

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES



**ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO DEL ORIGEN DEL OFTALMOSCOPIO Y SU
REPERCUCIÓN EN LA OFTALMOLOGÍA EN MÉXICO**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO:
DE MAESTRÍA EN CIENCIAS EN METODOLOGÍA DE LA CIENCIA**

P R E S E N T A:
OCTAVIO AUGUSTO LÓPEZ MENDOZA

DIRECTORES:

DRA. ESPERANZA LOZOYA MEZA
DR. LUIS MAURICIO RODRÍGUEZ SALAZAR

México D.F.

Enero del 2012.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F., siendo las 13:00 horas del día 05 del mes de diciembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIECAS para examinar la tesis titulada:

"Análisis Epistemológico del Origen del Oftalmoscopio y su Repercusión en el Desarrollo de la Oftalmología en México"

Presentada por el alumno:

<u>López</u>	<u>Mendoza</u>	<u>Octavio Augusto</u>
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)
Con registro:		
B	0	9 1 1 8 5

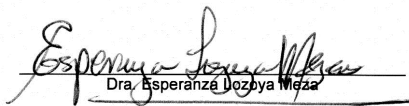
aspirante de:

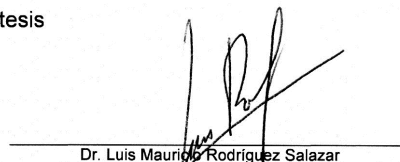
Maestría en Ciencias en Metodología de la Ciencia

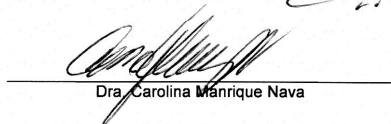
Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

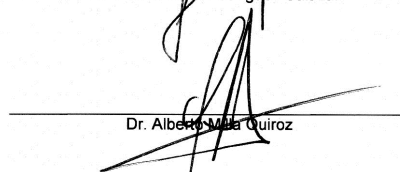
LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis


Dra. Esperanza Lozoya Meza

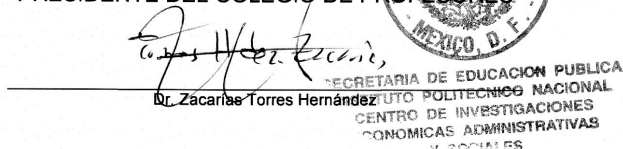

Dr. Luis Mauricio Rodríguez Salazar


Dra. Carolina Manrique Nava


Dr. Alberto Mela Quiroz


Dra. Norma Patricia Maldonado Reynoso

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


Dr. Zacarías Torres Hernández

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES
ECONÓMICAS ADMINISTRATIVAS
Y SOCIALES

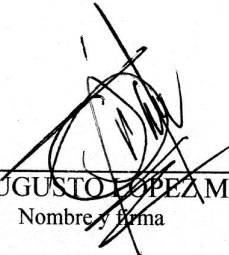


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día 06 del mes enero del año 2012, el (la) que suscribe Octavio Augusto López Mendoza alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias en Metodología de la Ciencia con número de registro B091185, adscrito a Centro de Investigaciones Económicas Administrativas y Sociales, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de Dra. Esperanza Lozoya Meza y Dr. Luis Mauricio Rodríguez Salazar y cede los derechos del trabajo intitulado Análisis Epistemológico del Origen del Oftalmoscopio y su Repercusión en la Oftalmología en México, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección olopezm@ipn.mx Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


OCTAVIO AUGUSTO LÓPEZ MENDOZA
Nombre y firma

A G R A D E C I M I E N T O

Mi Agradecimiento sincero:

Al Instituto Politécnico Nacional, porque me brindó la oportunidad de estudiar una licenciatura y de proseguir mis estudios de maestría.

A la Dra. Dra. Esperanza Lozoya Meza por dirigir mi tesis.

Al Dr. Luis Mauricio Rodríguez Salazar por su valiosa orientación para concluir mi trabajo de tesis.

A la Dra. Carolina Manrique Nava quien me ofreció su apoyo incondicional, desinteresado, ofreciéndome su tiempo y sus conocimientos para llegar a buen termino en este trabajo.

A la Maestra en Ciencias Lourdes Vargas Huerta por su ayuda en la búsqueda bibliográfica.

A mis profesores de la maestría, al M en C. Pedro Mendoza, al Dr. Fernando García Córdoba, al Dr. Benjamín Méndez, al Dr. Onófre Rojo Asenjo, a la Dra. Gabriela Riquelme, a la M en C. Aida Castañeda, al Dr. Humberto Monteón González, a la M en C. Esperanza Verduzco por compartir sus enseñanzas y permitirme seguir creciendo intelectualmente.

D E D I C A T O R I A

Esta tesis esta dedica:

A mi Padre:

Dr. Alberto Manuel López Vargas (+) quien me apoyó en todo momento de mi carrera a nivel licenciatura y sin su apoyo moral y económico no hubiera sido posible llegar a esta segunda etapa de mis estudios, la etapa de los estudios de Maestría.

A mi Madre:

Petra Mendoza Tenorio quien con amor, paciencia logró formar en mi y mis hermanos una familia de exitosos profesionistas.

A mi Esposa:

Sara por estar a mi lado en 30 años de mi vida.

A mis Hijos:

Estefanie Berenice, Octavio Alberto, Alejandro, Karen Andrea, porque son mi orgullo.

A mi nieto:

Yerik Sebastián porque llegó para unir a la familia.

INDICE

Resumen.....	7
Abstract.....	8
Índice de figuras	9
Glosario.....	10
Introducción.....	18

1. ANTECEDENTES DE LAS CIENCIAS MÉDICAS Y LA OFTALMOLOGÍA

1.1 El proceso de cambio de las ciencias en los siglos XVIII y XIX.....	24
1.2 La especialización científica y los últimos científicos universales...	26
1.3 El desarrollo de las ciencias médicas y sus instrumentos.....	28
1.4 Orígenes históricos de la oftalmología.....	35

2. ESTUDIOS DEL SISTEMA VISUAL POR LOS PRECURSORES DEL OFTALMOSCOPIO

2.1 Leonardo Da Vinci.....	43
2.2 Isaac Newton, Tomas Young y la teoría Tri-cromática.....	52
2.3 Hermann Ludwing Ferdinand Von Helmholtz.....	53
2.4 Albrecht Von Graefe.....	64

3. EL ORIGEN DEL OFTALMOSCOPIO COMO INSTRUMENTO CIENTÍFICO

3.1 Características del fondo del ojo.....	70
3.2 Descripción del oftalmoscopio como instrumento científico.....	74
3.3 Fundamentos epistemológicos del principio óptico del Oftalmoscopio.....	75

3.4 El oftalmoscopio como herramienta metodológica de análisis Clínico.....	81
3.5 El oftalmoscopio y su repercusión en la instrumentación oftalmológica.....	85
4. LA LLEGADA DEL OFTALMOSCOPIO A MÉXICO Y CIENTÍFICOS QUE LO HICIERON POSIBLE	
4.1 Dr. Manuel Carmona y Valle y Dr. Ángel Iglesias.....	93
4.2 Dr. José María Vértiz y Delgado.....	96
4.3 Dr. Ricardo Vértiz Berruecos.....	98
4.4 Dr. Fernando López y Sánchez Román.....	99
Conclusiones.....	102
Bibliografía.....	105

RESUMEN

Con el desarrollo que tuvieron las ciencias Física, Química y en especial las ciencias médicas en los siglos XVIII y XIX, la medicina da un giro hacia la especialización dando origen a la oftalmología como una de las primeras especialidades en la medicina, debido al desarrollo de la instrumentación médica, en especial con el diseño del oftalmoscopio, mas allá de una herramienta metodológica o instrumento de desarrollo tecnológico, al investigar sobre su origen se analiza su valor epistemológico al ser productores de nuevos conocimientos considerándolo entonces como un instrumento científico.

Finalmente se destacan los trabajos de algunos precursores y se presenta la llegada a México de este instrumento científico de reciente creación enfatizando el papel de científicos mexicanos así como su impacto en nuestro país.

ABSTRACT

With the development that sciences such as physics or chemistry had and especially the medical sciences during the eighteenth and nineteenth centuries. Medicine turns toward specialization giving rise to ophthalmology as one of the first specialties in medicine, due to the development of medical instrumentation, especially the design of the ophthalmoscope, beyond a methodological tool or instrument of technological development. As well as investigating its origin its epistemological value is analyzed, since they are producers of new knowledge considering it as a scientific instrument.

Finally, the projects of some pioneers are highlighted and show the arrival of this newly developed scientific instrument to Mexico emphasizing the role of Mexican scientists and its impact in our country.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1	Herman Snellen y su test de agudeza visual	39
2	Cámara obscura portátil de Kircher	45
3	Dibujos del cráneo	47
4	Dibujos de las estructuras oculares	48
5	Dibujos anatómicos del ojo por Da Vinci	50
6	Dibujo del quiasma óptico y nervios craneales III, IV Y V	50
7	Queratómetro	58
8	Manual del oftalmoscopio	60
9	Hermann Von Helmholtz	61
10	Octava edición de oftalmoscopía	63
11	Fondo de ojo normal	70
12	Comportamiento de la luz en el ojo	76
13	Fundamento de la oftalmoscopía a imagen recta	77
14	Partes del oftalmoscopio directo	78
15	Oftalmoscopio Welch Allyn	79
16	Aditamentos del oftalmoscopio	80
17	Técnica de observación	82
18	Técnica de acercamiento	84
19	Diagrama de las sombras en el retinoscopio	85
20	Primera tesis de oftalmoscopía retinoscópica	87
21	Técnica de oftalmoscopía retinoscópica	88
22	Reflejo retinoscópico para determinar la hipermetropía	89
23	Auto refractómetro	89
24	Auto refractómetro modelo Topcon	91
25	Dr. Manuel Carmona y Valle	93
26	Reseña de la llegada del oftalmoscopio a México	95
27	Dr. José María Vértiz y Delgado	96
28	Dr. Ricardo Vértiz	98

GLOSARIO

Acomodación

Es el proceso por el cual el poder refractivo del cristalino, y por extensión del ojo como sistema óptico, aumenta por la contracción de los músculos ciliares. Normalmente este proceso permite, en un sujeto no presbita, enfocar en la fovea la imagen de un objeto situado a una distancia próxima, pero también está relacionado con el enfoque de la imagen retiniana en visión lejana. La acomodación es una acción neuromuscular que contrae el músculo ciliar para aumentar la potencia del cristalino. Su respuesta depende de varios factores como la edad del sujeto, el tamaño del objeto y la distancia de observación.

Afasia

Trastorno neurológico que se caracteriza por defecto o ausencia de la función del lenguaje como consecuencia de una lesión en determinadas áreas de la corteza cerebral.

Afección

(Del latín, *afficere*, debilidad) Enfermedad. Proceso morboso considerado desde el punto de vista de sus manifestaciones actuales, sean cuales fueren sus causas.

Análisis

(lat. *analysis*.). Por lo general, la descripción o interpretación de una situación o de un objeto cualquiera, a partir de los elementos más simples de la situación o del objeto en cuestión. La finalidad de este procedimiento es disolver la situación o el objeto en sus elementos, así se dice que se ha logrado un procedimiento analítico cuando se ha realizado tal disolución

Aponeurosis de Tenon

Membrana que cubre los músculos de la órbita y la porción esclerótica del globo ocular. Se compone de dos partes: las vainas musculares y la cápsula de Tenon que cubre la esclerótica.

Astigmatismo

(del gr. a, sin punto y el gr. stigma, punto). Defecto de la curvatura de los medios refringentes del ojo que impide la convergencia en un solo foco de rayos luminosos de diferentes meridianos.

Catarata

(*cataract*) Trastorno progresivo del cristalino que se caracteriza por la pérdida de su transparencia conduciendo a una ceguera temporal.

Conjuntiva

(*conjunctiva*) Mucosa que reviste la cara interna de los párpados y la parte anterior de la esclerótica, excepto la córnea.

Córnea

Porción anterior del ojo que constituye una sexta parte de la túnica externa del globo ocular, es de forma convexa y transparente, esta formada por 5 capas que son la capa epitelial, la membrana de Bowman, la sustancia propia o estroma, la membrana de Descemet y el endotelio

Diabétes Mellitus

Es un síndrome que manifiesta un trastorno metabólico que cursa con hiperglucemia, la que a su vez es consecuencia de una deficiencia en la secreción de insulina o de un trastorno en el efecto biológico de la misma. En la actualidad, se considera que el término tradicional de diabetes mellitus no se refiere en realidad a una sola enfermedad, sino a una familia de síndromes que tienen como común denominador la hiperglucemia y el trastorno metabólico. Según el comité de diabetes mellitus de la Organización Mundial de la Salud la clasifica en cuatro tipos: diabetes mellitus tipo I (dependiente de insulina), diabetes mellitus tipo II (no dependiente de insulina), diabetes gestacional y diabetes mellitus secundaria o intolerancia a la glucosa. El cuadro clínico comprende todas las manifestaciones clínicas de hiperglucemia como son poliuria, polidipsia, polifagia y pérdida de peso.

Emetropía

Estado refractivo del ojo en el que, con la acomodación relajada, el punto conjugado de la retina o punto remoto (PR) se sitúa en el infinito. Por tanto, la imagen procedente de un objeto situado en el infinito óptico (rayos paralelos al eje óptico) se forma en la retina, proporcionando una buena visión de lejos.

Entropión

Inversión completa del borde libre del párpado y es mucho más frecuente en el párpado inferior.

Epifora

(del griego *epi*, sobre y *phero*, yo llevo) Derrame de lágrimas sobre las mejillas en los casos en que no pueden pasar por los puntos lagrimales.

