

NUEVAS ORIENTACIONES PARA LA TEORÍA DE LA VISIÓN⁽¹⁾

POR

D. MANUEL MALUQUER

INGENIERO DE CAMINOS

Conferencias dadas en el Ateneo de Madrid en los días 24 y 26 de Marzo último.

SUMARIO

AL LECTOR

AL LECTOR.
SALUDO Á CAJAL.

ESTUDIO SOBRE LA VISIÓN

PRELIMINARES

La visión y la función sensorial en general.
Funciones visuales.

Retina.

Descripción de la retina.

Primera neurona:

Imagen luminosa sobre la célula visual.—Aberración de esfericidad y astigmatismo.
Impresión incolora en las células visuales.—Teorías emitidas.—Mi propuesta.
Impresión del color en las células visuales.—El color.—Teorías emitidas.—Aberración cromática.—Mi propuesta.

Segunda neurona:

Paso de la corriente por la bipolar y su etiquetado por las células amacrinas.

Tercera neurona (última de la retina):

Paso de la corriente nerviosa á la ganglionar y amplificación de su intensidad.

Nervio óptico.

(CONTINUACIÓN DE LA TERCERA NEURONA)

Su subdivisión terminal entre el cuerpo geniculado externo y el tubérculo cuadrigémino anterior.

Cerebro.

Descripción del cuerpo geniculado externo, del tubérculo cuadrigémino anterior y de la corteza cerebral en la región visual (fisura calcarina).

Cuarta neurona:

Separación de las corrientes según los colores, en el cuerpo geniculado externo.

Quinta neurona:

Células cromáticas de la fisura calcarina de la corteza cerebral.

Restantes neuronas antes de la célula perceptiva:

Sus funciones.

Neurona de la percepción:

Su disposición para la percepción y actualización de ésta.

RESUMEN

Puntos nuevos para la teoría de la visión (luz y colores).

Como todo acto sensible se percibe mejor cuando se está advertido de sus caracteres principales, creo muy práctica la costumbre de anteponer á los libros un prólogo que explique las características principales del asunto que se va á tratar, pues si no, necesitamos leerlo dos veces, una para enterarnos en general y otra poniendo ya los *fortes* ó los *pianos* de la atención donde proceda.

Aunque el presente trabajo parece no requerirlo por su poca extensión, hácenlo imprescindible los temas que se plantean; es un estudio que sólo se esboza, dados los conocimientos limitados del autor en la materia, pero el apunte queda suficientemente indicado para que el lector pueda corregirlo y completarlo.

Así como en general las teorías de la percepción luminosa se limitan á explicar la impresión de la luz en la primera célula de la cadena de ellas que van de la retina al cerebro, en la que propongo se asigna á cada una la parte que le corresponde en la función total.

Los principios en que fundo la impresión visual son distintos de los admitidos; en todas las teorías sobre *análisis del color* se supone que los tres colores fundamentales en que se descompone cualquier matiz originan *á la vez*, por uno ú otro medio, *distinta impresión*; yo sostengo que originan *en tiempos distintos*, sucesivamente, *la misma impresión*; suponen que la energía física exterior se transforma directamente dentro del órgano sensorial en energía química, térmica, eléctrica ó mecánica como intermedia para la nerviosa ó directamente en ésta; en

(1) *Explicación necesaria.*—Pudiera extrañar al pronto la publicación íntegra de este trabajo en la Revista profesional de los Ingenieros de Caminos, por tratar en él de elementos acaparados por la Fisiología. Sin embargo, el adelanto de las ciencias ha ido borrando fronteras, y tan propio es estudiar el órgano de la visión en su funcionamiento *eléctrico*, como en su funcionamiento *óptico*, único que hasta ahora ocupó un capítulo de la Física que estudiamos en la base de nuestra carrera.

