

tusiasmado el grito clásico de las Universidades antiguas:

¡Vivat Academia, Floreat, crescat!

México, octubre 1º de 1905.

L. TROCONIS ALCALÁ.

LA LUZ Y EL SENTIDO LUMINOSO.

SEÑOR SECRETARIO

DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA:

SEÑORES ACADÉMICOS:

SEÑORES:

«Sea la luz. Y la luz fué.» Con estas breves frases, sublimes por su sencillez, y atribuidas al Hacedor del Universo, describe el texto hebreo, en el versículo 3 del Capítulo I del Génesis, la creación del admirable agente luminoso. Durante muchos siglos, la ciencia no se ocupó de los variados fenómenos que se refieren á la luz, y las célebres palabras de la Escritura, transmitidas de una generación á otra, formaron el único caudal de conocimientos que se tenía sobre la materia; se vivía á ese respecto, en pleno estado teológico, que diría Compte.

Muchos pueblos, llenos de respeto y admiración hacia el astro rey, que nos envía no sólo su calor vivificante, sino también los raudales de su hermosa luz, creyéndolo una deidad, le rindieron ferviente adoración. La culta Grecia, consideró también á *Helios*, el sol, como una divinidad distinta de Apolo, con quien se le confundió después. El inmortal vate Homero, describe el curso de Helios diciendo que «el hijo del Titán Hiperión, sale cada mañana por Oriente del profundo seno del río Océano, sube lentamente por la sólida bóveda del cielo, á cuya parte culminante llega á medio día, y de allí baja hacia el Occidente de la tierra, para hundirse otra vez en el gran río Océano.» . . . «Las horas, después de uncir á su dorado carro, construido por Vulcano, cuatro alados y blancos corceles, que despiden luz y llamas, le abren las puertas del cielo, y ellas, con los Días, los Meses, los Años y los Siglos, forman su ordinario cortejo.

De pie en su carro, animando á su cuadriga, aparece el infatigable dios en su radiante majestad, lanzando ardientes miradas, bajo su yelmo de oro y proyectando á lo lejos, inmensas ráfagas de luz, mientras su diáfano y magnífico ropaje, flota al impulso de la brisa matutina.»

Siguieron los inspirados poetas de todas las edades, y siguen aún, dirigiendo al sol y á la luz, tiernos cantares; varios filósofos de la antigüedad consagraron breves palabras al agente luminoso, pero sus oscuros conceptos, impregnados de abstracciones, no hicieron progresar los conocimientos sobre la materia, y se llegó de ese modo á la edad media, sin contar con datos precisos, sino con simples suposiciones arbitrarias, vagas y sin coordinación. Se consideró entonces á la luz, como á un ser benéfico, se creyó que era una substancia material, y lo mismo que la naturaleza, y otras concepciones abstractas, fué investida de existencia real, todo lo cual embrollaba las investigaciones, sin esclarecerlas: se vivía en completo estado metafísico.

No sabiendo con exactitud, cómo considerar la luz, tampoco era posible comprender su acción sobre los órganos visuales; el conocimiento del agente físico, siendo un preliminar indispensable, para explicar los actos complicados, que constituyen la visión.

Fué necesario llegar á las postrimerías del siglo XVII, para que apareciesen en el horizonte de la ciencia, hombres de genio, y de carácter firme, que prescindiendo de las ideas reinantes, saturados de misticismo y metafísica, emplearan en sus investigaciones un método esencialmente filosófico, el único adecuado para el estudio de los fenómenos naturales por ser independiente de toda clase de prejuicios: se llegó al fin por esa vía, al estado positivo de la cuestión; los esclarecidos nombres de Newton, del jesuita Ignacio Gastón Pardies, de Descartes, de Huygens, de Jounge de Euler, del abate Grimaldi, de Fresnel, del padre Secchi y de otros observadores, quedaron gloriosamente consignados en los anales de las ciencias físicas y matemáticas; con las concienzudas investigaciones de esos sabios y con los notables resultados que obtuvieron, se ha construido un majestuoso monumento que permanecerá en pie á través de las edades. Helios quedó despo-

jado de su divinidad para ocupar la más modesta categoría de centro del sistema planetario; la bella luz que nos envía, dejó de ser una entidad sobrenatural y misteriosa, y la descripción de sus admirables propiedades, descubiertas por hombres superiores, semeja un himno científico, digno de figurar por sus bellezas, al lado de los inspirados cantos del poeta.

El ilustre Newton, á pesar de su elevada educación filosófica, no pudo prescindir de las antiguas ideas que concedían á la luz una existencia real, y creyó que era producida por corpúsculos infinitamente pequeños, perfectamente elásticos é imponderables, llamados *corpúsculos luminosos*, los cuales serían lanzados en línea recta y en todas direcciones, por los manantiales de luz, y reflejados por los cuerpos alumbrados, pudiendo atravesar las materias diáfanos y recorrer el espacio con gran velocidad; esos corpúsculos, después de atravesar los medios transparentes del ojo, impresionarían los elementos nerviosos sensibles, determinando en ellos el fenómeno de la visión. Con su talento extraordinario, Newton descubrió y explicó la dispersión, demostrando que la luz blanca, está formada por una serie de hacecillos de diversos colores, que forman el espectro; explicó ingeniosamente la reflexión, así como la refracción simple y la doble, desarrollando la teoría matemática de esos fenómenos; descubrió los anillos de color que llevan su nombre, y que se producen en los medios transparentes muy delgados, explicando hábilmente por el cálculo su formación. Defendió, por fin, brillantemente, lo que se ha llamado *teoría de la emisión de la luz*, concepción científica que durante muchos años, sirvió para representar los fenómenos luminosos conocidos hasta entonces, pues á la polarización misma, pudo dársele un lugar en esa concepción.

Estaba reservado al genio observador del abate Grimaldi, de Bolonia, descubrir los bellísimos fenómenos de las interferencias, y de la difracción que es una variedad de las primeras; el conocimiento de esos hechos, hizo prorrumpir á su descubridor, en las célebres palabras, de que «la luz añadida á la luz puede producir oscuridad. La llamada teoría de la emisión, era impotente para explicar los fenómenos que se acababan de descubrir, en los que pasa

algo análogo, á aquello que se verifica en algunas sumas algebraicas, y entonces se recurrió á la ingeniosa suposición de las ondulaciones del éter, que es hasta ahora universalmente aceptada, y en la cual es posible representar todos los hechos físicos conocidos relativos á la luz.»

Con mucha justicia, nuestro distinguido consocio, el Sr. Dr. D. Porfirio Parra, llama la atención en su excelente «Tratado de Lógica,» sobre lo impropio que es emplear los nombres de *teoría ó hipótesis de las ondulaciones*. Más bien que hipótesis, debe decirse con el filósofo Bain, «*ficción representativa*,» puesto que en la hipótesis se parte de una ó varias suposiciones, que pueden ser confirmadas ó invalidadas por la observación ó la experiencia, mientras que en la ficción representativa, como lo indica bien su nombre, las suposiciones de que se parte para representar los fenómenos, no son de aquellas que pueden sujetarse á la experimentación; tales según el Sr. Dr. Parra, la concepción del rayo luminoso, la del átomo y aún la de las ondulaciones del éter, para representar la luz.