Epistemología

De acuerdo a la definición de la Nueva Enciclopedia Británica en su edición del año 2002 dice que es el estudio del origen, naturaleza y límites del conocimiento humano. El nombre es derivado de la palabra griega *epistémé* (conocimiento) y *logos* (razón).

En el diccionario de Filosofía de Nicola Abbagnano en la palabra epistemología véase Conocimiento, teoría del.

Conocimiento, teoría del. (ingl. Epistemology, raro: gnoseology; franc. Gnoséologie, raro: epistémologie; ital. Conoscenza, teoría della). La teoría del conocimiento, es denominada, asimismo, epistemología o con menor frecuencia, gnoseología.

Erina

Pinzas que usan los cirujanos para mantener separados los tejidos en las operaciones.

Escalpelo

(*scalpel*) Pequeño cuchillo puntiagudo y de borde convexo. Algunos escalpelos utilizan hojas intercambiables para determinados procesos quirúrgicos.

Estrabismo

(*strabismus*) Trastorno ocular que se caracteriza por la pérdida del paralelismo ocular.

Fóvea

Es una región macular de 1.5 mm, donde la retina es más gruesa por tener mayor número de células ganglionares; en el centro de la fóvea se encuentra localizada la foveola. Esta es una depresión central que oftalmoscópicamente presenta un color rojizo intenso con un reflejo luminoso. El reflejo sucede por ser esta estructura una depresión en donde se localizan exclusivamente elementos fotorreceptores (conos) y por carecer de células ganglionares. Dentro de la fóvea se encuentra la foveola que es la zona donde se capta la imagen luminosa con toda precisión. Es el área de mejor agudeza visual.

Glaucoma

(del gr. glaukós, verde pálido, y el suf. oma, tumor). Enfermedad del ojo, así denominada por el color verdoso que toma la pupila, caracterizada por el aumento de la presión intraocular, dureza del globo del ojo, atrofia de la papila óptica y ceguera.

Hemiplejia

Parálisis de un lado del cuerpo. Entre los distintos tipos destacan la hemiplejia cerebral, la hemiplejia facial, la hemiplejia infantil y la hemiplejia espástica.

Hialoides

La hialoides o membrana hialoidea, es una fina membrana que rodea al vítreo por fuera, existe una hialoides posterior y otra anterior.

Hipermetropía

(híper-en exceso, metro-medida y opía- vista) la palabra hipermetropía hace referencia a que el foco se forma a más distancia de lo normal, por detrás de la retina. La hipermetropía es una ametropía caracterizada por presentar una potencia refractiva deficiente de manera que, en ausencia de acomodación, los

rayos provenientes del infinito una vez que han atravesado el sistema óptico ocular convergen en un punto por detrás de la retina.

Iris

(del gr. Iris). Membrana que le da el color al ojo y que se encuentra situada detrás de la córnea y delante del cristalino, es atravesada por un orificio llamada pupila.

Lente de Contacto

Lente que se adapta sobre el polo anterior del ojo, de materiales muy diversos como el metilmetacrilato, se usa para la corrección de los defectos de refracción, principalmente miopía y astigmatismo.

Mácula

(Mácula lutea o mancha amarilla) Mancha oval de color amarillo situada en el centro de la retina a 2mm del nervio óptico. Consta de un borde, una fovea central y carece de vasos. La visión central se produce cuando se enfoca directamente una imagen en la fovea central de la mancha amarilla.

Magnificación

Es el número de veces que multiplican el tamaño del objeto a la vista.

Miopía

(del gr. myops, cerrarse, y opós, vista). Defecto visual debido a la mayor refracción del ojo, en el que los rayos luminosos procedentes de objetos situados a distancia forman el foco antes de llegar a la retina.

Oftalmía

(*ophthalmia*) Inflamación grave de la conjuntiva o de las partes más profundas del ojo. Cabe mencionar la oftalmía del recién nacido y el tracoma.

Oftalmología

Rama de la medicina que trata del estudio de la fisiología, anatomía y patología del ojo, así como del diagnóstico y tratamiento de sus trastornos.

Oftalmólogo

Médico especialista en las enfermedades oculares.

Oftalmoscopio

(ophthalmoscope) Instrumento utilizado para explorar el interior del ojo. Consta de una fuente de luz, un espejo con un único orificio a través del cual el explorador puede mirar y un disco con varias lentes de diferentes potencias. Las lentes se seleccionan para permitir la visualización de las estructuras del ojo a cualquier profundidad.

Optometría

(del gr. *opto*, visible, y el gr. *métron*, medida). Término adoptado por los oculistas y ópticos para indicar la medición de la agudeza visual y selección de lentes para corregir los defectos visuales.

Optometrista

(*optométriste*) Es el profesional de la salud visual, que ha sido capacitado para detectar, diagnosticar, corregir y rehabilitar las alteraciones de la visión, es la primera línea de defensa en la prevención de la ceguera, además de ser el proveedor primario de la salud visual.

Presbicie

(gr. *Presbytes* – viejo) Dificultad en la visión de cerca que se debe a la pérdida de la elasticidad del cristalino.

Queratitis

(*Keratitis*) Inflamación de la córnea, debido a bacterias, virus, hongos.

Queratocono

Proceso corneal heredo-degenerativo, que origina una modificación de la curvatura corneal de forma cónica.

Quiasma Óptico

(*chiasm*) cruce de los nervios ópticos en el quiasma óptico.

Retinoblastoma

(*retinoblastoma*) Tumor retiniano maligno congénito, hereditario, originado a partir de las células germinales de la retina. Se manifiesta en la infancia.

Retinopatía Diabética

La retinopatía diabética es una complicación de la diabetes mellitus crónica. Con el paso de los años casi todos los pacientes con diabetes desarrollan algún grado de retinopatía.

Sangría

Apertura que se hace en una vena para extraer sangre. Para realizar la extracción de sangre en algunas ocasiones se utilizaba a la sanguijuela.

Tracoma

(*Trachoma*) Enfermedad infecciosa crónica que se caracteriza por inflamación, dolor, molestia a la luz, y lagrimeo, pudiendo invadir córnea hasta producir ceguera. Es una causa importante de ceguera, especialmente en los países cálidos, secos y deprimidos económicamente donde llega a ser una enfermedad endémica.

Triquiasis

Dirección de las pestañas hacia la conjuntiva o córnea ocular a la que irritan. Suele ser consecuencia de un entropión.

Ventosa

(*lat. Ventosa*) Vaso que se aplica sobre la piel para producir una irritación local

*“En la práctica médica no sólo se deben seguir las teorías,
sino la experiencia combinada con la razón”*

Hipócrates

INTRODUCCIÓN

El sentido de la vista tiene por objeto, como los demás sentidos, proporcionarnos información sobre lo que nos rodea. El sistema de la percepción óptica está más desarrollado en el ser humano que en cualquier otro ser vivo.

Existe una estrecha relación anatómica y fisiológica entre el órgano del sentido de la vista, el ojo y el resto del cuerpo. El ojo forma parte inseparable del resto del organismo. Al igual que el ojo participa en las enfermedades generales, existen también enfermedades del ojo que pueden repercutir sobre el resto del cuerpo o puede haber alteraciones oculares que se manifiestan en otros órganos, o enfermedades de otros órganos o sistemas del cuerpo y que sus primeras manifestaciones se observan en el ojo.

El ojo y el resto del organismo están estrechamente comunicados y por este hecho los signos y síntomas de una alteración en ocasiones indican una enfermedad. Existió un período largo del saber médico durante el cual todas las alteraciones internas del ojo se encontraban en un total desconocimiento de que las producían y por tal motivo se les clasificaban en “catarata negra”

A lo largo de los siglos y después de tantos intentos por observar la parte interna del ojo y conocer las enfermedades, ningún intento había tenido éxito en observar la retina en vivo y sus partes internas como el vítreo, la papila y la excavación fisiológica solo por mencionar alguna de ellas. Fue el genio de un joven físico y fisiólogo alemán quien mediante la invención de un instrumento basándose en los conocimientos aportados por sus antecesores en anatomía ocular por Leonardo Da Vinci y en una de las teorías de la reflexión de la luz en superficies planas por otro gran científico como lo fue Isaac Newton, logró desarrollar las bases y posteriormente diseñar el primer oftalmoscopio permitiendo con ello observar por primera vez la parte interna del ojo.

Es creencia común en todas las áreas del conocimiento, pero en especial en la medicina humana y sus especialidades, entre ellas la oftalmología, que el ojo y en él la visión, es el primer paso para la adquisición del conocimiento. Sin embargo, hay áreas del conocimiento que divergen de éste supuesto, como la medicina veterinaria en donde el papel de la visión es diferente para las diferentes especies de animales domésticos donde también es diferente la concepción del conocimiento. La relación visión-conocimiento en ese orden, ha sido fuertemente cuestionado por la biología, desde la gran diversidad de especies, como por la filosofía desde una de sus disciplinas: la epistemología. Para los fines de éste trabajo, se forma el binomio biología-epistemología, como la relación visión-conocimiento. Desde el punto de vista de la medicina tiene que ver con que la retina es una prolongación del cerebro hacia el exterior o es un punto de entrada hacia el cerebro de todo lo que viene del exterior. Esta postura anatómico-fisiológica del ojo tiene repercusiones epistemológicas en la relación sujeto-objeto como supremacía del sujeto sobre el objeto o el objeto como supremacía sobre el sujeto.

Desde el punto de vista epistemológico en el marco de la filosofía, tiene que ver con el gran debate de la relación entre los sentidos y la razón. Sin embargo en este trabajo se abordará la epistemología no desde el marco de la filosofía o de algunas de sus doctrinas o escuelas filosóficas ni desde el punto de vista de alguna de las posturas epistemológicas, como el existencialismo, el dualismo ni de de los grandes filósofos con sus teorías del conocimiento como: Bacon, Carnap, Hobbes o Hume solo por mencionar alguno de ellos, sino desde la epistemología como ciencia. De manera particular desde la propuesta epistemológica de Jean Piaget quien plantea que entre los sentidos y la razón esta la acción.

Sin embargo para dar un panorama general de lo que es epistemología y no centrarnos en la epistemología de Piaget, es recomendable iniciar con documentos generales que no por ello son simples sino de un alto contenido cognitivo, nos referimos a las enciclopedias universales que fueron el resultado del movimiento socio cultural y científico del siglo XVIII conocido como siglo del enciclopedismo. Resultado de éste movimiento es la “*encyclopédie*” y pocos

años después la Enciclopedia Británica. Acercándose a la Enciclopedia Británica a través del Índice para investigar la palabra epistemología y así poder entrar a un análisis epistemológico, el índice nos dice que se debe revisar las palabras gnoseología, teoría del conocimiento, la epistemología lógica y la definición de percepción, tomando en cuenta que no es tema de mi tesis definir si es sinónimo o no, la palabras gnoseología, percepción y teoría del conocimiento por tal razón no se hizo un análisis sobre estos términos. Se tomo de la micropédia Británica la definición de la palabra epistemología y la describe como el estudio del origen, naturaleza y límites del conocimiento humano. De acuerdo a la micropédia Británica, el nombre de epistemología es derivado de la palabra griega *epistémé* que significa conocimiento y *logos* significa razón. Por lo tanto, señalaremos que generalmente es aceptado que el conocimiento racional es exclusivo de los humanos.

El método que se desarrolló para la realización de estas tesis fue un análisis histórico crítico llevando a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva en libros, enciclopedias, revistas especializadas para llevar a cabo una forma de buscar el origen de los conceptos científicos del oftalmoscopio, no entendiendo al oftalmoscopio como lo utilizamos, no como un instrumento estático, sino como un instrumento generador de otros conocimientos científicos para el diseño de otros instrumentos en oftalmología u otra rama de la medicina como la optometría

Este trabajo consta de 4 apartados de los cuales en el primero se desarrollan los orígenes históricos de la oftalmología el proceso de cambio que se da en las ciencias exactas entre el siglo XVIII y XIX sobre todo en países de Europa como Francia, Alemania e Inglaterra que tuvieron grandes cambios en el desarrollo científico, llevando esto a una especialización de las diferentes ramas de las ciencias como la física, las matemáticas, la biología, la medicina y terminando con la era de los científicos universales llamados así porque estos personajes dominaban diferentes áreas de la ciencia. En este mismo capítulo se mencionan los primeros instrumentos que sirvieron para la medición de signos vitales del individuo que al inicio no fueron bien aceptados.

En el segundo apartado, se abordan algunos de los precursores que realizaron estudios sobre el sistema visual, como Leonardo da Vinci quien contribuyó en gran medida con sus dibujos anatómicos y en especial los realizados acerca del ojo y sus relaciones anatómicas, la teoría de luz en superficies planas por parte de Isaac Newton, sirvieron de bases científicas para que Herman Von Helmholtz diseñara un instrumento llamado oftalmoscopio, con el cual se pudo apreciar la parte interna del globo ocular, rompiendo con el criterio de esa época en que todas las enfermedades del ojo se clasificaban con el nombre de catarata negra. En este mismo capítulo se menciona a otro ilustre oftalmólogo quien fue el que dio impulso para el uso del oftalmoscopio, Albrecht Von Graefe, logrando con ello poder observar las diferentes enfermedades y así dar las primeras clasificaciones, escribiendo uno de los primeros libros sobre enfermedades oculares, nos referimos a Von Graefe quien lucha en forma incansable para demostrar que la oftalmología tenía que verse como una especialidad.

En el apartado tercero se desarrolla el fundamento epistemológico de las bases físicas y metodológicas del uso del oftalmoscopio iniciando con la descripción del globo ocular en forma breve, detallando algunas de sus estructuras, las cuales son posibles de observar en vivo con el oftalmoscopio, se menciona que este instrumento fue el primero en permitir a los científicos y especialistas ver las estructuras internas. Posteriormente se le fueron incorporando a este instrumento diferentes accesorios que fueron haciendo más sencilla la realización y manejo de este aparato y con ello obtener mejores interpretaciones del fondo del ojo. Se puede mencionar que de las bases físicas del oftalmoscopio se derivaron otros importantes instrumentos como el esquioscopio o actualmente llamado retinoscopio y los analizadores de refracción o refractómetro los cuales nos permiten conocer en forma exacta los defectos de refracción del ojo, entendiéndose como defectos de refracción a la miopía, hipermetropía y astigmatismo.