Elementos fisiológicos son la córnea, el cristalino, el humor acuoso y el vítreo, y á nadie extraña que, prescindiendo de su carácter fisiológico, hayamos tratado de ellos como medios refringentes y examinado la marcha de los rayos luminosos á su través para pintar las imágenes en la retina. Como si esta membrana fuese un tabique divisorio entre el mundo físico y el fisiológico termina hoy la Física ahí la explicación del fenómeno visual, pareciendo que no queda ya al organismo más misión que *trasladar* esas imágenes al cerebro.

No se puede ni se debe partir así un aparato orgánico de elementos solidariamente enlazados, cuya explicación podemos seguir hasta el final con las nociones que poseemos de la Física. No indagemos las causas fisiológicas que permiten realizar esas funciones físicas; marchemos sobre la superficie de esa corriente de ideas sin buscar el fondo, huyendo, sin embargo, de caer en el error de que todo ello se produce sin necesidad de la energía biológica; el lenguaje de la electrotecnia nos da el medio para explicarnos, sin que eso quiera decir que los fenómenos nerviosos entren de lleno dentro de las formas conocidas de la electricidad.

La Física con sus leyes llegó hasta la retina; sin separarse de ellas puede llegar hasta la región visual del cerebro y explicar los fenómenos de la visión con que hoy se encabeza cualquier tratado de fotometría, sobre todo de la heterocromática.

Conste, pues, que no nos salimos del terreno de la Física, ni, por tanto, del de las materias tratadas en esta Revista.

lugar de esto afirmo que *no hace más que variar la resistencia de un circuito local* atravesado constantemente por una corriente eléctrica fisiológica; la *intensidad luminosa*, en vez de traducirse, pues, *directamente* en la de esa energía derivada intermedia, no hace más que regular *indirectamente* la intensidad de esa otra energía *independiente*, facilitando más ó menos su circulación; con pequeñas causas se pueden producir así grandes efectos. Y enlazado con esos nuevos puntos de vista demuestro que los supuestos defectos ópticos del ojo normal (aberración de esfericidad, astigmatismo y aberración cromática), que hicieron exclamar á un ilustre físico que si un óptico le hubiese entregado el ojo humano se lo hubiera devuelto por imperfecto, son todo lo contrario; más aún que perfecciones del ojo son las bases esenciales de su funcionamiento; sin ello la agudeza visual sería muy pequeña y el análisis de los colores requeriría material complicado; con ello, en cambio, la óptica física ayuda á realizar tales funciones sin añadir sustancias ignoradas ni propiedades desconocidas; la célula visual se simplifica bastando con que sea y contenga lo que el microscopio enseña. Esa sencillez en la célula colectora, de la retina, repercute en la totalizadora ó perceptiva, del cerebro, con la cual se corresponde y ambas entrañan la especialización cualitativa de las células intermedias de la cadena retino-cerebral, pues en algún lado se ha de teñir la corriente nerviosa de la modalidad de cada color antes de componerse; pero esa subdivisión de funciones la sitúo donde la investigación histológica ha encontrado que dicha corriente se subdivide en nuevas cadenas de neuronas, de naturaleza distinta, sin que se las haya asignado cometido diferente y no en la primera célula, donde aquélla no revela distinción ninguna.

Si no se las asignó cometido fué, sencillamente, porque se encargó á la célula visual de todo, de lo que hace y de lo que no hace, para la captación de la luz y sus colores, con lo cual quedaban relegadas todas las demás al papel casi de meros conductores.

Hay que rebajar en importancia las unas y aumentar la de las otras, pues todas las de la cadena retino-cerebral forman un conjunto orgánico de funciones estrechamente enlazadas en todos sentidos para que cada una sea lo más sencilla posible y requiera, para llevarla á cabo, un mínimo trabajo.

Igual que para el sentido de la vista, en el del oído, olfato y gusto ha habido siempre el prejuicio de atribuir la diversidad de funciones á la primera neurona del órgano exterior como para soltar pronto la carga de la dificultad de explicarlas. Y ha resultado luego que su examen no ha corroborado la multiplicidad natural que tal hipótesis demanda.