Deben aceptarse estas ideas del ilustrado filósofo mexicano, puesto que nunca se podrá aislar un rayo de luz, experimentar sobre un átomo, ni apreciar por algún medio de observación, lo que se llama el *éter*, que se supone ser un fluido imponderable, invisible, intangible, ocupando todo los espacios, aún los intermoleculares de los cuerpos; ni será posible hacer una demostración material de sus movimientos vibratorios. A pesar de todo, las ficciones representativas desempeñan un papel utilísimo en la ciencia, pues permiten explicar claramente los fenómenos, encontrar sus relaciones de causalidad, y aún llegar al descubrimiento de hechos nuevos; esas ficciones sirven de medio de enlace, y de coordinación de los conocimientos; sintetizan, por decirlo así, en un momento histórico determinado, al estado de adelanto que ha alcanzado algún ramo de la ciencia. La ficción representativa de la emisión de la luz, capaz de explicar lo que se sabía sobre aquel agente físico, hasta determinada época, no bastó en una época más avanzada y fué necesario sustituirla por la ficción de las ondulaciones; cada una de ellas sintetiza el estado de los conocimientos humanos, en dos etapas científicas sucesivas.

No puede negarse que los progresos realizados hasta ahora, en el estudio de los fenómenos luminosos, son por extremo sorprendentes: se ha fijado con toda exactitud la composición de la luz solar, y de otros manantiales del precioso agente; se ha determinado su velocidad de propagación, siendo notable, que se ha llegado á conclusiones casi iguales, empleando métodos diferentes: ya astronómicos como el usado por Ræmer, ya experimentales, como los que idearon Fizeau y Foucault; por esos distintos procedimientos, se han encontrado cifras que varían entre 300,000 á 308,000 kilómetros por segundo, para representar la velocidad de la luz.

Citaré el ejemplo siguiente, como prueba de la armonía que reina entre los diferentes ramos de las ciencias; por los estudios de los pasos del planeta Venus delante del disco solar, y por las observaciones del planeta Marte, cuando está en oposición, se ha encontrado la cifra media de 8"86 como medida de la paralaje del sol; de aquí se deduce por un cálculo trigonométrico, que la distancia de aquel astro á la tierra es en números redondos de 37.000.000 de leguas. Por otra parte, las observaciones de los eclipses á que están sujetos los satélites del planeta Júpiter, demuestra que la luz emplea 8 minutos, 13 segundos, para llegar del sol á nuestro planeta; si se tiene en cuenta la velocidad de la luz determinada directamente por las experiencias de Foucault, basta hacer una simple multiplicación para determinar la distancia que media entre el sol y la tierra, pues bien, esta cifra es sensiblemente igual á la encontrada por la medida de la paralaje. Tal concordancia en los resultados es por demás notable, y da una idea de la exactitud de los procedimientos empleados en astronomía y en óptica, demostrando que la ciencia no está en bancarrota, como aseveró no hace mucho tiempo un miembro de la Academia de Francia. Por medio de su famoso aparato de los dos espejos planos inclinados, Fresnel estudió cuidadosamente las interferencias luminosas, y las franjas irisadas que en la experiencia se producen; midiendo con precisión la latitud de cada franja con su micrómetro ad hoc, sirviéndose de un cálculo trigonométrico sencillo, pudo determinar la longitud media de la ondulación luminosa para cada uno de los colores del espectro, encontrando la cifra de

620 millonésimos de milímetro para el menos refrangible que es el rojo, y de 433 millonésimos para el violado que es el que goza de mayor refrangibilidad, habiendo cifras intermedias, para los colores situados entre esos dos extremos. Un cálculo algebraico igualmente sencillo, permite determinar el número de ondulaciones correspondientes á cada color, encontrándose como cifras extremas 728 millones de millones de vibraciones por segundo para el violado, y 496 millones de millones para el rojo, pues el cálculo demuestra que á mayor longitud de onda corresponde menor número de vibraciones y viceversa.

Supongamos que la ficción representativa del éter y de sus ondulaciones luminosas, con la longitud, número y velocidad que las matemáticas les asignan, sea la expresión exacta de los hechos, aun cuando la experimentación directa no pueda confirmar su existencia; admitamos que no ha habido error sensible en los cálculos, y que todos los fenómenos luminosos conocidos hasta hoy, y aún otros que puedan descubrirse después, sean perfectamente explicables, por aquella ingeniosa concepción del genio humano, aún así queda sin contestar esta pregunta: ¿Qué es la luz? ¿Lo que así llamamos es independiente del sentido visual? Grave error sería afirmar semejante proposición; supóngase por un momento que no hubiera en el universo elementos sensibles capaces de apreciar lo que se llama luz; imagínese que ni en nuestro planeta ni en otros que puedan contener seres vivientes, hubiese algunos de ellos provistos de ojos, ó de otros órganos de funciones análogas; en una palabra, dése como un hecho, que el universo entero estuviese poblado por ciegos. ¿Quién se atrevería á decir, que en tal caso existiera, lo que hoy llamamos luz? El éter podría seguir animado de ondulaciones con todos los caracteres de las llamadas luminosas, pero no existiría la luz en el sentido estricto de la palabra, sencillamente porque no habría quien la percibiese.

Tratando de este asunto, Parinaud, se expresa en los términos siguientes: «La falta de distinción entre las propiedades físicas y las propiedades sensoriales de los cuerpos, ha sido un manantial de confusión en la ciencia, que se

perpetúa por las palabras que no corresponden á una concepción neta de las cosas.

El hombre desconocido que creó la palabra «calor,» decía recientemente Poincaré, ha entregado muchas generaciones al error; se ha tratado del calor como de una sustancia, simplemente porque es designada por un sustantivo. La misma observación se aplica en todas sus partes á la palabra «luz» y de un modo general, á todos los sustantivos por los cuales son designadas las reacciones que determinan los agentes físicos sobre nuestros órganos sensoriales. Se aprecia en este punto la influencia considerable que las palabras tienen sobre las ideas, y la justicia de este pensamiento de Condillac: Una ciencia es exacta, cuando su lengua está bien hecho.

Fácil es conceder la razón á Parinaud, si se reflexiona que en el estado actual de la ciencia, no sólo la luz es atribuída á movimientos especiales del éter; el calor, la electricidad, los rayos ultrarrojos y los ultravioletados del espectro, no visibles en las condiciones ordinarias, se atribuyen también á fenómenos dinámicos que pasarían en el seno del fluido invisible é imponderable, no faltando tampoco analogías entre los rayos luminosos y los descubiertos por Roentgen. La admirable correlación de las fuerzas físicas enlaza entre sí muchos fenómenos, que antes se creía de naturaleza diferente.