Finalmente en el cuarto apartado, se menciona a los científicos que hicieron posible la llegada del oftalmoscopio y sus aportaciones en la forma del uso del oftalmoscopio, el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades oculares en la nascente especialidad de la oftalmología en nuestro país. Dentro de los oculistas mexicanos a los cuales se les debe la llegada del oftalmoscopio a México son Manuel Carmona y Valle, junto con otros grandes oculistas de ese tiempo los Dres. José María Vértiz, Ricardo Vértiz a quienes se les acreditan los cambios importantes que tuvo la oftalmología en México, como la creación de los hospitales para atención de pacientes con alteraciones patológicas del ojo. En las conclusiones, mencionamos la importancia de entender al oftalmoscopio desde su origen epistemológico y no únicamente como un instrumento para extraer información o escudriñar dudas de nuestros pacientes. El conocer el origen epistemológico, sus bases científicas abriría oportunidades para el desarrollo de nuevos instrumentos, entender que en ocasiones es importante ver con el cerebro y no únicamente con los ojos. De acuerdo a todo lo anteriormente expuesto podemos decir que la observación esta cargada de teoría.

CAPITULO I

ANTECEDENTES DE LAS CIENCIAS MÉDICAS Y LA OFTALMOLOGÍA

“Ningún espíritu es capaz de penetrar en el interior de la Naturaleza. Puede sentirse afortunado si logra romper su caparazón”

Albrecht Von Haller.

De acuerdo con algunos autores, entre ellos Lain Entralgo, a través de la historia de la medicina, en diferentes escritos se mencionan afecciones del aparato de la visión desde el punto de vista de las diferentes estructuras oculares. Por ejemplo, en córnea, se mencionan a las inflamaciones o queratitis, tumores y traumatismos. En otro grupo de enfermedades se encuentran las que afectan a la conjuntiva, describiéndose los diferentes tipos de conjuntivitis. En relación con las enfermedades del iris, podemos citar alteraciones como los tumores y objetos extraños dentro del ojo.

Uno de estos escritos son los papiros de Ebers en donde se describen recetas y hasta fórmulas mágicas de contenido médico, mientras otros reseñan aspectos sobre ginecología, obstetricia, y algunos más describen los conocimientos angiológicos como el llamado “Libro del corazón y afecciones oculares”.

Pero no sólo tenemos a los papiros médicos como fuentes de información sobre la medicina antigua y en especial la del antiguo Egipto, que son los que dejaron más información sobre sus trabajo médicos en forma escrita, para Esteva de Sagrera, existen otros estudios llevados a cabo en los cuerpos encontrados de esas épocas, que han permitido conocer otras enfermedades

que padecieron y que permiten deducir en la actualidad las causas de su muerte.

Así mismo, en sus sepulcros y templos se han hallado dibujos de las herramientas e instrumentos que eran utilizados por ellos para realizar sus prácticas médicas (Sagrera, 2008).

1.1 El proceso de cambio de las ciencias en los siglos XVIII y XIX

Según Geymonat, durante las primeras décadas del siglo XIX siendo Alemania el país europeo con más trascendencia en el campo de la filosofía, Francia conservaba en este mismo periodo una superioridad en el campo de las matemáticas y de las ciencias naturales. Debido a los cambios políticos que estaban aconteciendo en el país, la clase trabajadora francesa decide tener un cambio abandonando las ideologías político-religiosas que tradicionalmente se aplicaban antes del siglo XVIII, en donde la religión tenía el control de la sociedad en casi todos los países de Europa incluida Francia generando con ello un retraso en las ciencias médicas y naturales de estos países. Con estos cambios la clase trabajadora francesa desarrolló sus capacidades intelectuales en el ámbito político y religioso, siendo beneficiados con la modernización de ese momento y teniendo acceso a los nuevos descubrimientos científicos que se estaban desarrollando en esa época, dando como resultado el engrandecimiento de la economía del país.

Para Geymonat, la revolución francesa conlleva a la creación de una de las grandes escuelas científicas de Europa donde se formarían los futuros técnicos especializados o ingenieros para la nueva industria francesa que necesitaba el país en gran número. La Escuela Politécnica, que había cerrado momentáneamente sus puertas tras la caída del emperador Napoleón, resurge nuevamente como una institución educativa de prestigio y gracias al apoyo del estado, crea mejores laboratorios equipados y organizados. De esta forma la Escuela Politécnica toma un papel importante en la nueva sociedad francesa al participar más en la preparación de los profesionistas que requería el país.

La Escuela Politécnica fue dirigida por los grandes científicos de esa época, por tal motivo la ciudad de París se convirtió en el centro científico más importante de toda Europa, haciendo esto que lo mejor de la juventud francesa así como muchos otros jóvenes estudiosos de otros países europeos desearan ingresar a ese centro para llevar a cabo sus estudios (Geymonat, 2006).

De acuerdo a Geymonat, a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX la situación de la investigación científica en Alemania era distinta a la francesa. Los científicos alemanes pensaban que estaban a la vanguardia pero sus grandes sistemas filosóficos sobre la naturaleza que trataban de explicar todos los secretos del universo, les ocasionaron un retraso en casi todas las ciencias.

Es hasta el año de 1830 bajo la influencia de los científicos franceses que empieza a notarse un cambio. El químico Liebig¹ (1803-1873) quien había estudiado en una de las escuelas de París, inauguró el primer laboratorio científico en Alemania y aplicando los métodos que se empleaban en las instituciones científicas de Francia logró derribar la barrera de los prejuicios antiexperimentales de origen idealista alemana. Dicho laboratorio preparaba a los grandes químicos que eran solicitados en la industria alemana. Esto motivó que las otras universidades de Alemania se organizaran según el modelo de la Escuela Politécnica de París, consiguiendo que se despertara un interés por la ciencia y la técnica logrando una gran industrialización del país. Veinte años después Alemania llegaría a ocupar uno de los primeros lugares en el campo de las matemáticas, la física y la biología.

Con respecto a la situación científica inglesa, Geymonat menciona que las antiguas universidades de Oxford y Cambridge trataban de mantener su espíritu conservador eclesiástico dando como resultado un aislamiento cultural con respecto a las otras universidades de Europa.

¹ Justus, barón von Liebig. Nace en la ciudad de Darmstadt, actual Alemania en el año de 1803 y muere en la ciudad de Múnich en 1873. Químico alemán, fue pionero de la química orgánica, la bioquímica y la química agrícola, es considerado uno de los científicos más ilustres del siglo XIX. Discípulo de Gay-Lussac en París. En Giessen Alemania revolucionó la enseñanza de la química y creó una de las más prestigiosas escuelas de investigación en química.

En 1850 existe un cambio en algunas universidades como la de Oxford y por lo consiguiente una modernización parecida a las otras universidades de Europa. Esto trae consigo la creación de nuevas universidades en el país inglés, se renovó la estructura jurídica de las antiguas universidades de Oxford y Cambridge, ingresan nuevos profesores y con el apoyo de los estudiantes, organizan las instituciones científicas logrando en pocos años estar listas para competir con los más modernos institutos científicos de Alemania y Francia.

Algunos destacados científicos ingleses como Humphrey Davy² (1778 -1829) y posteriormente su asistente y sucesor en el laboratorio, Michael Faraday³ (1791 -1867), inician con la ruptura del aislamiento científico en los diferentes pueblos de Inglaterra dando por terminada la etapa de superioridad por parte de la ciencia francesa (Geymonat, 2006).

1.2 La especialización científica y los últimos científicos universales

Debido a una mayor comunicación entre las diferentes universidades de Europa, y la gran demanda de jóvenes de diferentes partes de Francia para ingresar a los centros de estudio superiores como la escuela politécnica, para Geymonat, esto trae como consecuencia la separación de las actividades en los científicos. Con esto surge la especialización en las diferentes ramas del conocimiento, este fenómeno de especialización provoca un mayor distanciamiento entre la ciencia y la filosofía, ruptura provocada por los filósofos románticos seguidores de Hegel⁴ (1770-1831) incrementándose a mediados del siglo XIX.

² Humphrey Davy (1778-1829) Químico británico de formación autodidacta al cual se le considera el fundador de la electroquímica junto con Volta y Faraday. Contribuyó a identificar experimentalmente por primera vez varios elementos químicos mediante la electrolisis, estudió la energía involucrada en dicho proceso, desarrolló la electroquímica explorando el uso de la pila de Volta o batería.

³ Michael Faraday (1791- 1867) Físico y químico británico, conocido por sus aportaciones en el campo de la electroquímica. Descubridor de la inducción y del efecto sobre el giro del plano de polarización de la luz por efecto de un campo magnético.

⁴ George Friedrich Wilhelm Hegel (1770-1831) Metafísico de Occidente, Hegel es el último de los grandes sistemas concebidos en la historia de la filosofía. La “contradicción” significa aquí el conjunto de oposiciones que había venido determinando la historia de las ideas desde el pensamiento clásico: lo singular y lo universal, la Naturaleza y el Espíritu, el bien y el mal, etc. La superación de la contradicción debe llevarse a cabo a partir del pensamiento dialéctico, cuyas fuentes están en Heráclito y en Platón.

De 1830 a 1840 primero en Francia y después en los demás países europeos, surge con gran fuerza la corriente filosófica llamada **positivismo**. Su principal objetivo de esta nueva corriente filosófica según Geymonat (2006) era tener un puente de comunicación entre los científicos y los filósofos pero debido a la poca capacidad de los filósofos por entender los problemas de la naturaleza desde su raíz, aumentó la separación entre estos.

A finales del siglo XVIII, principios del siglo XIX debido a la especialización que empezaba a surgir en los laboratorios de las diferentes universidades de Europa aparecen los primeros científicos especializados en una sola ciencia. Por tal motivo fueron menos los científicos llamados “universales”, título que se les asignaba a los científicos de esa época por tener un dominio en diferentes ramas de la ciencia. Para mediados del siglo XIX según Geymonat (2006), los últimos representantes de los llamados científicos universales fueron el Francés Piere Simon Laplace (1749 -1827), el alemán Carl Friendrich Gauss (1777- 1855) y Hermann von Helmholtz⁵.

Surgen destacados hombres de ciencia cuyos estudios se centraron en una sola disciplina como por ejemplo la física o la química, dando como resultado la especialización científica. Sus estudios contribuyeron en las diferentes ramas de la ciencia aportando un aspecto diferente pero innovador a la ciencia, la mayoría de estos científicos eran de nacionalidad francesa, estando vinculados algunos como investigadores y otros como profesores a las grandes escuelas de París. Bajo esta óptica, y de acuerdo con Geymonat, se puede afirmar la supremacía de Francia en los aportes científicos después de la etapa de la revolución francesa. A continuación se nombraran algunos de estos científicos que destacaron por sus trabajos en las diferentes disciplinas de las ciencias.

⁵ El autor de ésta tesis considera agregar a los ya mencionados por Geymonat el nombre de Hermann von Helmholtz (1821 -1894) gran científico y discípulo de Johannes Muller quien aportó su gran ingenio a investigaciones sobre la óptica, la fisiología y la acústica, así como grandes aportaciones al campo de la psicología experimental. Pero como un hecho sobresaliente fue el diseño del oftalmoscopio, instrumento que nos permite visualizar las estructuras internas del globo ocular.

En el campo de las matemáticas destacan los franceses Joseph Fourier (1768-1830) y Agustín Louis Cauchy (1789-1857), el primero profesor de la Escuela Politécnica y el segundo alumno de la misma, quienes trabajaron en torno al análisis infinitesimal.

En relación a las investigaciones sobre la física los nombres de André-Marie Ampere (1775-1836) y Agustín Fresnel (1788-1827) científicos franceses egresados de la escuela politécnica. El primero descubrió que las corrientes eléctricas se comportan como imanes, también declaró la magnetización del hierro por una corriente eléctrica e inventó el solenoide. El segundo, aportó la teoría ondulatoria de la luz ideada por Huygens⁶ (1629-1695) en el siglo XVII.

En la química, el francés Louis-Joseph Gay-Lussac⁷ (1778-1850) profesor reconocido de la universidad de París sometió a estudios experimentales la hipótesis de Dalton sobre los volúmenes de los gases que en las mismas condiciones físicas entran en una combinación química y que posteriormente el italiano Amedeo Avogadro (1776-1856) complementó dichos trabajos.

En la biología prevalece la superioridad francesa con Jean-Baptiste de Monet de Lamarck⁸ (1744-1829) y Georges Cuvier (1769-1832) quienes sentaron las bases en las investigaciones biológicas para la obtención de otros descubrimientos antes de terminar el siglo XIX (Geymonat, 2006).

1.3 El desarrollo de las ciencias médicas y sus instrumentos

Para Lain Entralgo es el siglo XIX cuando la medicina tiene un desarrollo importante registrándose las bases de la práctica médica moderna. En esta época se desarrolla lo que se conoce como la medicina del romanticismo dada

⁶ Christian Huygens (1629-1695). Astrónomo, físico y matemático. Astrónomo holandés sus mayores aportaciones las realizó en el campo de la dinámica y la óptica, realizó la primera exposición de la teoría ondulatoria de la luz, descubridor de los anillos de Saturno, fue socio fundador de la Royal Society.

⁷ Joseph Louis Gay-Lussac, (1778-1850). Químico y físico francés conocido por sus estudios sobre las propiedades físicas de los gases. Estudio y egreso de la Escuela Politécnica de París Francia. Profesor de la Sorbona de París en el periodo de 1808 a 1832.