En resumen: intentamos atacar el problema, en toda su complejidad, de acuerdo con lo que la Histología ha

revelado hasta hoy, en cuanto al material de células nerviosas de que podemos disponer (sin añadir ninguno nuevo, por exigencias de la hipótesis establecida), y con lo que la Física enseña en sus secciones de Óptica y Electricidad, para las funciones que han de ejecutar, partiendo de estos dos puntos esenciales: *la intensidad luminosa se recoge con la aberración esférica y el color con la aberración cromática, influyendo ambas en la resistencia eléctrica de la célula visual.*

La gran profusión de teorías que se han emitido para la impresión de la luz en las células visuales contrasta con la ausencia absoluta de las mismas para la función de las células perceptivas del cerebro. Forjaron, aquéllas, formas distintas para las corrientes nerviosas, correspondientes á los colores fundamentales, y dejan á la célula psíquica que las interprete; á vibración distinta, sensación distinta; á vibración compuesta, sensación compuesta. Si de momento satisface esta explicación simplista, á poco que se reflexione se ve que si para el sonido los tonos diferentes se registran en la región cerebral acústica, en células separadas, y la Naturaleza no ha dejado á una sola la interpretación de las vibraciones distintas, se comprenderá que hay que ir más allá en la explicación del fenómeno, hay que buscar una diferenciación espacial, de que tanto gusta el organismo, dentro de la misma célula, ya que aquí las células diferentes sirven para acusar impresiones de puntos diferentes de la retina.

Esa diferenciación espacial la establezco con la posición de cierta esférula (que se conoce hoy con el nombre de cuerpo accesorio) dentro del núcleo de la célula psíquica perceptiva. Cada posición relativa representa un color complejo.

La sensación del color fundamental, recién llegado á dicha célula, se suma con la persistencia de las sensaciones de los otros dos recogidos en la fase ó fases anteriores.

Hoy se supone que las impresiones de los tres colores fundamentales llegan á la vez y varían en cada instante, en relación con los del excitante exterior. La sensación compleja variaría, pues, con éste en cada instante; satisfacción engañosa, por cuanto cada presente borra el anterior y para comparar dos sensaciones sucesivas hace falta que las dos estén presentes; mal se puede comparar lo que existe y lo que fué, á menos que compliquemos la máquina con nuevas células ú órganos en ellas para la persistencia de cada sensación.

En mi propuesta parto de este punto esencial: *Cada sensación se cambia en la siguiente por partes, enlazándose siempre las antiguas con la producida por la impresión recién llegada.*

Dichas proposiciones ¿son nuevas ó han sido ya expuestas alguna vez y acaso refutadas?

Lo ignoro; lo único que puedo afirmar es que no las he visto en los libros que he leído y cito en la nota (1).

En que sean nuevas ó no, no pongo ningún empeño; expongo las ideas por lo que en sí son; si no fuesen nuevas tendrían más autoridad al haber sido expuestas por otros. Mi trabajo se limita á presentar juntos hechos conocidos de la Física y de la Fisiología ó Histología, y contrastarlos para buscar en aquéllos la explicación que en éstos se ignora; trabajo exclusivo de recopilación, para que el lector mismo deduzca las consecuencias.

El programa adoptado para la exposición de este estudio es el siguiente:

RETINA.—Su descripción.

PRIMERA NEURONA.—*Imagen luminosa sobre la célula visual*.—Aberración de esfericidad y astigmatismo.

(1) S. Ramón y Cajal.—Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados.

S. Ramón y Cajal.—Elementos de histología normal.

S. Ramón y Cajal.—Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux.

S. Ramón y Cajal.—Trabajos del Laboratorio de investigaciones biológicas (publicación anual desde el año 1901 al 1914).

S. Ramón y Cajal.—Plan de estructura del tálamo óptico.

S. Ramón y Cajal.—Fotografía de los colores.

José Gómez Ocaña.—Fisiología humana teórica y experimental.

José Gómez Ocaña.—Fisiología del cerebro.