Por otra parte, las teorías evolucionistas modernas tienden á establecer que, á medida que los organismos vivos se elevan en la escala de los seres sensibles, propenden á perfeccionarse más y más en sus funciones, adaptándose á los medios en que viven; los aparatos sensoriales, resultan de una diferenciación del aparato de sensibilidad general, representada por la forma más elemental de esta sensibilidad, por el tacto. La diferenciación es determinada por los agentes físicos, que al impresionar de varios modos al organismo sensible, da lugar á reacciones especiales, que llegan á ser el punto de partida de modificaciones morfológicas: éstas pueden llegar á transmitirse por herencia, después de una serie más ó menos larga de acumulaciones individuales. Las reacciones de naturaleza diferente, determinadas en los organismos sensible, por agentes físicos variados; en otros térmi-

nos, las diferenciaciones funcionales preceden á las diferenciaciones anatómicas.

Así modificados, sensible y morfológicamente nuestros órganos, los agentes físicos adquieren para nosotros nuevas propiedades. Un ojo rudimental sólo apreciará la luz, sin tener las nociones de las formas y de los colores; si los órganos visuales siguen modificándose por reacciones nuevas, determinados en ellos por el agente luminoso, éste adquirirá nuevas propiedades sensoriales, apareciendo en el organismo sensible aquellas nociones; y si esta marcha continúa en orden progresivo, podrá suceder que en el transcurso de los siglos, la palabra luz, llegue á tener una connotación distinta de la que ahora tiene.

La propiedad característica del sentido de la vista, es la reacción luminosa determinada en el aparato visual, por el agente físico llamado luz, que se supone debida á ondulaciones especiales del éter; la apreciación de las formas y la distinción de los colores son modalidades de la propiedad fundamental que sólo poseen los órganos perfeccionados. La propiedad luminosa de los cuerpos es una propiedad sensorial que no puede existir independiente del sentido de la visión, al revés de las propiedades físicas generales de la materia, es decir, las manifestaciones de la masa y del movimiento que tienen una existencia propia fuera de los organismos sensibles. Las expresiones familiares: «Eso es tan claro como la luz.» «Esto es negar la luz del día» y otros por el estilo, carecen de precisión en el terreno científico, y por paradójico que parezca, fuerza es negar la existencia de la luz, como entidad real é independiente. Por comodidad del lenguaje, acostumbramos decir: *«la luz aparece, la luz se oculta, aumenta, se modifica, etc.»*; estas frases puramente convencionales, no deben tomarse en un sentido literal, deben ser consideradas como formas verbales cómodas, para expresar las ideas.

Lo que se dice de la luz, debe decirse también del sonido determinado por vibraciones de un medio material, del calor y de las demás sensaciones percibidas por nuestros órganos; con propiedades sensoriales que no podrían existir sin los órganos de los sentidos. Todos pudieran definirse de una manera análoga, diciendo, por ejemplo, que *la luz es la reacción que determina en*

los elementos sensibles del aparato visual, un agente físico, representado por ondulaciones especiales del éter.

Considerando el ojo humano como un aparato dióptrico, se ha estudiado la marcha que siguen en él los rayos luminosos, determinando en el ojo esquemático llamado *reducido*, de Listing y de Donders, la posición de los diversos puntos ópticos, y reduciendo á fórmulas algebraicas las distancias focales, principales y conjugadas. El estudio de los defectos de refracción también se ha sometido al cálculo, fijando con exactitud matemática el paso de la luz por los medios ópticamente defectuosos, en los casos de miopía, hipermetropía y astigmatismo, calculando en este último la superficie curva llamada de Sturm, formada por los rayos que atraviesan el medio astigmático.

Es indudable que la aplicación del cálculo á los fenómenos físicos de la visión, iniciada por Kepler y continuada por Donders, Helmholtz, Giraud-Teulon, y otros oftalmólogos, ha dado frutos excelentes para la óptica fisiológica; las matemáticas tienden á ensanchar más y más su campo de aplicación en los diversos ramos de la ciencia; cada paso en este sentido, representa un progreso, pues la exactitud del cálculo constituye una garantía en los resultados. Aún no ha llegado la época de poder sujetar al cálculo todo lo referente al estudio de la visión; por más adelantos que se hayan hecho en esta vía, falta bastante por hacer, quedando campo abierto para las conjeturas y suposiciones más ó menos aceptables.

Tres facultades importantes deben ser estudiadas en los elementos sensibles del aparato visual: *el sentido luminoso, el cromático y el de las formas*; después de lo dicho, acerca de la luz, voy á emitir algunas ideas, sobre el llamado impropriamente *sentido luminoso*, que debe considerarse como fundamental, puesto que es el destinado á percibir la sensación de la luz.

Esa importante facultad, no es de fácil explicación, pues está constituida por una serie de fenómenos bastante complicados, cuyas leyes no son del todo conocidas. La primera condición para percibir la luz, es la integridad de los medios diáfanos del ojo; al ser atravesados por los rayos luminosos, éstos se refractan conforme á las leyes de la dióptrica y llegan hasta la retina.

A este fenómeno de orden físico, perfectamente explicable, siguen diversos actos fisiológicos: impresión de la membrana sensible, transmisión por el nervio óptico, de la impresión recibida á los centros cerebrales inferiores y sensación luminosa sub-consciente; transporte de esa sensación por nuevas fibras nerviosas, hasta los centros encefálicos superiores ó psíquicos y percepción consciente de la sensación. Algo sabemos ya de algunos de estos actos; poco ó nada sabemos de los otros.

Está bien averiguado que no son sensibles á la luz, todos los elementos nerviosos que constituyen la retina; el fenómeno eutópico conocido desde hace mucho, con el nombre de árbol vascular de Purckinje, demuestra que son las partes profundas de la membrana nerviosa, las que gozan de sensibilidad para la luz estando formadas por los conitos y los bastoncitos, elementos que van escaseando del centro á la periferia, hasta desaparecer en la *ora serrata*; el punto ciego de Marriotte, escotoma fisiológico, que corresponde á la llamada impropriamente papila del nervio óptico, se explica por la falta de dichos elementos en la región papilar. La retina fisiológica está como preparada en esa zona por el nervio del 2º par, cuyas fibras, aptas para conducir la impresión luminosa, no son directamente excitables al nivel de la retina; la *fovea centralis*, que corresponde al polo posterior del ojo, y que está formada exclusivamente por conitos, es la parte más sensible de la retina no adaptada; después indicaré el papel de los conitos y de los bastoncitos, en lo que se ha llamado *adaptación de la retina á la oscuridad*.