⁸ Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet (1744-1829). Naturalista francés, fue uno de los grandes hombres de la época de la sistematización de la Historia natural, cercano en su influencia a Linneo, el conde de Buffon y Cuvier. Formuló una de las primeras teorías de la evolución biológica, acuñó el término “biología” para designar la ciencia de los seres vivos y fue el fundador de la paleontología de los invertebrados.

por la escuela anatomo-clínica y la de del positivismo por las escuelas fisiopatológicas y etiológicas. La primera escuela se enfoca al estudio de las lesiones anatómicas para comprender los fenómenos patológicos, algunos autores como Giovanni Battista Morgagni⁹ (1682-1771) primero y después Marie Francois Xavier Bichat¹⁰ (1771-1802) defendieron la teoría humoral de las enfermedades, dicha teoría afirmaba que los órganos eran producto de los humores, o sea los líquidos corporales y que por consiguiente las alteraciones sanguíneas de esos humores eran el origen de la enfermedad, por tal motivo tanto Giovanni Battista Morgagni y Marie Francois Xavier Bichat revisaban a sus pacientes bajo el esquema del estudio anatomo-patológico que realizaban en forma macroscópica, por este motivo dichos autores Morgagni y Bichat pertenecieron a la escuela anatomo-clínica. (Lain Entralgo, 1978).

Posteriormente René Théophile Hyacinthe Laënnec (1781–1826) contemporáneo de Marie Francois Bichat (1771-1802), contribuyó al campo de la clínica con el invento del estetoscopio, instrumento que permite escuchar los ruidos cardiacos y los pulmonares. Conjuntando los conocimientos anatómicos de Francois Bichat y la realización del examen físico por parte de Laënnec para la determinación de las enfermedades, se da el inicio de la primera escuela médica moderna llamada Escuela Anatomo-Clínica. Surge una nueva interpretación de los procesos patológicos teniendo repercusión en la exploración de las enfermedades desde el punto de vista clínico. A la par de esto surge una corriente filosófica llamada positivismo creada por Augusto Comte¹¹ (1758 -1857), (Lain Entralgo, 1978).

⁹ Giovanni Battista Morgagni (1682 - 1771) Médico y científico italiano quien cambio el punto de vista de la anatomía patológica moderna, sus ideas fueron fundamentales para el estudio de las enfermedades.

¹⁰ Marie Francois Xavier Bichat (1771-1802) Joven médico que retomó las ideas de Morgagni acerca de la importancia del estudio de las lesiones anatómicas para lograr la comprensión de los fenómenos patológicos.

¹¹ Augusto Comte (1798-1857). Pensador francés, padre del positivismo que rompió con la tradición católica y monárquica de su familia, se orientó durante la época de la Restauración hacia el agnosticismo y las ideas revolucionarias. Su verdadero culto fue hacia el conocimiento objetivo que proporciona la ciencia y que debía aplicarse a los asuntos políticos, económicos y sociales, superando las ideologías apoyadas en la imaginación, los intereses o los sentimientos. Pensaba que la ciencia positiva al atenerse a los hechos tal como son, proporcionaba el único punto de apoyo sobre el que se podría edificar un futuro de orden y progreso. Confiaba en un mundo regido por el saber, en el que productores y banqueros ejercerían una especie de dictadura. Con estas ideas se fundamentó el pensamiento positivista, tuvo gran éxito en los países occidentales desde mediados del siglo XIX, proporcionando un credo laico para el mundo del capitalismo liberal y de la industria triunfante.

A decir de Ferrater Mora¹² (1912-1991) el positivismo no sólo era una doctrina filosófica sino que el autor de la corriente positivista, Augusto Comte, hace una propuesta de cambio en la sociedad, la religión y en el área de las ciencias medicas, se modifica la forma de explorar a los pacientes, se da inicio con la elaboración de las historias clínicas y con ello se modifica la forma de interpretar los resultados que se obtenían debido a la auscultación que se realizaba a los pacientes.

La escuela Clínico-Fisiológica surge debido a los estudios fisiológicos de Johannes Müller¹³ (1801-1858), Hermann Von Helmholtz (1821-1894), Justus Von Liebig (1803-1873), Karl Ldwing (1816-1895), y Claude Bernard (1813 - 1878) entre otros. Para Geymonat, la corriente filosófica de esta escuela se basaba en que la enfermedad no era sólo un problema anatómico, sino una alteración funcional medible por medio de análisis clínicos.

Al mismo tiempo Pasteur¹⁴ (1822-1895) y Koch¹⁵ (1843-1910) realizaban las primeras investigaciones bacteriológicas logrando determinar el origen infeccioso de muchas enfermedades, de sus hallazgos científicos surge la tercera corriente médica del siglo que es la escuela etiológica, con la que se pudo reconocer un mayor número de alteraciones patológicas tanto físicas como mentales, es importante mencionar que antes del surgimiento de la bacteriología, los médicos de esa época, únicamente podían conocer la causa de una afección, si esta era de origen traumático.(Geymonat, 2006).

¹² José Ferrater Mora (1912-1991). Filósofo español, estudió Filosofía y Letras en la Universidad de Barcelona. Participó en la guerra civil española, exiliado en Francia en 1939, trabajó como profesor de Filosofía e las universidades de la Habana Cuba y de Santiago de Chile de 1939 a 1947, posteriormente ingresa como docente al Bryan Mawer College de Filadelfia en EEUU, del que formó parte hasta 1981.

¹³ Johannes Peter Müller (1801-1858). Biólogo y fisiólogo alemán. Su importante labor investigadora queda recogida en su tratado sobre fisiología humana, el más importante de su época. También fueron notables sus aportaciones en disciplinas como la embriología, la patología y la anatomía comparada.

¹⁴ Louis Pasteur (1822-1895) Químico y biólogo Francés que fundó la ciencia de la microbiología, demostró la teoría de los gérmenes como causantes de enfermedades (patógenos), inventó el proceso de pasteurización y desarrolló vacunas contra varias enfermedades una de ellas es la de la rabia.

¹⁵ Robert Koch (1843-1910) Bacteriólogo alemán ganador del Premio Nobel. Descubrió la bacteria productora del ántrax o carbunco y la bacteria productora de la tuberculosis. Se le considera, junto con Pasteur el padre de la bacteriología y el que sentó las bases de la microbiología médica moderna.

Aún los médicos anatómo-clínicos se limitaban a describir las lesiones de las enfermedades desconociendo su origen, esto también ocurría con los médicos clínico-fisiológicos que sólo podían dar las explicaciones de las alteraciones funcionales del organismo pero no su causa.

De acuerdo a Laín Entralgo, otros descubrimientos importantes en la instrumentación médica fueron, el esfigmomanómetro, aparato utilizado para la determinación de la presión arterial y se fundamentaba en la medición de la presión necesaria para suspender el pulso arterial; los rayos X y el oftalmoscopio ayudaron a comprender mejor el proceso de las enfermedades (Lain Entralgo, 1978). Las ciencias médicas adoptaron el proyecto de las ciencias naturales, cuyos principios elementales podrían ser mencionados mediante tres conceptos:

El primero que dice, sólo vale como demostración lo que se puede observar por los sentidos y puede ser registrado por algún medio.

El segundo concepto era que las relaciones cuantificadas de causa-efecto se logran mediante la perfección de la observación o el experimento.

Y el tercer concepto se refería a que estas relaciones cuantificadas deben permitir el enunciado de nuevas leyes generales del comportamiento de la naturaleza, bajo estos tres conceptos se tenía del universo una visión mecanicista (Lain Entralgo, 1978).

La revolución que se produjo en la Física y la Química, de acuerdo a Entralgo, dio inicio a los trabajos experimentales, de esta manera influenciando el aspecto clínico surgió una tendencia empírica descriptiva y comprobadora. Francois Magendie (1783-1855), médico francés, quien fue el iniciador del método empírico elaborado a través de la observación y el ensayo, aplicándolo en la fisiología.

A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX los médicos de esa época se orientaban hacia la corriente vitalista, lo concreto y el detalle; así como el estudio de la naturaleza se vuelve descriptivo. Con las leyes empíricas se intenta reunir detalles de los fenómenos observables.

Todos estos adelantos ayudaron a entender mejor que en el organismo existen fenómenos mecánicos como por ejemplo la circulación sanguínea y la actividad muscular, y que el cuerpo recibe con los alimentos muchas sustancias inorgánicas, siendo procesadas y posteriormente eliminadas por el mismo organismo. Sin embargo en Francia hubo un rezago en la fisiología con respecto a la física y la química debido a que su corriente sensualista, de *sensus* sentidos que se refiere a tomar en cuenta los sentidos como la vista, el olfato, el oído o el tacto en la realización de la inspección médica, y vitalista que se refiere a la interpretación de los hallazgos clínicos como la pulsación arterial, la frecuencia respiratoria, ruidos cardiacos y ruidos estertores en los pulmones, que no les permitía aceptar que fuera posible medir, cuantificar y utilizar algunos aparatos para determinar la velocidad de la sangre, la cantidad de aire que entra al pulmón o medir el grado de temperatura corporal, mediciones que en Alemania si se llevaban a cabo por los médicos a través de los instrumentos médicos de reciente diseño (Lain Entralgo, 1978).

Después de la revolución Francesa surgen nuevos conocimientos en Francia sobre adelantos médicos, pero en otros países como en Alemania en los años 40's se iniciaba el uso de la instrumentación como medición, de cuantificación sobre todo en el área de la fisiología. Francia se rehusaba a aceptarlo ya que predominaba su corriente sensualista y vitalista. Algunos autores como Roths Schuh quien cita a François Chomel (1788-1858) en 1934 diciendo:

"es cierto que con el termómetro puede saberse exactamente el grado de la temperatura corporal, pero resulta totalmente inapropiado para comprender las otras cualidades del calor patológico. El mejor instrumento que el médico puede utilizar sigue siendo, por tanto su propia mano" (Rothschuh, 1978:59)

Para poder aceptar el uso de los instrumentos en biología se necesitaba una convicción con respecto a los procesos vitales que transcurren de acuerdo a las leyes naturales, es decir que en idénticas condiciones se sigue un curso similar, otro punto importante para estar convencidos era la correspondencia que existe entre las leyes de la naturaleza muerta y la viva.

Como último punto también era necesario estar convencido de que las medidas físicas o la investigación química dan cuenta con exactitud de los procesos vitales.

En 1850 en Alemania, según Geymonat, se tiene un auge en el desarrollo de aparatos especiales de medición que en su mayoría son instrumentos de trabajo mecánicos o electromecánicos que eran fabricados por mecánicos en equipo de precisión, técnicos en electricidad o los sopladores de vidrio; esos aparatos eran utilizados en determinar la fisiología del corazón, la circulación, la respiración, el metabolismo y los músculos entre otros. Posteriormente surgen los aparatos para el estudio de los órganos de los sentidos como el oftalmoscopio (Geymonat 2006).

Por lo anteriormente expuesto se puede deducir que fue necesario un cambio en el pensamiento sobre todo enfocado a la medición de la fisiología en el ser humano iniciándose una nueva forma de explorar e interpretar los resultados médicos y siguiendo algunas de las ideas con respecto a Thomas Kuhn¹⁶ (1922-1996) afirmaba que:

“Un paradigma es lo que los miembros de una comunidad científica comparten, y, recíprocamente, una comunidad científica consiste en hombres que comparten un paradigma” (Mardones 2003:122)

¹⁶ Thomas Samuel Kuhn (1922-1996). Historiador y filósofo estadounidense nacido en Cincinnati, Ohio, el 18 de julio de 1922 es conocido por su contribución al cambio de orientación de la filosofía y sociología científica en la década de los 60s. se doctoró en filosofía en la Universidad de Harvard en Física Teórica en 1949 pero se orientó hacia la ciencia histórica y la filosofía de la ciencia, que posteriormente enseñaría en Harvard, Berkeley, Princeton y en Massachusetts. En 1962, Kuhn publicó “La estructura de las revoluciones científicas, donde explicaba la evolución de las ciencias naturales básicas de tal manera que se diferenciaba de forma importante la visión generalizada de esa época. Según Kuhn, las ciencias no progresan siguiendo un proceso uniforme por la aplicación de un hipotético método científico. Se verifican, en cambio, dos fases diferentes de desarrollo científico. En un primer momento, hay un amplio consenso en la comunidad científica sobre cómo explotar los avances conseguidos en el pasado ante los problemas existentes, creándose así soluciones universales que Kuhn llamaba “paradigmas”. En otro momento, buscando nuevas teorías de investigación las anteriores dejan de funcionar con eficacia, si se llega a demostrar una que una teoría es superior a las que ya existen es aceptada y se produce lo que se conoce como una revolución científica. Estas rupturas traen cambios en los conceptos científicos, en los planteamientos de problemas soluciones y métodos de investigación, es decir, nuevos paradigmas, es importante recalcar que estos cambios paradigmáticos no son totales por lo tanto se dice que la teoría antigua y la nueva son inconmensurables una con respecto a la otra.

Se había dado un cambio de paradigma importante en las ciencias médicas y primero en los países europeos y posteriormente en los demás países del continente americano incluyendo México. En la interpretación de las enfermedades oculares, antes del descubrimiento del oftalmoscopio se consideraba que cualquier enfermedad en la parte interna del ojo se clasificaba en enfermedades de la pupila negra o también llamada “cataratas negras”, esto era debido a que no se tenían los medios o los instrumentos médicos para poder observar la parte interna del ojo. Posteriormente y gracias al diseño del oftalmoscopio se lograron ver las estructuras internas de las personas en vivo, permitiendo con esto la clasificación de las enfermedades internas del globo ocular dándose así el rompimiento del paradigma que se tenía con respecto a la clasificación de las enfermedades oculares.