José Gómez Ocaña.—Bosquejo de una nueva teoría de la visión.

Luigi Luciani.—Fisiología dell'uomo.

Prenant, Bouin, Maillard.—Histologie.

Van Gehuchten.—Le système nerveux de l'homme.

Dictionnaire encyclopedique des sciences medicales.

Revue de Physiologie.

Francisco Tello.—Disposición macroscópica y estructura del cuerpo geniculado externo.

M. A. Foster.—Tratado de fisiología.

J. Beclard.—Tratado de fisiología humana.

Juan Magaz y Jaime.—Tratado de fisiología humana.

F. Viault, F. Jolyet.—Fisiología humana.

L. Landois Rosemann.—Tratado de fisiología humana.

N. Zuntz, A. Loewy.—Fisiología dell'uomo (traducida del alemán al italiano por Bruno Brunacci).

Parinaud.—La vision. — Etude physiologique.

Dr. Manuel Márquez.—Contribución al estudio de la acción nociva de la luz.

Rosenthal.—Les nerfs et les muscles.

Raphiel Dubois.—La vie et la lumière.

Valude.—L'oeil.

Louis Dor.—La fatigue oculaire et le surmenage visuel.

G. Weiss.—Precis de physique biologique.

M. Mendelssohn.—Les phénomènes électriques chez les êtres vivants.

Augustin Charpentier.—La lumière et les couleurs au point de vue physiologique.

Marcelle Doutech-Dezeuze.—L'image et les réflexes conditionnels dans les travaux de Pavlov.

Ramón Jardí.—Estudio de algunos fenómenos de fotometría heterocromática.

F. Forichon.—La couleur.

L. Amaduzzi.—Il selenio.

J. P. Nuel.—La vision.

J. Luys.—Le cerveau.

Vicente Ots.—El cerebro.

Martín Navarro y Flores.—Manual de Psicología experimental.

Spencer.—Primeros principios.

Spencer.—Principios de Psicología.

Román Gregorio González y Martínez de Pinillos — Psicología.

P. Marcelino Aradiz.—Percepción visual de la extensión.

Abel Rey.—La philosophie moderne.

Balmes.—Filosofía fundamental.

Tomás Maestre.—Introducción al estudio de la Psicología positiva.

Ch. Féré.—Sensación y movimiento.

Francisco Santamaría.—Los sentidos.

Georges Duvalshauvers.—L'inconscient.

Charles Dunan.—Essais de philosophie générale.

Mercier.—Curso de filosofía. Psicología.

Mercier.—Los orígenes de la psicología contemporánea.

Dr. Th. Ziehen.—Psicología fisiológica.

Revue générale des sciences pures et appliquées.—Artículos diversos relacionados con la visión y el sistema nervioso.

A. Binet, H. Pieron.—L'année psychologique (tomos publicados del año 1894 al 1914).

Impresión incolora en las células visuales.—Teorías emitidas.—Mi propuesta.

Impresión del color en las células visuales.—El color.—Teorías emitidas.—Aberración cromática.—Mi propuesta.

SEGUNDA NEURONA.—Paso de la corriente por la bipolar y su etiquetado por las células amacrinas.

TERCERA NEURONA (última de la retina).—Paso de la corriente nerviosa á la ganglionar y amplificación de su intensidad.

NERVIO ÓPTICO (continuación de la tercera neurona). Su subdivisión terminal entre el cuerpo geniculado externo y el tubérculo cuadrigémino anterior.

CUARTA NEURONA.—Separación de las corrientes según los colores, en el cuerpo geniculado externo.

QUINTA NEURONA.—Células cromáticas de la fisura calcarina de la corteza cerebral.

RESTANTES NEURONAS ANTES DE LA CÉLULA PERCEPTIVA.—Sus funciones.

NEURONA DE LA PERCEPCIÓN.—Su disposición para la percepción y actualización de ésta.