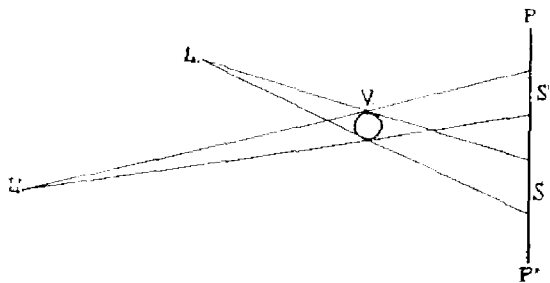
Se ha tratado de determinar el valor absoluto del sentido luminoso, y no se ha llegado á conclusiones prácticas, lo que se explica por diversas razones. No es fácil precisar la unidad de medida para la luz, como se precisa para la longitud, el volumen ó el peso; se han propuesto con ese objeto lámparas ó bujías en determinadas condiciones, y aún la luz producida por un centímetro cúbico de platino con fusión (medida de Arsonval); este último medio es poco práctico, y el de las lámparas y bujías, poco preciso. ¹ Por otra parte, la reacción que un manan-

¹ Todos los fotómetros inventados hasta ahora, miden la intensidad relativa de un manantial luminoso comparado con otro que sirve de unidad arbitraria; el más conocido de estos aparatos

tial luminoso cualquiera puede determinar en una misma retina, variará entre otras causas, por la fatiga y por la adaptación. Si á esto se añade que la finura del sentido luminoso, como la de los otros sentidos, cambia según las personas, no es de extrañarse que al valorizar aquella facultad visual, se llegue á resultados muy diferentes.

El método empleado en las medidas, de lo que pudiera llamarse el límite de *excitabilidad*, consiste en determinar el *mínimum* de luz necesitada por el aparato visual, para comenzar á impresionarse; ese *mínimum* de luz, denominado *reizs-chwelle* por los alemanes, y *seuil* por los franceses, lo que en nuestra lengua equivale á la palabra *umbral*, ó principio de excitación, no

tos, es el de Runeford, compuesto, como se sabe, de un vidrio plano despulido, situado en un plano vertical, delante se encuentra una varilla también vertical, que alumbrada por los dos manantiales luminosos que se quiere comparar, proyecta, sobre el vidrio despulido, dos sombras desiguales. Supóngase que se toma como unidad el manantial más débil, una bujía por ejemplo, se va alejando el foco más intenso, una lámpara, verbigracia, hasta que las dos sombras proyectadas sean de la misma intensidad; el valor relativo de los dos focos luminosos, estará en la misma proporción que los cuadrados de sus distancias al vidrio despulido; si en las circunstancias dichas, la bujía está á 1 metro de distancia, y la lámpara á 4, la intensidad luminosa de esta última será 16 veces mayor que la de la bujía, lo que es fácil demostrar por el cálculo.



Sean en efecto: PP', el corte del vidrio despulido; L y L' los manantiales luminosos, siendo L, el más débil, que se toma por unidad; V, el corte de la varilla; S y S', las sombras que proyecta la varilla, alumbrada por L y L'; llamemos d' y d las distancias que separan al plano PP' de los dos manantiales luminosos. La intensidad de la luz que PP' recibe de L á la distancia d , será $\frac{L}{d^2}$; la intensidad i' de la luz enviada por L' á la distancia d' , será $\frac{L'}{d'^2}$; la intensidad del alumbrado total recibido por el plano, será

$$\frac{L}{d^2} + \frac{L'}{d'^2}$$

La sombra S, recibirá un alumbrado representado por

$$\left(\frac{L}{d^2} + \frac{L'}{d'^2} \right) - \frac{L}{d^2} = \frac{L'}{d'^2}$$

puede determinarse de un modo riguroso; se ha empleado para valuarlo el fotóptómetro de Foster, aparato fundado en la disminución de intensidad que se hace sufrir á la luz, que al través de un papel engrasado, envía una lámpara al interior de una caja, estrechando progresivamente la abertura que da paso á los rayos luminosos; en el fondo de la caja, pintada de negro interiormente, hay grandes caracteres, que deben ser apreciados por el sujeto que se observa, y que ve hacia el fondo de la caja, por dos aberturas situadas en la pared anterior; el *mínimum* de alumbrado necesario para que haya impresión, se mide según el ancho de la hendidura, que deja pasar la luz. En el fotóptómetro de Hippel, se atenúa la intensidad de la luz por

El alumbrado de S', será

$$\left(\frac{L}{d^2} + \frac{L'}{d'^2} \right) - \frac{L'}{d'^2} = \frac{L}{d^2}$$

Si se aleja poco á poco la lámpara L', hasta que las dos sombras tengan el mismo tono, S será igual á S', y por consiguiente:

$$\frac{L'}{d'^2} = \frac{L}{d^2}$$

de donde resulta

$$\frac{L'}{L} = \frac{d'^2}{d^2}$$

Si se toma á la L como unidad de medida, es decir, si se le hace igual á 1, quedará

$$\frac{L'}{1} = \frac{d'^2}{d^2}$$

Por último, si la distancia d , se toma también como unidad, haciéndola igual á 1, resulta

$$L' = d'^2$$

Si para obtener la igualdad de las sombras L se encuentra á 1 metro y L' á 4 metros, la intensidad del segundo foco luminoso será igual á 16; si es necesario retirarla á 5 metros, su intensidad luminosa será igual á 25, y así sucesivamente.

Hay otros muchos fotómetros, más ó menos ingeniosos, de entre los cuales mencionaré los siguientes: los de Pother, Durré, Quetelet, Brewster y Arago, se fundan en que la intensidad de la luz puede debilitarse por la reflexión y la refracción en placas de cristal. Los fotómetros de Ritchie, de Maistre y de Smee, tienen por principio el empleo de prismas ingeniosamente combinados. Arago ha empleado también la luz polarizada para las medidas fotométricas, habiéndola utilizado igualmente en los aparatos de su invención, Bernard, Beer, Wild y Babinet. Todos los fotómetros hasta hoy usados, no dan indicaciones rigurosamente exactas, por perfeccionados que sean, y lo mismo que el de Rumford, sólo miden el valor relativo de dos manantiales luminosos, sin poder valuar su intensidad absoluta.

medio de placas de vidrio despulido, cuyo número se aumenta gradualmente hasta obtener el minimum de alumbrado, necesitado para comenzar á distinguir. Charpentier logra la atenuación de la luz de un manantial cualquiera, acortando progresivamente la superficie de una lente convexa, que recibe y concentra los rayos partidos de ese manantial. Aubert, que ha hecho muchas experiencias para determinar el límite de excitabilidad, ó *umbral*, dice que el brillo más débil que puede distinguirse, es el de una hoja de papel blanco y alumbrada por una bujía colocada á 200 ó 250 metros de distancia.

Cualquiera que sea el método empleado, la medida del límite de excitabilidad es demasiado incierto, por encontrarse sujeto á las causas de error ya señaladas. En vista de las dificultades que ofrecen estos procedimientos, varios observadores se han servido de lo que se llama *límite de diferenciación* para valorar, de un modo relativo, el sentido luminoso; éste será tanto mayor, cuanto más pequeña sea la diferencia en el alumbrado, que pueda ser apreciada por el aparato visual.