Con el desarrollo de la instrumentación por parte de los fisiólogos alemanes, para Lain Entralgo, se mantuvo una lucha contra los científicos franceses quienes predicaban una corriente vitalista y sensualista, entendiéndose lo de vitalismo al aspecto de los signos vitales de un individuo y sensualismo al aspecto de la exploración médica por medio de los sentidos, es decir tocar al paciente para sentir su temperatura corporal, observar las expresiones de la cara del paciente, escuchar los ruidos del corazón a través del oído del médico; mientras que los alemanes defendían el uso de los instrumentos médicos para la exploración del órgano de la vista a través del oftalmoscopio, del órgano del corazón a través del estetoscopio que permitía escuchar los ruidos cardiacos y las imágenes obtenidas por los rayos “X” de los pulmones.(Lain Entralgo, 1978).

Era inconcebible para los físicos y para los fisiólogos franceses que se pudieran aplicar métodos de medición con la ayuda de instrumentos elaborados por artesanos o mecánicos sin tomar en cuenta o dejando de lado lo que por muchos años se venia manejando que era la valoración de un individuo, por medio de los órganos de los sentidos.

Los fisiólogos alemanes lucharon por demostrar en el siglo XIX la importancia de incorporar estos instrumentos de medición en la práctica médica, posteriormente perfeccionarlos hasta llegar a los instrumentos que actualmente conocemos, citaremos algunos de ellos como el termómetro el cual permite

registrar la temperatura corporal, el esfigmomanómetro que actualmente se usa para determinar la presión sanguínea y el oftalmoscopio que más adelante se describirá detalladamente (Lain Entralgo, 1978).

1.4 Los orígenes históricos de la oftalmología

Para Sagrera, la historia de la oftalmología se remonta a la ciudad de Egipto en el 1550 a.C. En los escritos del papiro de Ebers¹⁷ se mencionan algunas enfermedades como las manchas en córnea, la oftalmía típica de ese país, alteraciones en las pestañas llamada triquiasis (el crecimiento de las pestañas hacia adentro) provocando un roce en la córnea, y teniendo como complicación la ceguera; el escurrimiento de la lágrima o epifora debido a alguna obstrucción en el trayecto de la vía lagrimal o en el punto lagrimal.

Los egipcios fueron destacados farmacólogos, como lo menciona el papiro de Ebers, en donde se hallaron hasta mil recetas, el cual nos muestra los adelantos que tenían en farmacología. Entre las sustancias que empleaban se encuentra la orina de ciertos animales como por ejemplo, la del murciélago, utilizada para la inflamación de los párpados y que según los egipcios proporcionaba una gran cantidad de vitamina A. De igual forma se elaboraban medicamentos a base de orina humana en especial la orina de la mujer, la cual los egipcios la utilizaban sobre todo para los lavados oculares.

Otro elemento utilizado por los egipcios era el bórax, cuyos preparados de este elemento se utilizaban para la higiene ocular, de igual manera se utilizaban las sales de plomo, como el sulfuro de plomo, el sulfuro de arsénico y el carbonato de sodio. Un dato curioso registrado en el papiro de Ebers es que el uso del

¹⁷ El papiro de Ebers es uno de los múltiples papiros del antiguo Egipto que se refiere a temas médicos y es uno de los mejores conservados. Tiene una dimensión de 20.25m por 30cm, contiene 110 páginas de 20 y 22 líneas en cada columna, está escrito en hierático y conformado por 877 párrafos. Posteriormente se hicieron varias traducciones del papiro dentro de las que destacan las realizadas, por Ghaliounghui en 1897 la cual es considerada la mejor y, la más reciente, hecha en 1895 por Barddinet. El papiro de Ebers fue encontrado en la necrópolis de Assasif, situada frente a la ciudad de Luxor, en el año 1534 a.C. Actualmente se encuentra en la Universidad de Leipzig, Alemania.

antimonio protegía del exceso de luminosidad y que provocaba inflamación ocular.

Los diversos productos empleados por los médicos egipcios en la oftalmología incluían el polvo de lapislázuli y la esmeralda y sus excipientes, sustancias propias para incorporar o disolver medicamentos, y consistían en cerveza, agua, vino, miel y hasta la grasa de buey, leche de vaca y de mujer, además de la sangre de asno, perro, cerdo y cabra. Los egipcios creían que la sangre ayudaba a que los enfermos pudieran ver mejor o más claro, por otra parte los egipcios pensaban que la leche absorbía los derrames de la conjuntiva ocular.

Los egipcios emplearon las materias primas que la naturaleza les proporcionaba para fabricar sus instrumentos, utilizando a su vez su ingenio en el desarrollo de técnicas e instrumental quirúrgico cada vez más sofisticados.

En cuanto al instrumental quirúrgico de esa época que se utilizaban para realizar cirugías a nivel del ojo, se encuentran: pinzas de dientes planos, erinas, escalpelos de hoja móvil, espátulas, solo por mencionar algunos de ellos (Sagrera, 2008).

La extracción quirúrgica de las pestañas desviadas era la única cirugía que se practicaba en ese entonces. En la colección hipocrática de la Grecia antigua se encuentran documentadas las generalidades de anatomía y fisiología ocular, patología general, en cuanto a las enfermedades oculares se mencionan al estrabismo y la deficiencia de visión en la noche. En la terapéutica médica se usaban las sangrías, las ventosas y los gargarismos.

Dentro de los grandes personajes que practicaban la medicina, Gil del Rio menciona a Herófilo de Calcedonia¹⁸ (300 a.C.) quien inició la elaboración de un tratado de oftalmología que posteriormente continuó y concluyó Galeno¹⁹

¹⁸ Herófilo de Calcedonia (335-280 a.C) médico griego de la Escuela de Alejandría. Hizo descubrimientos acerca de la disposición de los vasos sanguíneos del cerebro. Constató la sincronía del pulso con los latidos del corazón y afirmó que la inteligencia no se encuentra en éste, sino en el cerebro.

¹⁹ Galeno (129-216) médico y filósofo griego. Educado como hombre de letras, a los dieciséis años Galeno decidió orientar su actividad al estudio de la medicina. Viajó a Esmirna y finalmente a Alejandría, para de nuevo regresar a Pérgamo donde nació. Desde el año 157 ejerció como médico de la tropa de gladiadores. Fue médico en Roma de los emperadores Marco Aurelio, Cómodo y Septimio Severo, antes de volver de nuevo a Pérgamo, donde murió en el 216.

(126-216 d.C) en el se explicaba en forma detallada algunas enfermedades oculares.

Galeno escribe una teoría de la visión y diversas hipótesis acerca del estrabismo y la presbicia. Celso²⁰ desarrolla por primera vez la cirugía ocular, describe la enfermedad de la catarata de forma tan detallada que sus lecciones continuaron siendo utilizadas para la enseñanza aun después de su muerte (Del Rio, 1966).

En la edad media cristiana en manos de los empíricos se hallaba la medicina ocular. La oftalmología árabe se basa en el estudio de las enfermedades oculares que realizaban los sirios, persas y helénicos, teniendo un crecimiento importante y esto permite que las escuelas árabes empezaran a ser reconocidas en ciudades como Egipto y Siria.

Siria aporta a uno de los más ilustres maestros llamado Alhazen²¹ (965-1039) en su obra de oftalmología titulada “Kitab-al-Kafi” presenta temas como la anatomía y fisiología ocular y la descripción de 36 instrumentos quirúrgicos.

Durante el siglo XIII en Egipto aparece la obra titulada “Reflexiones acerca del tratamiento de las enfermedades oculares”, que fue ordenada para su realización por el sultán Sahli. En los siglos XVI y XVII se ampliaron los conocimientos de anatomía y fisiología ocular por Meibomio quien describe por primera vez las glándulas lagrimales que llevan su nombre (Sagrera, 2008).

Lain Entralgo, menciona en su “Historia universal de la Medicina”, que en el siglo XVIII suceden una serie de descubrimientos como la membrana basal de la córnea por Jean Descemet²² (1732-1810), la descripción por primera vez de la mácula lútea por Samuel Thomas Sommering y Francesco Buzzi²³; Petit

²⁰ Es difícil determinar la verdadera profesión de Celso, pues no escribió sólo de medicina, sino también leyes, historia, filosofía, de arte militar y de agricultura. Expone los dos sistemas en que se dividía la medicina de su tiempo, el de los racionalistas y el de los empíricos.

²¹ Alhazen o Alhacén. (965-1039 d.c) es llamado el padre de la óptica por sus trabajos y experimentos con lentes, espejos, reflexión y refracción. También es considerado el creador del método científico, fue matemático, físico y astrónomo musulmán, realizó importantes contribuciones a los principios de la óptica y a la concepción de los experimentos científicos.

²² Jean Descemet (1732-1810) Anatomista francés, conocido por la membrana de la córnea que lleva su nombre.

²³ En 1782 Francesco Buzzi identificó la fóvea y Samuel Thomas Sommering describe el quiasma óptico en el año de 1786.

quien demostró que existía un canal entre ambas hojas de la hialoides la cual se encuentra en la parte interna del ojo, se entendía y se explicaba más del proceso de la acomodación por otros autores. Todas estas aportaciones hacen que se perfeccione la anatomía ocular durante estos siglos (Lain Entralgo, 1978).

En el siglo XIX en Europa, principalmente en Francia y Alemania se tiene un gran auge en la anatomía, fisiología, patología y cirugía ocular. En lo que respecta a la anatomía se descubren algunas estructuras oculares importantes como el conducto por donde circula el líquido llamado humor acuoso el cual nutre a la estructura externa del globo ocular llamada córnea, así también rellena las cámaras anterior y posterior del ojo; otra estructura que se descubre es la envoltura que recubre el globo ocular llamada aponeurosis. En la fisiología ocular se logra entender y explicar el mecanismo de la percepción retiniana, se elabora una teoría más convincente del mecanismo de la acomodación.²⁴

²⁴ Teorías de la Acomodación del ojo.- Según Dubois-Poulsen (1987), ninguna cuestión ha sido más discutida, que la fisiología de la acomodación y su disminución o pérdida con la edad. El resultado de los trabajos, los trabajos que se iniciaron antiguamente, hasta los actuales constituyen una verdadera imagen de la evolución científica. Se sabe que en sus intentos de explicar el fenómeno visual, desde las teorías antiguas, se progresa, desde una teoría de “Emisión” a una teoría de “Inmisión”. La primera teoría la “Emisión”, se refiere a que el ojo emite rayos que perciben el objeto dada por Ptolemy Soter en su libro “Light”, similares teorías fueron expuestas por Rufos y Galeno (130 a 210 d.C.). Para Galeno, la lente del cristalino era el principal órgano ocular, situado en el centro del ojo, con formación de imágenes en la superficie anterior. Los griegos, no reconocían en realidad la función retinal. Concibieron el cerebro, como emisor de un sutil espíritu, que atravesaba el canal de los nervios ópticos, cruzaba el cuerpo vítreo y se concentraba dentro de la lente cristaliniana, de donde emanaba en forma de rayos que tocaban el objeto externo, el cual “es ése que se ve”. La teoría de “Inmisión” es ideada por Thesaurus Haitham Alhazen , el cual data de 1.000 d.C., para éste autor, los rayos luminosos parten del objeto y convergen en dirección a la lente cristaliniana, pero “el espíritu visual” en marcha, irradia del cerebro, conducido por los nervios ópticos hacia la lente cristaliniana y resultando su poder visual. No fue hasta el renacimiento, en que estudios ópticos fueron desarrollados hacia conocimientos más precisos Leonardo Da Vinci, quien erróneamente creyó que con el descubrimiento de la cámara oscura y el estudio de la refracción de los rayos luminosos en el ojo podía efectuar una conciliación entre la teoría de la “Emisión” y de la teoría de la “Inmisión”. Franciscus Maurolycus (1494-1575) estableció que los rayos proceden del objeto observado, experimentan refracción dentro del ojo y forman la imagen en la retina. Fue Johannes Kepler (1575-1630) quien demostró la primera teoría de la formación de imágenes en el ojo. Estableció la teoría matemática de refracción del cristalino y de recepción de la retina. Todo esto fue confirmado por Copérnico (1473-1543) e Isaac Newton. Johannes Kepler es el primero en pensar que la acomodación, adaptación del cristalino a distancias variables no es posible y cree que ello se produce por acortamiento del globo ocular al contraerse los músculos externos. René Descartes en el año de 1677 fue el primero en demostrar que el fenómeno es debido a un cambio en la curvatura del cristalino, bajo la influencia de los procesos ciliares. (Diez-Feijo, 2005).

Dentro de las enfermedades oculares del siglo XIX, Von Graefe describe con detalle la enfermedad del tracoma al mismo tiempo otros autores mencionan como tratar a la infección que presentaban los recién nacidos, llamándola oftalmía del recién nacido. James Wardrop²⁵ (1782-1869), describe con detalle las inflamaciones que se producen en la córnea por diferentes causas.

En las cirugías oculares se observan avances importantes como la creación de nuevas técnicas para la realización de las cirugías de párpado llamada blefaroplastia. En 1853, Von Graefe revoluciona nuevamente la Oftalmología con una técnica diferente a la que se aplicaba para la extracción de catarata. Hombres como Herman Snellen (1834-1908), quien fue un oftalmólogo neerlandés creó en 1862 el test para estudiar la agudeza visual llamado posteriormente test de Snellen el cual sigue vigente (Graue, 2001).