Aunque ya dije al principio que sólo presentaba este estudio á modo de boceto ó apunte, bueno será advertir al lector que no espere encontrar para cada uno de esos temas su exposición completa y que persiga la duda hasta sus últimos rincones. Se trata de simples pinceladas, que no porque vayan con letras de molde van más allá de lo que cabe exponer en dos conferencias. No presento un tratado, sino un programa de estudio.

Las nuevas propuestas, ¿á qué escuela psicológica tienden?

Á ninguna en particular; pues, tratado el asunto sólo bajo el aspecto fisiológico, igual encajan en la teoría de los estados elementales independientes de conciencia que en la del fluir incesante de la misma, tanto en la del paralelismo psicofisiológico de Ziehen como en la biológica de Bergson, James y del pragmatismo americano.

La parte que se roza con la psicología está sólo tratada á modo de marco del cuadro ó de fondo sobre el que se destaca la función fisiológica; no pretendo entrar en aquélla, y, por tanto, no se deriven consecuencias de un concepto ó una frase mal aplicada.

Sólo me resta añadir que si á las conferencias que sobre este asunto di en el Ateneo de Madrid (1) fuí compeleido por bondadosos compañeros, con los cuales compartí algunas veces sobre estas materias, á la publicidad por la impresión he ido por benévolos oyentes que me hicieron contraer este compromiso; al pasar de una á otra forma he procurado aclarar conceptos y ordenar mejor la exposición, poniendo, en primer lugar, los principios generales de toda sensación.

(1) En los días 24 y 26 de Marzo del corriente año.

Esta es ocasión de agradecer á cuantos me honraron con su asistencia á las conferencias citadas la atención que prestaron y las corteses frases con que me animaron en la empresa acometida.

Al presentarme hoy al lector sé que si después de lo que llevo dicho se toma el trabajo de recorrer las páginas siguientes es porque siente afición á esta clase de estudios y duda sobre la posibilidad de lo propuesto; por tanto, sabrá disculpar á quien, sintiendo igual afición, aunque con escasos conocimientos, dude también y aguijoneado por el ansia de saber (*hambre de la inteligencia*, según expresión de D. Amalio Gimeno) publique este trabajo á título de interrogante.

Saludo á Cajal.

Antes de entrar en materia dirijo hoy, como hice en la primera conferencia, un respetuoso saludo al gran histólogo español, al sabio eminente de fama reconocida en todos los países D. Santiago Ramón y Cajal, que hizo dar á la ciencia humana un salto de gigante al romper la teoría de la continuidad nerviosa y defender la independencia de las neuronas, lo cual ha permitido explicar con la variedad de sus combinaciones cómo pueden realizar las funciones más complejas.

La grata lectura de sus libros ha paseado mi inteligencia por el bosque nervioso, y al asomarla á los abismos del misterio, han producido en mí el vértigo de la curiosidad que atrae, la irresistible tentación de vislumbrar lo que hay en el fondo. ¡Perdonad el atrevimiento de quien lleva poco bagaje científico para ello; no es mía la culpa; que no escriba libros tan interesantes que obligan á pensar!

Tan grande fué el descubrimiento de la continuidad vasosanguínea como lo ha sido el de la discontinuidad néurica, dando personalidad á la neurona ó unidad nerviosa con su cuerpo ó soma y sus dos expansiones: la celulípeta, parecida al ramaje de un árbol recogiendo la corriente, y la celulífuga, fibra delgada con raicillas colaterales que la emiten para la neurona siguiente, sin limitarse el soma al papel de conductor sino tomando parte activa en la transformación de la corriente. No son meros trozos de cable, son individualidades vivas que, ante la excitación que reciben, reaccionan cada una á su manera; cada neurona tiene personalidad propia y modifica la irritación recibida en vista de sus enlaces y de la constitución de su núcleo que, á su vez, es un organismo complejo al que ha consagrado Cajal un luminoso trabajo.