Se ha querido encontrar una relación matemática constante entre la energía de la excitación y la intensidad de la impresión determinada en los elementos sensibles. Fechner observaba un día dos nubecillas que presentaban una pequeña diferencia de brillo; las vió en seguida á través de un vidrio ahumado muy oscuro, y notó con sorpresa que persistía la misma diferencia de brillo, no obstante que el medio interpuesto en la segunda observación, disminuía notablemente la intensidad del alumbrado; este descubrimiento, al parecer sencillo y sin valor para un ignorante, proporcionó á Fechner la oportunidad de emprender un importante estudio, que le permitió enunciar la ley psico-física que lleva su nombre, y que formuló en los términos siguientes: «La más pequeña diferencia apreciable en el alumbrado, es una fracción constante (próximamente un centésimo), del alumbrado total. Según Fechner, esta ley regiría también las otras modelidades de percepción, no tan sólo la luminosa. Aplicada á la medida de la agudez visual, se ha formulado así la ley: La agudez visual fisiológica es proporcional, no á la cantidad de excitación, sino al logaritmo de esa cantidad. Representando por V el ángulo

visual, límite ó minimum separable de Giraud-Teulon, y por V S, la agudez visual fisiológica, se encuentra por un cálculo que se desarrollaba en este trabajo.

$$VS = 1 - 0.9 \cdot \log. V.$$

Mi estimado discípulo, el Sr. Dr. Montañó, ha buscado los lugares geométricos de esa ecuación, encontrando por el cálculo infinitesimal, dos soluciones diferentes: una espiral logarítmica, semejante á la nepperiana, y una hipérbola referida á sus asíntotas, como ejes coordinados.

La experiencia fundamental que sirvió á Fechner en su estudio sobre el sentido luminoso, había sido hecha muchos años antes por Bougnier y por Lambert, los que no dedujeron ninguna conclusión importante; el aparato empleado para eso, es un fotómetro de Rumford, con dos manantiales luminosos de igual intensidad. Por un cálculo muy sencillo, que inserto en la adjunta nota, se encuentra la llamada fracción de Fechner. ¹

¹ Refiriéndome á la figura anterior, y suponiendo que los dos manantiales L y L' sean de la misma intensidad; déjese L en su sitio, y aléjese poco á poco á L'.

La sombra S sólo recibe luz del foco L', y la sombra S', sólo la recibe de L, en tanto que el resto del plano P P', la recibe al mismo tiempo de L y de L'. Si se toma por unidad la luz emitida por cada uno de los manantiales L y L', siendo respectivamente d y d' las distancias que los separan del plano alumbrado, la cantidad total de luz que éste recibe, será

$$\frac{1}{d^2} + \frac{1}{d'^2}$$

La sombra S', alumbrada sólo por L, recibe una cantidad de luz igual á

$$\frac{1}{d^2}$$

A medida que la luz L' se aleja, la sombra S' se debilita y llega la vez en que deja de ser perceptible. Según Fechner, este límite se alcanza cuando la distancia d, es 10 veces mayor que la distancia d'. La cantidad total de luz que recibe entonces el plano, es

$$\frac{1}{d^2} + \frac{1}{(10d)^2}$$

y la diferencia entre el alumbrado total y el de la sombra S', es

$$\left(\frac{1}{d^2} + \frac{1}{(10d)^2} \right) - \frac{1}{d^2} = \frac{1}{(10d)^2}$$

Por consiguiente, la relación entre esta diferencia, y el alumbrado total, es

$$\frac{\frac{1}{(10d)^2}}{\frac{1}{d^2} + \frac{1}{(10d)^2}}$$

Gran sensación causó en el mundo científico la ley psico-física enunciada por su descubridor, sin restricción alguna; en efecto, enlazar por una fórmula general, los hechos de orden físico y matemático, con los actos de percepción consciente que pertenecen á la esfera psíquica, era dar un paso gigantesco en la explicación de los fenómenos naturales; así se confirmaría una vez más que los números rigen al universo.

Al rectificar cuidadosamente los hechos, se encontró que la ley de Fechner no es aplicable, sino en ciertos límites; cuando el alumbrado llega á ser más débil, se necesita una diferencia mayor que la indicada por la ley psico-física, para que los elementos sensibles aprecien dicha diferencia; si la luz es demasiado intensa, la mencionada ley tampoco es aplicable. Se puede leer con un alumbrado que varíe entre límites muy extensos, pero si llega á ser demasiado débil, la lectura resulta imposible, no obstante que la proporción entre la luz reflejada por el papel y por las letras, sea constante; viceversa si la luz es demasiado intensa, como la directa del sol á medio día, es muy difícil leer; por la misma razón, no se pueden ver á la simple vista las manchas ordinarias del sol, necesitándose interponer un vidrio ahumado, ó de color muy subido. Sin embargo, los límites entre los cuales se verifica de un modo sensible la ley de Fechner, son muy extensos; esto acontece para los diversos medios de alumbrado de que nos servimos habitualmente, y también para la luz natural difusa, como la que alumbra las habitaciones, convenientemente dispuestas.

Aún poniendo en duda la exactitud de la ley,

ó lo que es lo mismo

$$\frac{\frac{1}{d^2}}{(10d)^2} + \frac{\frac{1}{(10d)^2}}{(10d)^2}$$

Haciendo las operaciones indicadas, resulta igual á

$$\frac{1}{100 + 1}$$

ó si se quiere á un centésimo en cifras redondas. Si se emplean, según Fechner, manantiales, dos, tres, ó n veces mayores que L y L', pero iguales entre sí, se encuentra que la distancia de L' al plano, debe ser siempre 10 veces mayor que la distancia de L, para que la sombra que le corresponde, deje de ser perceptible. Estas experiencias parecen demostrar que la más pequeña diferencia que puede apreciarse en el alumbrado, es una fracción constante del alumbrado total, y que esta fracción es de un centésimo próximamente.

el valor relativo del sentido luminoso puede representarse por la más pequeña diferencia que sea perceptible en el alumbrado. Para determinar esa diferencia, se puede emplear el fotómetro de Rumford, usando dos focos luminosos de la misma intensidad, por ejemplo, dos bujías ó dos lámparas iguales; supóngase que la primera está á 50 centímetros de distancia del vidrio despulido y que se vaya alejando poco á poco la segunda hasta que la sombra correspondiente deje de ser percibida; admitase que en esa posición, la distancia del segundo foco es de 5 metros ó 500 centímetros, es decir, 10 veces mayor que la distancia del primer foco; se infiere de allí que en ese caso, la diferencia que hay entre el alumbrado que recibe la sombra correspondiente al segundo foco y el alumbrado total del plano dividido por dicho alumbrado total, está representado por 1/100 como lo demuestra el cálculo que he desarrollado en la nota respectiva; el sentido luminoso del sujeto observado, podrá representarse por la inversa de esa fracción, es decir, por 100. Si para obtener el propio resultado, fuese necesario alejar el segundo foco á 4 metros, la proporción sería de 1/16, y el sentido luminoso de 16. En términos generales, la fracción quedará representada por un quebrado, que tiene por numerador la unidad y por denominador el cuadrado de la distancia del segundo foco, tomando como unidad la distancia del primero. El sentido luminoso estará representado por el denominador del quebrado.