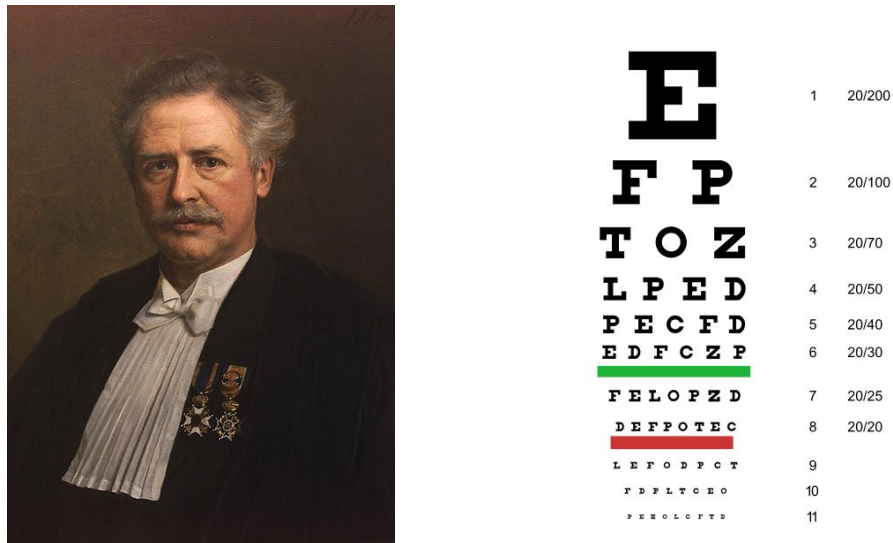


Figura 1. Herman Snellen y su test de agudeza visual

Fuente: Munoa, 1974.

En la figura No. 1 se aprecia la imagen del oftalmólogo Snellen, destacando por sus trabajos llevados a cabo sobre el astigmatismo, el glaucoma y las enfermedades de la retina, entre otros.

²⁵ James Wardrop (1782-1869) Escocés dedicado al estudio de la anatomía y la histología del ojo, aportó grandes avances para el entendimiento del retinoblastoma en niños, tumor maligno que de no detectarse y atenderse a tiempo se produce metástasis y con ello la muerte.

Actualmente el nombre de Snellen se relaciona con las llamadas cartillas de Snellen que permiten cuantificar la agudeza visual y así poder determinar la calidad de visión que tiene cada individuo. Fue el primero en introducir una estandarización científica en la medida de la agudeza visual, las cartillas de Snellen se difundieron durante la primera guerra mundial como instrumento de medida de la agudeza visual en los soldados. Los optotipos son tablas que llevan impresas letras, números o figuras en diferentes tamaños, previamente determinados y se catalogan en decimas de visión. Pueden presentarse en pantallas retro iluminadas o en proyectores. (Lain Entralgo, 1978). En la actualidad, de todos los optotipos que existen en el mercado como Bailey-Lovie la cual se basa en una progresión logarítmica, o la de Sloan por mencionar algunas, la más utilizada es la cartilla de Snellen siendo la más sencilla para la interpretación de los resultados obtenidos por dicha cartilla.

De acuerdo a Graue y colaboradores, todos estos adelantos hicieron posible que la especialidad de la oftalmología fuera una de las más adelantadas de la medicina clínica en el siglo XIX (Graue, 2001).

CAPITULO 2

ESTUDIOS DEL SISTEMA VISUAL POR LOS PRECURSORES DEL OFTALMOSCOPIO

¿No vez ahora que el ojo abarca la belleza de todo el mundo? Es el amo de la astronomía y el creador de la cosmografía; aconseja y corrige todas las artes de la humanidad; conduce a los hombres a diferentes partes del mundo; es el príncipe de las matemáticas y las ciencias que se basan en él son absolutamente ciertas. Ha medido las distancias y tamaños de las estrellas; ha encontrado los elementos y sus localizaciones;... ha hecho nacer la arquitectura y la perspectiva y el arte divino de la pintura. ¡Oh cosa excelente, superior a todas las obras creadas por Dios! ... ¿Qué pueblos, qué lenguas describirán por completo su verdadera función? El ojo es la ventana del cuerpo humano a través de la cual el hombre reconoce su camino y disfruta lo bello del mundo. Debido al ojo, el alma está contenta de permanecer en su prisión corporal, ya que sin él, tal prisión corporal es tortura.

Leonardo Da Vinci

Para iniciar este capítulo señalaremos que generalmente es aceptado que en casi todos los animales la visión es un instrumento para la supervivencia, en cambio para el hombre la visión no es sólo un instrumento que le ayude a sobrevivir, sino también es auxiliar del pensamiento. Entre todas las especies vivientes el hombre posee el más complicado sistema visual, formado por el ojo y las partes correspondientes del cerebro, que le permiten organizar y comprender los elementos cada vez más complejos de su medio ambiente (Mueller, 1989).

De acuerdo a los autores Conrad G. Mueller y Mae Rudolph, las personas son capaces de hacerse determinadas preguntas y formular las respuestas a las mismas gracias a los ojos y al cerebro. El sistema visual no es simplemente una cámara, un órgano de los sentidos que reciba y registre datos, juntos, el ojo y el cerebro como se creía antiguamente sino constituyen un complejo sistema que organiza, analiza y maneja un sinnúmero de datos procedentes del mundo exterior. El ojo y el cerebro siempre están analizando y organizando la información recibida, comparándola con la información pasada. La mayor parte del proceso de organización visual se sitúa en el cerebro altamente desarrollado y permite al hombre estar por encima de todas las especies.

Para G. Mueller y Mae Rudolph, el cerebro puede analizar una gran cantidad de información, eligiendo la que más necesita y usando el resto de la información como antecedente para la toma de decisiones posteriormente cuando lo requiera. A partir de este planteamiento, damos inicio al debate epistemológico en torno a la relación entre el ojo, el cerebro y la luz. Los autores señalan que es un problema epistemológico milenario el relacionado con el estudio del fenómeno de la luz que la humanidad venía observando, el de la vara sumergida en el agua y que a determinado ángulo de observación la vara se apreciaba como si estuviera inclinada o torcida. Posteriormente y gracias al legado de los científicos que han estudiado a la naturaleza y en especial la luz y su proceso, se supo que la luz al pasar por diferentes medios como el agua, el viento o el vidrio por mencionar algunos medios, sufre una desviación y a esta desviación de la luz se le conoce actualmente como el proceso de refracción de la luz.

La humanidad por siglos se ha preguntado que es la luz, esa misteriosa y brillante sustancia que emite el sol, las velas, el fuego, como se lleva a cabo el proceso de la visión, como está organizado el globo ocular en su interior y muchas otras interrogantes que con el estudio de grandes científicos de diferentes épocas han logrado esclarecer algunas de las interrogantes faltando mucho por aclarar otras, como los diferentes fenómenos de la luz.

Los griegos meditaron acerca de la luz, la escuela pitagórica creía que todo objeto visible emitía una corriente constante de partículas, por su parte

Aristóteles llegó a la conclusión de que la luz viaja en algo parecido a las ondas. (Mueller, 1989). Es por eso que grandes científicos estudiaron por lo tanto al sistema visual, el ojo y sus estructuras internas, desde su anatomía, fisiología y patología todos ellos campo de la medicina. En éste capítulo se analizarán a los precursores que proporcionaron las bases para el diseño del oftalmoscopio como lo fueron: Leonardo Da Vinci y sus estudios anatómicos del ojo y sus estructuras, a Isaac Newton con sus estudios sobre una de las teorías de la luz, Hermann Ludwig Ferdinand Von Helmholtz quien estudió la fisiología del cuerpo humano, en especial la ocular y utilizó sus conocimientos físicos que intervienen en las leyes del fenómeno de la luz para el diseño del oftalmoscopio y al Dr. Albrecht Von Graefe, quien aplicó las aportaciones de sus antecesores para sentar las bases y desarrollo de la oftalmología valiéndose del oftalmoscopio como instrumento médico en la detección y clasificación de las enfermedades internas del globo ocular.

2.1 Leonardo Da Vinci

Nacido en Vinci, cerca de Florencia en 1452 y muere en Francia en 1519.

Leonardo Da Vinci fue ingeniero, pintor, técnico y filósofo, perteneció a la Escuela Florentina, autor de las pinturas la Gioconda y la Última cena, siendo también escultor, arquitecto, físico, escritor y músico, se distinguió en todas las ramas del arte y de la ciencia, se convirtió en el símbolo de la superación en los individuos de su época, que contraponía las artes liberales con las artes mecánicas, no sólo se dedicó a pintar y realizar esculturas sino también a estudiar, inventar y construir instrumentos de diversa índole con gran genialidad.

Según Racionero para Leonardo Da Vinci era necesario unir el saber teórico, la práctica y la experiencia; sin embargo, de acuerdo a Racionero, Leonardo admitió no tener certeza donde no se puede aplicar alguna de las ciencias matemáticas o de las que van unidas a las matemáticas. Para Racionero Da Vinci es el primer europeo que mira a la naturaleza para estudiarla en una forma más científica de cómo lo hacían sus contemporáneos; de sus

observaciones y experimentos. Con Leonardo Da Vinci nace el método científico moderno²⁶ el cual se basa en las mediciones empleando para ello instrumentos y técnicas para cuantificar los resultados (Racionero, 1978).

Otro autor como Rossi, señala que éste gran artista en ningún momento tuvo un interés en dejar un legado de sus descubrimientos, si no por el contrario sus apuntes y anotaciones sobre sus experimentos y observaciones los hizo utilizando una simbología que no fuera entendible para los demás. Muchos de sus diseños de instrumentos y máquinas quedaron solamente en proyectos. El propósito de este artista fue querer hacer que todo fuera visible a través de sus dibujos de máquinas y de las partes anatómicas del cuerpo humano, principalmente las del ojo (Rossi, 1970).

Leonardo Da Vinci desarrolló un método preciso para representar y describir la realidad como lo menciona Rossi y que de esta manera Leonardo Da Vinci pasa del empirismo al experimentalismo. Su interés hacia la anatomía y el funcionamiento del ojo lo demuestra desarrollando algunos dibujos y experimentos como la cámara oscura; algunos datos de la historia dicen que Leonardo da Vinci no fue el primero en utilizarla ya que hay información desde Aristóteles (Rossi, 1970) en donde sostiene que los elementos que constituían la luz se trasladaban de los objetos al ojo del observador con un movimiento ondulatorio y para comprobarlo construyó la primera cámara oscura de la que se tiene historia, describiéndola de la siguiente manera: *“Se hace pasar la luz a través de un pequeño agujero hecho en un cuarto cerrado por todos sus lados. En la pared opuesta al agujero, se formará la imagen de lo que se encuentre enfrente”*.

²⁶ Leonardo da Vinci comprendió y utilizó el auténtico método experimental un siglo antes de que Francis Bacon filosofase sobre él, y antes de que Galileo lo pusiese en práctica. Da Vinci no escribió tratados metodológicos, pero en sus cuadernos de apuntes nos dejó esparcidas sus ideas. Dice que las matemáticas, la geometría y la aritmética, pueden llegar a la certeza absoluta dentro de su propio ámbito, pues manejan conceptos mentales ideales de valor universal. En cambio, la verdadera ciencia (refiriéndose a las ciencias empíricas), se basan en la observación, si pudiera aplicarse a ella el razonamiento matemático podría lograrse mayor grado de certeza, siendo hoy en día, uno de los pasos fundamentales del método científico.

Pero Leonardo Da Vinci en la segunda mitad del siglo XV volvió a hablar de la cámara oscura, describiendo su funcionamiento adjudicándole una utilidad práctica por lo que se le ha otorgado el crédito de su descubrimiento. Empleó la cámara oscura para dibujar objetos que en ella se reflejaban. A partir de ese momento se utilizó como herramienta auxiliar el dibujo y la pintura (Racionero, 1970).

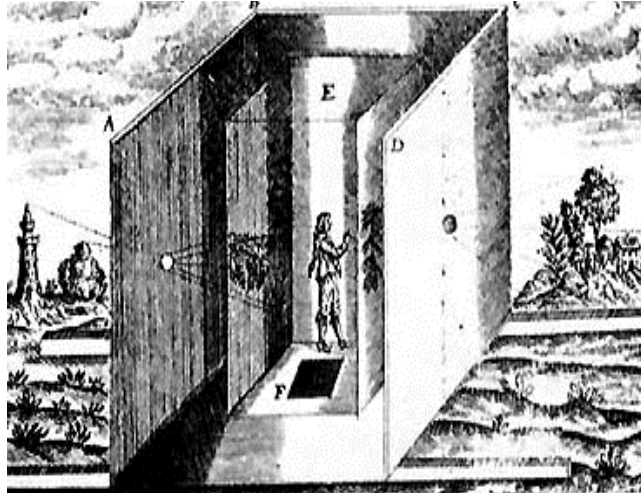


Fig.2 Cámara oscura portátil de Kircher, 1646.

Fuente: Güemez-Sandoval 20010:129

En la figura No. 2 se observa una representación esquemática de la cámara oscura realizada por Kircher en el año de 1646. Con los experimentos realizados a través de la cámara oscura se trataron de explicar los diferentes procesos del aparato visual.

La cámara oscura que utilizó Da Vinci tenía las dimensiones de una habitación para que el pintor pudiera introducirse en ella y dibujar desde su interior lo que se reflejaba en el exterior. Para lograrlo, colocaba un papel traslúcido en la parte posterior frente al orificio por el que pasaba la luz. Cabe mencionar que la imagen era invertida por lo que tenía que ser muy hábil para poder dibujar y hacer las correcciones necesarias al copiar la imagen sobre papel. Para conseguir que la imagen se formara era necesario que el orificio fuera muy pequeño, de lo contrario los detalles de la imagen no podían ser

vistos con nitidez. Para Güemez-Sandoval, Leonardo Da Vinci creyó erróneamente que con el descubrimiento de la cámara oscura podía demostrar que las dos teorías, tanto la teoría de la emisión de rayos de luz emitida por el ojo y la teoría de la inmisión que decía que los objetos eran los que emitían los rayos para llegar al ojo, eran válidas. Desde el punto de vista epistemológico la primera postura le da la primacía al sujeto, mientras que la segunda postura le otorga la primacía al objeto. Se trata en el primer caso de las posturas innatistas y aprioristas y en el segundo caso se trata de la postura empirista.

