en el 20.°: el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.»

Hé aquí ahora otro experimento:

Figúrese el lector dos espejos (*figura 7.^a*), de los cuales el uno está colocado horizontalmente sobre la mesa. La curvatura de este espejo está arreglada de tal manera que si se coloca una luz en el punto que se llama foco del espejo, los rayos que parten se reflejan perpendicularmente encima de él. Coloquemos en el foco unos pedazos de carbon; pongámoslos en contacto y sepáremoslos un poco; brota la luz eléctrica y se proyecta un rayo eléctrico en el reverbero dibujado por la acción de la

luz sobre el polvo natural de la habitación.

Otros dos experimentos pueden hacerse por medio de un segundo espejo colocado en el techo á unos siete ú ocho metros de la mesa. El rayo vertical que subia antes hasta el techo lo recibe el espejo superior; colocando en su foco un pedazo de papel mojado en aceite, el papel se ilumina, no por la luz directa de abajo, sino por la luz reflejada que converge hacia él.

Sabida y conocida es la acción extraordinaria de la luz en una mezcla de hidrógeno y cloro. En el experimento examinado por la *fig. 7.^a*, toma un recipiente lleno de sólido transparente con una mezcla de los dos gases líquidos; baja el reverbero superior, y suspendiendo el recipiente por un gancho fijado en él de manera que se balancee en el espacio, le sube luego hasta el techo, y como antes, coloca los pedazos de carbon en el foco del espejo inferior; separa las puntas, la luz brota, la explosión de la luz se verifica.

Para que no pudiera atribuirse este efecto á la luz, el profesor colgó en seguida el mismo recipiente, conteniendo una mezcla sobre la cual no tenia la