Como experimentación científica, este procedimiento es de recomendarse, pero como medio clínico de reconocimiento no es fácil aplicación, y por esta causa se ha buscado un medio más sencillo de examen. Se sabe que la mezcla del blanco y del negro, da por resultado el gris, y que este último es tanto más saturado, cuanto mayor es la proporción del negro y viceversa; se sabe también que por la persistencia de la impresión luminosa en la retina, haciendo girar rápidamente ante los ojos un disco en el cual haya sectores de distintos tonos ó de colores diversos, se obtiene una sensación visual uniforme que resulta de la mezcla íntima de las diversas sensaciones elementales; en este principio se funde el disco ideado por Newton para hacer la síntesis de la luz blanca, y el imagina-

do por Masson, para determinar el valor relativo del sentido luminoso, ó más exactamente, su límite de diferenciación.

Supóngase que en un disco blanco se han dibujado porciones de sectores negros de diferentes grados, separados entre sí por otras porciones blancas; haciendo girar el disco con rapidez, se distinguirá una serie de anillos, alternativamente blancos y grises; el gris de cada anillo será tanto más saturado cuanto mayor sea el número de grados que abarque la porción de sectores negros que lo determina; si un sector mide por ejemplo, 5° , determinará por la rotación del disco un anillo ligeramente gris, cuyo brillo será de 355, con relación al anillo blanco, cuyo brillo será de 360 (número de grados en que se divide la circunferencia); la diferencia luminosa entre el anillo gris y el blanco será de 5, y la proporción entre esta diferencia y el blanco será de $5/360$, ó sea de $1/72$; el sentido luminoso relativo ó límite de diferenciación de la persona que nota la diferencia entre los dos anillos, estará representado por 72. Si sólo puede distinguir el anillo gris determinado por un sector de 10° , la diferencia entre ese anillo y el blanco será de 360-350, y la proporción estará representada por $\frac{360-350}{360}$ ó sea $\frac{1}{36}$; el sentido luminoso tendrá un valor de 36. De un modo general, si se llama n el número de grados que representa la intensidad luminosa del anillo gris, la diferencia entre el brillo del blanco y dicho anillo, será $360-n$; la proporción entre esta diferencia y el brillo del blanco, estará representado por $\frac{360-n}{360}$ y el valor del sentido luminoso por la inversa de la fracción.

Para algunos observadores, el valor del sentido luminoso sería mayor que el indicado por la fracción de Fechner, pudiendo llegar hasta 180; no se debe perder de vista que estas medidas son siempre relativas, y que los resultados prácticos varían por muchas circunstancias: debe tenerse en cuenta que el blanco del disco nunca es absolutamente blanco, en el sentido óptico de la palabra; y que por intenso que sea el negro, tampoco lo es en lo absoluto, pues refleja siempre algunos rayos luminosos.

Se debe contar con el número suficiente de discos para poder determinar el minimum de diferenciación entre límites muy extensos; para

alcanzar ese objeto, he construido la colección que tengo el honor de presentaros; los sectores han sido trazados con la mayor precisión geométrica posible, indicándose en la tabla adjunta los valores correspondientes á cada uno de los discos; los adapto al pequeño aparato que sirve para imprimirles el movimiento rotatorio y que es muy portátil y de fácil manejo, como puede comprobarse sin dificultad.

Si se examinan los anillos de un disco en rotación, á la simple vista primera, y en seguida á través de un vidrio ahumado ó de color que disminuyen la intensidad del alumbrado, se nota que la diferencia de tonos persiste, lo que prueba que entre ciertos límites, la ley de Fechner se verifica de un modo muy sensible.

En la mayoría de mis observaciones, he podido verificar que el sentido luminoso, medido con estos discos, y empleando una buena luz difusa solar, alcanza con frecuencia el valor de 180 en los casos normales; si se trata de hechos patológicos, la cifra disminuye más ó menos, y llega á ser nula, en casos de ceguera; si el sentido luminoso está notablemente disminuido y tiende á desaparecer, es otro el método de valorarlo; en tales casos, se pone al sujeto por observar en una pieza oscura, dirigiendo al ojo examinado, en distintas direcciones, un haz luminoso reflejado por el espejo oftalmoscópico; también puede presentarse ante el observado la luz de una lámpara ó de una bujía, á distancias desiguales, y en distintas direcciones; por este examen, se sabrá si existe todavía la percepción luminosa ya en todo el campo visual, ya en algunas de sus partes.

Se han empleado escalas en las que hay diversas series de letras negras, sobre un fondo gris, que va siendo más oscuro en cada serie, ó letras blancas sobre fondo oscuro, que se va aclarando más y más; estas escalas no están matemáticamente calculadas, y los resultados que suministran carecen de precisión, pues son del todo convencionales.

Hay otras escalas cuyos resultados son más precisos y que fueron ideadas por Javal; los caracteres de tinte gris, van siendo más pálidos en cada serie; se ha determinado el brillo de las letras, comparándolas con los anillos del disco giratorio; puede objetarse á este procedimiento que los resultados obtenidos, no sólo

dependen del valor del sentido luminoso, sino también de la agudez visual del observado.

Se ha usado otro método que consiste en determinar la agudez visual de la persona observada por medio de las escalas ordinarias, y empleando un buen alumbrado natural; en seguida se va disminuyendo la intensidad de la luz por medio de cortinas que la interceptan ó por otro procedimiento análogo; se observan los resultados obtenidos en el sujeto observado, comparándolos con los que se presentan á igualdad de circunstancias en una persona de vista normal. Puede decirse de este método, como del anterior, que es poco preciso, y que está sujeto á causas de error, entre otras, á la influencia de la adaptación retiniana á la oscuridad.

Aun cuando sea poco empleado, el examen del sentido luminoso á la luz del día, ofrece grande importancia clínica; el valor del límite de diferenciación, no está en relación constante con el de la agudez visual central; puede suceder que este último no haya sufrido alteración apreciable y que aquel haya disminuído más ó menos; esto suele observarse en las atrofas incipientes del nervio óptico, siendo el caso descrito por Krunchel, uno de los primeros que se registran en la ciencia. La observación recogida en Copenhage, se refiere á un sujeto, que á pesar de la palidez de sus papilas ópticas, conservaba intacta la agudez visual central, estando además muy poco estrechado el campo periférico; sin embargo aseguraba el paciente que le costaba un gran trabajo marchar por las calles, á causa de la deficiencia de su vista; examinado con el disco rotatorio, se encontró que la fracción de Fechner había aumentado á $1/10$, siendo por lo tanto de 10 el límite de diferenciación, que estaba notablemente disminuído; esta alteración tan marcada, sirvió para explicar los fenómenos morbosos; aun cuando la agudez visual no había disminuído, la distinción entre los diversos tonos del gris, distribuídos en los pavimentos de la vía pública, había llegado á ser imposible.

Desde que estudio en mis enfermos el límite de diferenciación del sentido luminoso, he podido registrar hechos análogos, en casos de atrofia papilar de causas diversas; últimamente pude observar un caso en que el sentido luminoso había disminuído de un modo más sensi-

ble que la agudez visual, en un sujeto afectado de lo que ordinariamente se llama ambliopía alcohólica, el cual vino á consultarme desde León.

En otras circunstancias he notado lo contrario: el sentido luminoso se conservaba íntegro, habiendo disminuído más ó menos, el *mínimum separable*; es en los vicios de refracción, en los que más acentuada he visto esta falta de concordancia; no hace mucho estudié un caso de querato-globus, determinando astigmatismo irregular en una señorita; aun después de la corrección dióptrica, la agudez visual era imperfecta siendo normal el límite de diferenciación.