A partir de éste momento pasamos del debate epistemológico de la relación entre el cerebro, el ojo y la luz al problema epistemológico de los avances en medicina y anatomía aportados por Leonardo Da Vinci. Como señalamos en el glosario, la epistemología es la rama del saber que estudia el origen y naturaleza del conocimiento, por lo tanto el problema médico-anatómico de las aportaciones de Leonardo Da Vinci no se circunscriben al terreno del arte representados por sus dibujos sino a la representación cognitiva de la realidad como generación de nuevos conocimientos. Es por eso que consideramos que la aportación epistemológica de Da Vinci es de naturaleza científica y su origen no es de extracción de la realidad sino de una estructuración conceptual de la realidad. Los dos temas que ocuparon un mayor número de páginas en los manuscritos de Leonardo Da Vinci fueron la mecánica y la anatomía, a cuyo estudio se dedicaría toda la vida, porque consideraba que en ellas están las claves del funcionamiento interior de la naturaleza.

En diez años de practicar la disección en animales, la observación de la naturaleza, el dibujo y el elaborar anotaciones en forma detallada, Leonardo da Vinci logró atravesar la barrera que había entre la anatomía medieval y la moderna, abriéndole el camino a otro gran personaje que fue Vesalio.

Entre los años de 1487 y 1493 Da Vinci realizó disecciones del sistema nervioso sensitivo y particularmente del ojo en el hospital de Santa María Nuova, con lo cual pudo elaborar dibujos anatómicos extraordinarios teniendo como proyecto la idea de realizar un libro el cual no pudo concluir.

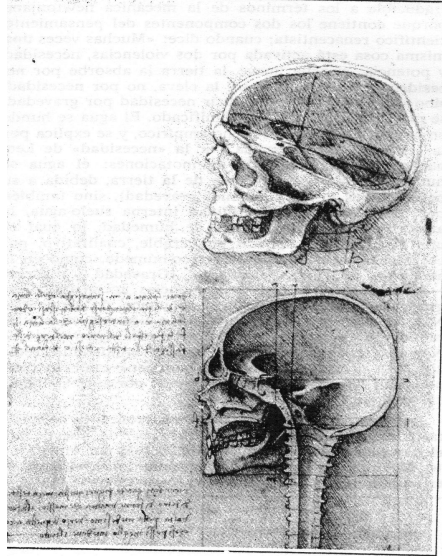


Fig. 3 Dibujos del cráneo

Fuente: Racionero 1978: 82

En la figura No. 3 se puede apreciar un dibujo de cortes anatómicos de vista lateral mostrando las estructuras del cráneo y su relación con el ojo realizado por Leonardo Da Vinci.

Estos estudios anatómicos los realizó en cadáveres, sobre todo en individuos que habían cometido algún delito y no eran reclamados por los familiares.

Su mayor interés fue el conocimiento anatómico y fisiológico del ojo, por su gran relación con el arte y en especial con la pintura. Sus estudios del ojo probablemente los realizó en monos, cerdos y vacas que era como se hacía en esa época, pero existen posibilidades de que los haya hecho en algunos cadáveres humanos. Leonardo Da Vinci decía al respecto:

“Al hacer la anatomía del ojo, para poder ver bien el interior sin derramar el humor acuoso, tenemos que colocar todo el ojo en clara de huevo y cocerlo hasta que se solidifique, para luego cortar el huevo y el ojo transversalmente,

de suerte que no se derrame nada de la parte seccionada. (Güemez-Sandoval 2010:128)

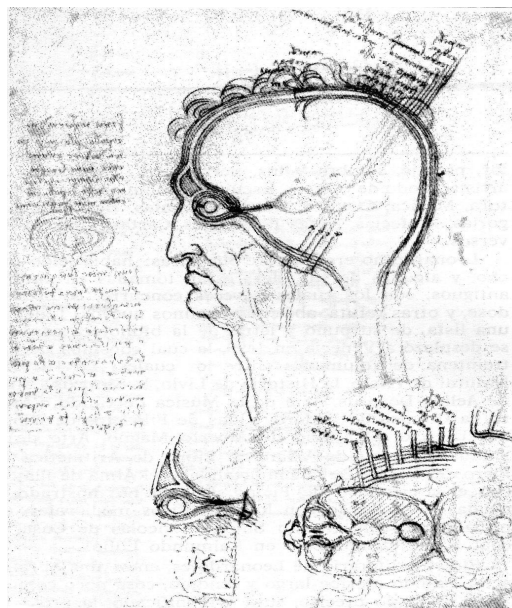


Fig.4 Dibujo de las estructuras oculares

Realizado por Da Vinci

Fuente: Racionero 1978: 81

En la figura No. 4 se puede apreciar un dibujo del ojo realizado por Leonardo Da Vinci donde las estructuras oculares no se ven con gran detalle, el cristalino se muestra en una posición equivocada, concepto que se tenía en dicha época, así mismo el cristalino era considerado el sitio donde se llevaba a cabo la visión. Posteriormente se descubrió la correcta posición del cristalino por Realdo de Colombo alumno de Vesalio²⁷, lo cual fue publicado en el año de 1559 en su libro “De Re anatómica”. Sin embargo, las demás estructuras como el quiasma óptico se aprecian mejor coincidiendo con lo que actualmente se conoce con respecto a la anatomía del ojo.

²⁷ Andrés Vesalio o Andreas Vesalio nació el 31 de diciembre de 1514 en Bruselas, Bélgica. Recibió su primera educación en Bruselas y Lovaina donde, entre otras materias, aprendió latín, griego, árabe y hebreo. Realizó disecciones y publicó su primera obra: Paraphrasis in nonum librum Rhazae ad Almansorem que se editó en Basilea, Suiza en 1537. Rompió con el método didáctico medieval que era únicamente teórico explicativo, incorporando una técnica nueva que se basaba en explicar el tema, situándose con los alumnos junto al cadáver, disecando y mostrando por sí mismo la parte a la que la explicación se refería. Completaba con dibujos lo que en el cadáver era difícil de observar.

De acuerdo a Güemez-Sandoval, en algunos escritos de Leonardo Da Vinci se pueden hallar datos importantes en cuanto a la fisiología del ojo y en especial al movimiento de la pupila. En este punto en el recuento de Leonardo Da Vinci, entrelazamos las bases del funcionamiento del ojo con las bases del funcionamiento del oftalmoscopio.

Leonardo Da Vinci al respecto de la pupila decía:

“La pupila del ojo se transforma en tantas dimensiones diferentes como diferencias hay en los grados de brillo y oscuridad de los objetos que se presenten ante ellos... en éste caso la naturaleza a provisto a la facultad visual, cuando se irrita por una luz excesiva con la contracción de la pupila. La naturaleza trabaja en este caso como uno que, al tener demasiada luz en su habitación, cierra la ventana según las necesidades, o como aquel que llega la noche abre la ventana de par en par para ver mejor. De esta forma, la naturaleza consigue una adaptación permanente y un equilibrio continuo por medio de la contracción y dilatación de la pupila, de acuerdo con la oscuridad o brillo que se presenten ante ella. Podemos observar este proceso en los animales nocturnos, como gatos, autillos y búhos, que tienen la pupila muy pequeña a medio día y muy grande por la noche... si queremos hacer un experimento con un hombre, miremos atentamente a la pupila de su ojo mientras tenemos una vela encendida a corta distancia y le hacemos mirar a esta luz cuando se la vamos acercando gradualmente. Así notaremos que cuanto más se la acercamos más se va contrayendo la pupila. La pupila se encuentra en el centro de la córnea, que tiene la forma de la parte de una esfera, en cuyo centro de su base recibe la pupila. Esta córnea recibe todas las imágenes de los objetos y las transmite a través de la pupila al lugar donde se realiza la visión” (Güemez-Sandoval 2010:129-130).

Leonardo Da Vinci consideraba que la imagen que entraba al ojo era en posición invertida y después era vista en la posición correcta debido a que el cristalino modificaba la posición de los objetos. Da Vinci sobre este tema mencionaba lo siguiente:

En las figuras No. 5 y No. 6 Leonardo Da Vinci en sus dibujos describe los nervios craneales tercer, cuarto y quinto que tienen relación directa con el ojo.

El tercero y cuarto par craneal están ligados con el ojo a través de la inervación que le proporcionan al músculo extraocular dando el movimiento ocular desde las diferentes posiciones de mirada.

Para Leonardo da Vinci el ojo tenía diez funciones: la luz, la oscuridad, el cuerpo, el color, la forma, la ubicación, la lejanía, la cercanía, la moción y el reposo. Creía que eran las partes de mayor importancia para realizar una pintura, lo cual es cierto porque se considera que la luz, la ubicación y las formas, y el color son esenciales para que un artista pueda plasmar e interpretar una imagen y plasmarla en una pintura (Güemez-Sandoval, 2009).

Su interés por los fenómenos ópticos lo llevó a realizar muchos estudios sobre observaciones de la luz y su comportamiento en el agua y en el aire. Una de sus mejores aportaciones a la Optometría realizada por Da Vinci fue proporcionar las bases para diseñar el primer lente de contacto, tal experimento consistía en sumergir su cara en un recipiente lleno de agua, con lo que notó que se modificaba la imagen de un objeto que se encontraba en el fondo de dicho recipiente. Actualmente estos avances en la industria de la fabricación de los lentes de contacto son gracias a las bases físicas para el diseño de este tipo de lentes que Leonardo da Vinci legó a la humanidad.

En la actualidad, la mayoría de las lentes de contacto se prescriben para corregir la miopía, el astigmatismo, la hipermetropía y sobre todo para los pacientes que presentan una alteración corneal llamada Queratocono que se manifiesta como un adelgazamiento del centro de la cornea provocando visión distorsionada, actualmente este padecimiento ocular se puede corregir con el uso de los lentes de contacto.

Con este recuento de Leonardo Da Vinci y un breve recuento de Newton y Tomas Young con sus teorías sobre la percepción de los colores, que sirvieron para cimentar las bases físicas para el diseño y creación del oftalmoscopio., es necesario mencionar la teoría tricromática del color.

2.2 Isaac Newton, Tomas Young y la teoría tricromática

De acuerdo a Conrad Muller y Mae Rudolph, han pasado tres siglos desde que Isaac Newton inició sus primeros estudios sobre la percepción de los colores; sin embargo, el fenómeno de la percepción de los diferentes colores apenas empieza a ser aclarado. Esta percepción al color el hombre la comportarte con algunos animales como los monos, abejas y peces.

La visión en color implica un proceso fisiológico en la que la energía de la luz se transforma en señales de color que van al cerebro y por medio de un proceso psicológico aún no aclarado, el cerebro interpreta dichas señales.

Las diversas teorías de la visión cromática tienen en común que todas se basan en el descubrimiento hecho por Newton²⁸ en 1666, donde se menciona que la luz solar es una luz blanca que contiene todos los colores del espectro. Newton tenía 23 años cuando realizó sus famosos experimentos que le permitieron comprender que un objeto toma su color al absorber ciertos colores del espectro, reflejando otros.

Según Mueller, los trabajos de Newton con la luz y los colores pasaron inadvertidos al principio y no intentó describir la manera como el ojo y el cerebro perciben el color hasta el año de 1704. Daba a entender que la retina del ojo quizá contuviera innumerables receptores de la luz, reaccionando cada uno al estímulo de determinado color y transmitiendo la señal adecuada al cerebro.

Tomas Young²⁹, fue quien dio a conocer la primera respuesta razonable a las preguntas de Newton, fue un versátil erudito cuyos intereses iban desde los

²⁸ Isaac Newton (1642-1727). Fue matemático, físico y astrónomo británico. Su reconocimiento se da por la formulación de la ley de la gravedad la invención del calculo diferencial y la invención del telescopio de reflexión. Además de el desarrollo de la potencia de un binomio, el método matemático de las fluxiones la descomposición de la luz blanca por medio de un prisma llamado espectro luminoso.

²⁹ Thomas Young (1773-1829) Médico inglés, físico y egiptólogo, nació en Somersetshire y murió en Londres. Elaboró la teoría ondulatoria de la luz, recibió instrucción de cómo fabricar telescopios pero en Compton estudio botánica, matemáticas, lenguas clásicas y óptica, además de lengua y literatura alemana en la Universidad de Gotinga. En 1792 estudio medicina y después de un año publicó un trabajo sobre la física de la lente ocular llamado así por estar cerca del ojo y donde mostró experimentalmente que el cambio de foco en una lente es consecuencia de la curvatura del lente. También desarrollo trabajos sobre el astigmatismo y una teoría sobre la visión del color en el ser humano.

jeroglíficos hasta la óptica. En 1801 desarrolló la hipótesis de que el ojo contenía un número infinito de partículas y que cada una era capaz de reaccionar a un solo color. Según Tomas Young en su teoría tricromática había tres clases de receptores, y cada uno reaccionaba alguno de los tres colores principales, que combinados, podían producir todos los demás colores. Incluso el blanco. Pero Young apenas si realizó algunos experimentos con la visión en color, e su teoría tricromática, prefiriendo concentrarse en la naturaleza física del color.

Para Mueller y Conrad, fue el científico alemán Hermann Von Helmholtz a quien le tocó aclarar la teoría tricolor o tri-cromática de Young, a mediados del siglo XIX. Helmholtz explicó que los tres tipos de receptores reaccionaban a todos los colores, pero en diverso grado, y que era la sensación total recibida por el cerebro la que determinaba los colores efectivamente vistos.

En los últimos años, debido al gran avance en la técnica científica, el hombre ha podido estudiar directamente el sistema cromo visual del ojo. Los conos de la retina, que son los cromorreceptores del ojo, pueden ser aislados y sujetos a diversos estudios. Hay evidencias concluyentes de que los conos no envían señales cromáticas directamente al cerebro (Mueller 1989).