La teoría de individualidad é independencia de las neuronas permite explicar, sencillamente, varios fenómenos vitales; el sueño, por ejemplo, debido á la retracción de las raicillas de las neuronas, que cortan así la comunicación del sistema nervioso, dejando tan sólo algunos centinelas para despertar ante una sensación fuerte, ó regiones enteras en vela en el sueño superficial, no profundo, y para todos los ruidos menos para el que se quiere seguir prestando atención en el sueño parcial, como el molinero que despierta al ruido de la muela en vacío, el que anda dormido ó se sostiene dormido sobre un caballo; permite explicar la educación de la inteligencia con la gimnasia cerebral, que organiza y multiplica las raicillas que ponen en relación unas células psíquicas con otras, facilitando la asociación de ideas y construyendo complejos de éstas que

son conceptos de orden superior, con lo cual quedó destruida la teoría de Lombroso sobre el criminal nato; permite explicar del mismo modo, cómo vamos creando nuestros hábitos ó movimientos complejos que ejercitamos á diario en gran número, de los que se descarga así el cerebro para que no tenga que intervenir constantemente la voluntad en cosas de detalle ya aprendidas, creaciones que sustituyen al instinto de los animales; permiten darnos cuenta de la diferente organización estructural de la corteza del cerebro del tipo intuitivo y la del lógico ó discursivo, presentando aquél amplios enlaces transversales, y éste, en sentido de la profundidad, que sirven al primero para dominar conjuntos de cosas y al segundo para sondearlas, intuiciones de amplia superficie y poco fondo, y de escaso frente y mucha profundidad, predominio de la armonía sobre la melodía ó viceversa; la fulguración por cortos circuitos de toda una región en el genio sin tener que apelar al raciocinio, que es el zancadeo de unas células á otras, á que nos vemos obligados á recurrir por la pequeñez de nuestro ángulo visual intelectual que no puede abarcar á la vez más que pocas ideas ó una sola, al contrario de la intuición, que nos permite la visión intelectual panorámica; sirve, en suma, para explicar cómo en esa gran central y red electro-nerviosa, de tantos elementos distintos, obedeciendo á la ley de división del trabajo y de ahorro de espacio, tiempo y energía, sin inútiles recorridos ni falsas maniobras, se conectan á voluntad unas conducciones con otras, se montan las máquinas en serie ó en cantidad, funcionan frenos automáticos y reguladores y pueden variarse las combinaciones, de modo que el organismo total adquiera flexibilidad suma para amoldarse á la impresión del medio ambiente que recoge y para recoger de él sólo lo que la voluntad quiera.

Es como si con esta suma flexibilidad é inestabilidad se espiritualizase la materia de nuestro cuerpo en lo posible para que pueda servir de instrumento al alma, que es la que hace que el cuerpo sienta, y á su través piense y quiera; la única que crea y que ha determinado esas combinaciones automáticas de los reflejos para no tener que intervenir en cada caso, aunque siempre se reserva la facultad de inhibir ó cambiar su funcionamiento y que actúa, no como un eslabón integrante de la cadena cíclica de la energía material, sino fuera de ella y compenetrada con ella, como inductor é inducido, energía directa y energía obrera.

La labor de Cajal no se ha limitado á dar fe de vida á la neurona, presentando como testimonios á las que ha recogido de todas especies, sino que, con una constancia admirable, ha ido descubriendo, región por región, milímetro por milímetro, su organización y deducido de ella consecuencias fisiológicas. Es una tarea superior á las fuerzas de un hombre; pero sin anonadarle lo que falta por andar, y satisfecho de lo explorado, avanza sin cesar, sin perder terreno; entrega á la ciencia sus nuevas investigaciones y sigue persiguiendo raicillas infinitesimales, preparando inyecciones diferentes que arrojan á lo mejor sobre el microscopio familias enteras de neuronas de forma no sospechada. El número de sus descubrimientos no deja tiempo para apreciar y alabar el inmenso valor de cada uno.

La poca importancia del presente trabajo me impide dedicárselo; pero por gratitud de lo que en sus libros he aprendido, lo encabezo con su nombre.