Grande interés ofrecen estos estudios, hasta hoy poco cultivados; me propongo continuarlos cuidadosamente por las útiles indicaciones que pueden suministrar á la clínica oftalmológica.

El sentido luminoso, con un alumbrado tan débil, que se aproxime á la oscuridad, ha sido el objeto de minuciosas investigaciones en los últimos tiempos. Los bellos estudios de Parinaud y de Charpentier en Francia, de Nuce en Bélgica, de Von Kries y de Flering en Alemania, han revelado varios hechos muy importantes, acerca de la adaptación de la retina á la oscuridad. Nadie ignora que al pasar de una pieza fuertemente alumbrada, á otra que se halle casi oscura, nos quedamos por lo pronto sin distinguir nada de lo que nos rodea; á medida que pasa el tiempo nos vamos acostumbrando á la suavidad del alumbrado, nuestra retina se adapta á las nuevas condiciones, y cada vez percibimos mejor hasta llegar á un máximo, que se alcanza por lo general en 20 minutos (tiempo que necesita la eritropsina para regenerarse); pasado ese tiempo, la sensibilidad luminosa no sigue aumentando, antes bien permanece estacionaria indefinidamente.

Si por lo contrario, salimos con violencia de una cámara casi oscura en la que hemos permanecido largo tiempo á un lugar profusamente iluminado, nada vemos por lo pronto, la luz intensa nos deslumbra, necesitando algún tiempo para acostumbrarnos á las nuevas condiciones de alumbrado.

La facultad de adaptación á la oscuridad, no es común á todas las partes de la retina; está averiguado que son los bastoncitos, los únicos

elementos que gozan de esa notable propiedad, careciendo de ella los conitos; sólo los primeros están impregnados de púrpura retiniana ó eritropsina, producida á expensas del pigmento de la capa epitelial; como es sabido en la *fovea centralis*, se encuentran exclusivamente conitos, los que en el resto de la retina sensible, se hallan mezclados con bastoncitos. La púrpura retiniana, es una substancia fluorecente, que se modifica bajo la influencia de la luz, transformándose, primero en amarillo visual que produce una fluorecencia verde, y después un blanco visual, cuya fluorecencia es de un verde más subido aún, siendo blanca y mucho más intensa la de la eritropsina no modificada por la luz. Como está demostrado, las substancias fluorecentes, después de absorber los rayos espectrales, aun los ultravioletas, situados más allá de la raya H de Fraunhofer, los restituyen bajo la forma de rayos menos refrangibles, y apreciables como luz; se sabe que el poder fluorecente crece del rojo al violado y aun más allá, siendo nulo en la parte roja del espectro entre las rayas A y B.

El conocimiento de estos fenómenos, da la explicación de varios hechos fisiológicos; los animales cuya retina está provista exclusivamente de conitos, como las culebras, las gallinas y otros muchos diurnos, son normalmente hemerálopes, no pueden ver con la tenue luz crepuscular, y procuran recogerse en sus abrigos antes de que termine la luz del día; como hace notar Parinaud, la expresión familiar «acostarse con las gallinas» tiene por fundamento el hecho mencionado. Por lo contrario, aquellos animales cuya retina es rica en bastoncitos y en púrpura, se adaptan perfectamente á la obscuridad son nictálopes; en ese caso se encuentran los murciélagos, los erizos, los mochuelos y otros muchos reputados de nocturnos.

Cuando en la especie humana se encuentran afectadas las partes periféricas de la retina, la adaptación desaparece ó disminuye, siendo muy imperfecta la visión crepuscular ó con un alumbrado artificial poco intenso; basta para ello que la substancia fluorecente, la púrpura deje de producirse y de impregnar los bastoncitos; esto acontece en ciertos estados de debilidad del organismo que se acompañan de hemeralopia, en ocasiones endémica; dicha perturbación

morbosa puede ser transitoria, pero si hay lesiones periféricas persistentes como en la retinitis pigmentaria ó en ciertas formas de retinocoroiditis sifilíticas, la hemeralopia es duradera y aun incurable; fácilmente se comprende que en tales casos, la agudez central esté conservada con la luz intensa del día y el campo periférico estrechado concéntricamente. La falta de adaptación da la fovea á un alumbrado muy débil, explica perfectamente por qué cuando se trata de distinguir puntos muy poco luminosos, estrellas de magnitudes inferiores por ejemplo, no se les mire exactamente con el centro del ojo, sino desviando ligeramente la visual.

En caso de alteraciones centrales, que impiden el libre funcionamiento de la fovea, los fenómenos son muy diferentes: á veces la causa es enteramente óptica, como una mancha ó leucoma central en la córnea, ó como una catarata nuclear; en tales circunstancias hay más bien nictalopia; una luz muy suave como la crepuscular, permite ver mejor, porque dilatándose la pupila, los rayos luminosos impresionan las partes periféricas de la retina que están intactas y que gozan de la adaptación á la obscuridad. Por razones análogas una escotoma central es más soportable relativamente, con un alumbrado muy débil.

Es muy notable que el valor del sentido luminoso de la fovea, con una luz demasiado suave, sea menor que el de las partes periféricas, porque con un alumbrado suficiente, aquella parte de la retina, está dotada de una sensibilidad exquisita, siendo en realidad el sitio del sentido de las formas geométricas, y sirviendo el límite separable apreciado por ella, para medir la agudez visual central; contiene exclusivamente conitos por elementos sensibles, habiendo demostrado los notables trabajos de Ramón y Cajal, que á cada conito corresponde una celdilla bipolar de la retina, en tanto que una sola de esas celdillas está en conexión con dos ó más bastoncitos.

Desde hace mucho se sabía que los únicos elementos retinianos destinados á la apreciación de los colores, son los conitos; los bellos experimentos de Parinaud, han venido á demostrar una vez más la exactitud de esa aserción. El poder de adaptación de la retina á la obscuridad,

no es el mismo para las diversas partes del espectro; está en razón inversa de la longitud de onda, ó si se quiere, en razón inversa de la refrangibilidad; ese poder va creciendo desde la raya A hasta la H del espectro; nulo para el rojo, encuentra su máximo en el extremo azul y en el violado, pudiendo ser percibidos en virtud de la adaptación, los rayos ultraviolados, que no son visibles habitualmente; hay en esta percepción un fenómeno singular: con excepción del rojo, los otros rayos espectrales, no impresionan á los elementos adaptados de la retina, es decir á los bastoncitos como color, sino tan sólo como luz, observándose lo que se ha llamado el *espectro incoloro*; en la fovea, formada por conitos, aun cuando no hay acrecimiento de sensibilidad, cada hacecillo perceptible del espectro, determina la sensación de un color simple, haya ó no, adaptación de la retina.

En la obscuridad no son igualmente apreciados por la retina adaptada todos los cuerpos, sea cual fuere su color. Ya Purkinje había notado, que las superficies de color azul pueden ser percibidas con el alumbrado más débil, y que son las de color rojo las que necesitan una luz más intensa, para ser apreciadas; este hecho se designa con el nombre de *fenómeno de Purkinje*.

Parinaud ha hecho sus experimentos con un aparato muy perfeccionado, que no fácilmente es aplicable en las investigaciones clínicas. Para formarse un juicio aproximado del poder de adaptación de la retina á la obscuridad, se pueden emplear escalas cromáticas que examinará el observador en una cámara casi oscura, en la que ha permanecido 20 minutos; como es fácil demostrar, no impresionan de igual modo á la retina, los papeles de distintos colores, siendo su perceptibilidad en razón inversa de la longitud de onda luminosa, partiendo del azul, siempre que la obscuridad sea muy marcada, y que los colores empleados sean de tonos igualmente subidos; esto puede notarse con las escalas que tengo el honor de mostraros y que he arreglado para este género de observaciones; las partes percibidas, determinan impresiones luminosas, más ó menos intensas, pero no producen sensación clara de color.

No es necesario encarecer la importancia clí-

nica de la adaptación retiniana, y del sentido luminoso, bajo la influencia de un alumbrado sumamente débil, puesto que sus alteraciones suministran datos muy útiles para el diagnóstico y pronóstico de algunas afecciones oculares.

*
**

Señores: las leyes físico-químicas bastan para explicar la mayor parte de los fenómenos, que se refieren al paso de los rayos luminosos á través de los medios refringentes del ojo y á la formación de una imagen en la retina, así como á las modificaciones de la eritropsina, bajo la influencia de la luz; las matemáticas encuentran una brillante aplicación, en varios de esos hechos, á decir verdad muy complicados; subsisten algunos puntos dudosos que son de una importancia secundaria. Pero una vez que la imagen retiniana se ha formado, continúa una serie de actos fisiológicos mucho más difíciles de comprender; esos actos sirven de enlace entre un fenómeno de naturaleza física (reunión de los rayos luminosos en una membrana sensible), y un hecho de orden psíquico (percepción clara de la luz, juzgada y discernida por el *yo consciente*). La reacción que la luz determina en la retina, es trasportada por el segundo par nervioso, por el quiasma y por las bandas ópticas, á los centros encefálicos inferiores de la visión (cuerpos geniculados externos, tubérculos cuadrigéminos inferiores y pulvínar), en donde dan lugar á una sensación subconsciente (sub-liminal de Myers, poligonal de Grasset), capaz de producir reflejos. De estos centros de psiquismo inferior, y por las fibras sensibles de la cápsula interna, así como por su continuación en el hemisferio respectivo, la reacción es transmitida en último análisis, á los centros encefálicos superiores ó psico-ópticos, situados en el lobo occipital del cerebro, probablemente al nivel de la materia gris del *cuneus* y de la *cisura calcarina*. Por los bellos descubrimientos de Ramón y Cajal, se sabe que las conexiones, entre las extremidades prolongadas de las neuronas son de simple contigüidad y no de continuidad; se comprende por lo mismo, que dichas conexiones pueden ser interrumpidas temporalmente; de aquí se infiere que para que la luz sea conscientemente percibida, no bas-

ta la integridad anatómica de los elementos sensibles; es necesario que conserven su arreglo y sus relaciones normales; así se puede concebir la ceguera de orden nervioso, *sine materia*, de la que he descrito varios casos que ofrecen notables caracteres.

En el supuesto de que el funcionamiento nervioso sea perfecto, debemos preguntarnos: ¿Por qué mecanismo una reacción determinada por un agente físico, la luz, se convierte en el organismo vivo, en una impresión sensorial y en un estado de conciencia? Es lo que ignoramos en el estado actual de nuestros conocimientos. ¿Llegaremos por ventura á saberlo algún día? La ciencia positiva no debe preocuparse por esto, pues su principal objeto es, como decía mi sabio maestro el Sr. Dr. Barrera, el estudio de las relaciones constantes que existen entre los fenómenos. Los datos adquiridos son útilmente aprovechados en la práctica, conforme al principio: «Saber para prever. Prever para obrar.»

Mucho se ha adelantado en el estudio del sentido luminoso, siendo de esperarse que á fuerza de perseverancia, se consigan nuevos triunfos; debemos creer que la ciencia en su constante lucha con las tinieblas de la ignorancia, llegue á disiparlas por completo, consiguiendo que se haga la luz intelectual pura y radiante, como se hizo la luz física en el universo, según refieren las palabras del Génesis, sublimes por su sencillez: «Sea la luz. Y la luz fué.»

México, octubre 1° de 1905.

DR. JOSE RAMOS.

DISCURSO

DE

CLAUSURA DEL AÑO ACADEMICO

POR EL SEÑOR PRESIDENTE.

SEÑOR SUBSECRETARIO.

SEÑORES:

Noble y justo orgullo debemos sentir los que siguiendo antigua práctica, venimos ahora á celebrar un nuevo aniversario, á la vez que á inaugurar un nuevo año en las labores de esta docta Academia.

Favorecidos por la honrosa presencia del señor Subsecretario de Instrucción Pública y Bellas Artes, y engalanados con la valiosa asistencia de los señores representantes de honorables sociedades así como de la prensa, no podemos menos de pensar con satisfacción que la Academia Nacional de Medicina goza de honroso prestigio y que ha alcanzado quizá científica y socialmente el lugar que sus primeros obreros soñaran para ella.

La benevolencia de ustedes, señores Académicos, quiso colocarme durante el año que acaba de transcurrir, en la presidencia de esta sociedad, y cumpliendo con un grato deber, tengo que presentar á vuestra vista un bosquejo de nuestro estado actual, de nuestras tendencias y de nuestras necesidades, para que podáis juzgar si el espíritu que nos legaran nuestros predecesores no ha decaído, si no nos hemos apartado de la senda de progreso que ellos nos marcaran. Mas antes de tocar dicho asunto, creo ser fiel intérprete de vuestros sentimientos dando la más cordial bienvenida á nuestros honorables huéspedes.

La bien escrita reseña de nuestro primer Secretario, nos pone al tanto del movimiento científico verificado en el año académico que recientemente terminó; ella nos da cuenta asimismo de los pormenores concernientes á la parte económica; no será, por lo tanto, con esos datos con los que ocupe vuestra atención, sino que examinando vuestra labor desde un punto de vista más general, la llevaré para ponerla en paralelo con la recogida en otras épocas, cada una de las cuales marca, por decirlo así, una etapa en el desenvolvimiento de la corporación.

Creada, como es sabido, por disposición gubernativa en época de la intervención francesa, la llamada «Sección Médica» formaba parte de una gran «Comisión científica,» cuyo principal objeto era poner al Gobierno en posesión de todos los datos conducentes al conocimiento de las condiciones biológicas y sociológicas en el país mexicano. Allí, en el seno de esa sección médica fueron discutidos los primeros y notables trabajos de D. Miguel Jiménez acerca del tabardillo y su distinción de la fiebre tifoidea, cosa que nuestro sabio clínico había anunciado mucho antes, en época en que los autores