2.3 Hermann Ludwig Ferdinand Von Helmholtz

Hermann Ludwig Ferdinand Von Helmholtz nació en 31 de agosto de 1821 en la ciudad de Potsdam, Alemania. Su padre era maestro de un instituto de ciencias y tuvo gran influencia en las inclinaciones de Hermann, el cual empieza desde temprana edad a interesarse en la filosofía y en la física.

En el año de 1838 Hermann Von Helmholtz empieza a estudiar medicina en el Instituto Médico Quirúrgico Friedrich-Wilhelm de Berlín; además de las materias que eran necesarias cursar en la carrera de medicina, Hermann Von estudió botánica, química, física, idiomas e historia, mostrando gran interés también por las bellas artes y la filosofía (Boring, 1998).

Las nociones de Von Helmholtz abarcaban una gran cantidad de áreas del conocimiento de aquella época: la fisiología, la acústica, la óptica, la termodinámica, el electromagnetismo, la hidrodinámica, las matemáticas, la psicología, la psicofísica, la filosofía así como la teoría musical.

Boring cita en su libro “Historia de la psicología experimental” que dentro de los maestros de Helmholtz, se pueden mencionar al anatomista Johann Lukas Shönlein y al fisiólogo Johannes Muller³⁰ (1801-1858) los cuales tuvieron una influencia decisiva en la carrera de Hermann Von Helmholtz. El 2 de noviembre de 1842 Helmholtz recibe el grado de doctor con un trabajo sobre anatomía patológica (Boring, 1998).

Hermann Von Helmholtz inició su trabajo como médico en el hospital militar. “La Charite” en Berlín, regresando posteriormente a Potsdam en donde instala su laboratorio de fisiología experimental, siendo sus primeras investigaciones, los aspectos térmicos en los procesos fisiológicos.

En 1842 Helmholtz publicó su primer artículo, su tesis de médico, en ella demostraba que las células nerviosas ganglionares están conectadas individualmente con fibras nerviosas separadas que parten de estas fibras, este descubrimiento permitió conocer más el proceso de las neuronas y con ello anticipa la teoría de la neurona. Otra publicación importante en el área de la fisiología es el primer trabajo que realiza en el año de 1845, sobre “El gasto metabólico de la actividad muscular”(Güemes-Sandoval, 2008).

³⁰ Johannes Peter Müller. Nace en la ciudad de Coblenza el 14 de julio de 1801 y muere el 28 de abril de 1858. Fue un anatomista y fisiólogo alemán que realizó importantes contribuciones al campo de la fisiología, la neurobiología, la embriología y la zoología. Su libro de texto *Handbuch der Physiologie des Menschen* iniciado en el año de 1833 y concluido en el año de 1840 marcó el inicio de un nuevo periodo en el estudio de la fisiología. Por primera vez, los resultados de la anatomía comparada en humanos, así como los resultados de la química y otras ciencias naturales se unían en la investigación de problemas fisiológicos. La parte más importante de este trabajo estaba dedicado a la acción nerviosa y los mecanismos sensitivos. En ella, Müller estableció por primera vez el principio en el cual un tipo de sensación no depende del modo de estimulación sino va a depender del órgano sensitivo que se estimuló. De este modo, la luz, la presión o la estimulación mecánica que actúan sobre la retina y el nervio óptico producen impresiones luminosas. Su enseñanza ejercerá una gran influencia sobre numerosos científicos célebres como Hermann Von Helmholtz (1821-1894) Emil du Bois-Reymond (1818-1896), Theodor Schwann (1810-1882), Friedrich Gustav Jakob Henle (1809-1885) o Carl Ludwig (1816-1895)

Hermann Von Helmholtz regresa nuevamente a Berlín, empieza a trabajar con Heinrich Gustav Magnus (1802-1870), profesor de física y un grupo de jóvenes investigadores que se dedicaban a la física aplicada. Helmholtz se interesa por los órganos de los sentidos, principalmente por el ojo, oído y su fisiología, realiza varios experimentos y se da cuenta que éstos son fenómenos fisicoquímicos que pueden ser cuantificables.

Dentro de su actividad en la docencia, Helmholtz impartió clases de anatomía en la Escuela de Arte de la Academia de Berlín, fue profesor de fisiología y anatomía patológico en la Universidad de Königsberg. En un ir y venir por diferentes ciudades como Berlín, Potsdam, Königsberg y Heilderberg, va desarrollando su importante obra científica.

Se le puede considerar uno de los grandes iniciadores en el estudio de la reciente Psicología experimental³¹(Güemez-Sandoval, 2008).

.

Dentro de los diferentes trabajos experimentales, publicaciones y conferencias que realiza Hermann Von Helmholtz, Güemez-Sandoval, menciona los siguientes:

1. Sobre la conservación de la fuerza
2. Las realidades de la percepción
3. Percepción de los tonos musicales

³¹ Es claro que Helmholtz no “fundó” la psicología experimental, ya que él pensaba que la psicología era esencialmente fisiología y que la fisiología era básicamente física. Para él la psicología era una ciencia exacta que dependía del uso de la matemáticas, como había tratado de demostrar Herbart, y de la experimentación que Herbart había rechazado. Johannes Muller fue quien ejerció una gran influencia sobre la forma de analizar de Helmholtz en lo que respecta al área de la psicología, lo que nos permite entender la gran importancia que Helmholtz dio a la doctrina de las energías nerviosas específicas. En alguna ocasión Helmholtz comparó esta afirmación de Muller con la ley de la gravitación de Newton; así era de gran importancia que le daba a esa teoría. Es importante mencionar que fue la doctrina de Müller la que dio forma fundamental a las teorías de Helmholtz sobre la visión y la audición. Helmholtz defendía el empirismo psicológico, pertenece más al pensamiento de los británicos que al de los germanos; defiende más la postura de John Locke y de Mills y no la que defendían sus connacionales como Leibniz, Kant y Fichte. La psicología filosófica alemana se basaba mucho en el intuicionismo, es decir en la doctrina de las ideas innatas, en los juicios a priori, en las categorías innatas del entendimiento. La psicología británica se había centrado en el empirismo, en la doctrina del génesis de la mente por medio de la experiencia individual. Helmholtz tomó partido por el segundo grupo y renunció a la filosofía alemana defendida por Kant y Fichte. Posteriormente existe dentro la psicología una división entre el genetismo y el nativismo en la percepción. Lotze, Helmholtz y Wundt representaban el genetismo, mientras que Müller, Hering y Stumpf, el nativismo. (Boring G, Edwin, 1998).

4. Las integrales de las ecuaciones hidrodinámicas correspondiente a movimientos turbulentos
5. Los movimientos discontinuos de los fluidos
6. Distribución eléctrica
7. Teoría de la electrodinámica
8. La naturaleza de la radiación
9. Las leyes de las corrientes eléctricas no constantes en los conductores materiales extensos
10. La formación del sistema planetario
11. Principio de la acción mínima en mecánica, electrodinámica, el pensamiento y la medicina
12. Las ciencias naturales en el conjunto de las ciencias

Entre los libros que publica Helmholtz, destaca el tratado de Óptica fisiológica, el cual está desarrollado en tres tomos; esta obra la inicia en el año de 1856 y la concluye en 1867 (Güemez-Sandoval, 2008).

Se considera que el tiempo que vive en la ciudad de Heidelberg es la etapa más productiva de su vida científica de Helmholtz, en esta etapa se dedica básicamente a la física pues considera que dentro de la fisiología ya había demasiados investigadores y, por tal motivo, dedica prácticamente ya todo su esfuerzo a la física.

Dentro de sus actividades, Helmholtz propone la creación de un instituto físico técnico en Berlín empezando con el proyecto en el año 1872, concluyendo el proyecto en el año de 1887; fue designado primer presidente y director del departamento de física, se dedicó por completo a este proyecto, ya que consideraba que el desarrollo tecnológico contribuiría en forma importante al desarrollo económico de su país (Güemes-Sandoval, 2008).

Hermann Von hizo mediciones de globos oculares en sus diferentes diámetros, congelándolos previamente para poder trabajar sobre ellos; efectuó mediciones del radio de curvatura de la córnea, así como mediciones del cristalino tanto en su diámetro como en su espesor; realizó estudios del índice refracción del

cristalino; describió el fenómeno de la acomodación³²; describió la fluorescencia de la retina, la aberración cromática del ojo y desarrollo la teoría tricromática de la visión del color junto con Young (Mueller, 1980).

Estos estudios sobre todo en córnea le permitieron diseñar a Hermann Von Helmholtz el oftalmómetro llamado actualmente queratómetro, el cual es usado por el optometrista. El Queratómetro sirve para medir 3 mm del centro de la córnea permitiendo con ello calcular los lentes de contacto que se utilizan para la corrección de algunos padecimientos como la miopía y el queratocono principalmente.

Otro instrumento de medición que diseñó Hermann Von fue el quimógrafo, el cual es un aparato médico que registra los cambios de actividad de un organismo y produce una gráfica, las bases físicas del aparato que desarrolló Hermann Von Helmholtz sirvió posteriormente para diseñar un instrumento que actualmente se conoce como el electrocardiógrafo el cual registra la actividad cardíaca, y del oftalmoscopio, se desarrollaron los primeros diseños para la construcción de otros instrumentos de medición como el keratoscopio, actualmente llamado retinoscopio, instrumento que nos permite la medición de la refracción y su diagnóstico, obteniendo con exactitud el grado de cada una de las ametropías que existen como la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo.(Boring, 1998).

Es importante mencionar que tanto el oftalmómetro o también llamado queratómetro y el oftalmoscopio son dos aparatos de medición utilizados con frecuencia por el optometrista y el oftalmólogo, el primero sirve para medir el área central de la córnea y el segundo para observar las estructuras internas del globo ocular.

³² En 1855, Hermann Von Helmholtz, basándose en la observación de las imágenes de Purkinje crea la hipótesis de la relajación, por la que al contraerse el músculo ciliar, cuya inserción fija está delante, en el limbo corneo-escleral, y la móvil detrás, en la pars plana de la región ciliar, tiraría hacia delante de la coroides, y esto traería como consecuencia la relajación de las fibras de la zónula. Ahora bien, Helmholtz cree que, en estado de reposo del músculo ciliar, dichas fibras tiran de la periferia del cristalino, en donde se insertan, y la mantienen aplanado, y al relajarse recobraría éste su forma primitiva, que tiende a aproximarse a la esférica, aumentando sus curvaturas, sobre todo la anterior, desplazando el polo anterior hacia adelante 0,4mm y el polo posterior hacia atrás 0,05mm y logrando así un aumento en la refringencia de la lente.(Diez-Feijo, 2005).



Figura 7. Queratómetro de Helmholtz

Fuente: www.highscope.ch.ntu.edu.tw.

En la figura No. 7 se aprecia el instrumento llamado antiguamente oftalmómetro, en la actualidad se conoce como Queratómetro, en un principio se utilizaba para medir la curvatura corneal y así determinar la cantidad de astigmatismo que tenía el paciente, posteriormente se usó para calcular los lentes de contacto y medir el poder de la córnea, medidas que sirven para calcular el lente intraocular que se implanta dentro del ojo sustituyendo al cristalino cuando este se opacifica por presentar catarata.

La necesidad de instrumentación diagnóstica, muy ligada en el caso de la oftalmología a la óptica, selecciona naturalmente en su campo a estos especialistas nacientes. No es de extrañar que esta necesidad del desarrollo tecnológico se comience a dar en los países muy avanzados en sistemas ópticos, como en Suiza, Alemania, Austria, Francia e Inglaterra es donde aparecen los primeros aparatos para el examen del globo ocular

De ahí, nace el oftalmoscopio, la lámpara de hendidura o biomicroscopio y con ellos, los clínicos especializados en este campo, Von Graefe, Helmholtz, Vogt, Berliner y Fuchs son algunos de los médicos de esta época clásica en el nacimiento de la Oftalmología (Lain Entralgo, 1978).

Hermann von diseña las primeras bases para la construcción del oftalmoscopio, instrumento que va a contribuir, a mediados del siglo XIX, al desarrollo de la oftalmología en forma importante. Antes de su invención, las enfermedades de la parte interna del ojo, se clasificaban como cataratas negras ya que el fondo del ojo no se podía explorar. (Heilmann, 1977).

Hermann Von conocía la anatomía del ojo perfectamente bien y tenía conocimientos de que la retina era una superficie reflectante, sabía que la luz que entra al ojo es reflejada, así como también que la luz sigue el mismo camino de salida que de entrada.

Según Belmonte Martínez en su texto de oftalmología clínica, el principio óptico adoptado en el oftalmoscopio de Helmholtz, era esencialmente el del telescopio de Galileo. Se componía de tres láminas de cristal superpuestas, con objeto de aumentar el poder reflejante del instrumento.

Estas láminas eran originalmente cubreobjetos y constituían la hipotenusa de una caja que tenía la forma de un prisma triangular rectangular, cerrado por todas partes y ennegrecido en su interior.

Una de las caras de esta caja estaba provista de un agujero y se adaptaba al mango de tal suerte que el prisma podía girar sobre el eje óptico del instrumento. En la otra cara se disponía de una abertura destinada a recibir el ojo del observador. Entre este último y el prisma, se podían interponer vidrios cóncavos de diferentes graduaciones. Para proceder al examen oftalmoscópico, se colocaba una lámpara próxima a las láminas de cristal, a través de las cuales el observador miraba procurando estar lo más cerca posible del ojo a observar. La luz reflejada por las láminas de cristal era reenviada a la pupila que tomaba entonces una coloración rojiza. Interponiendo las lentes cóncavas y escogiendo los cristales más adecuados, se lograba obtener una imagen nítida del fondo del ojo (Belmonte, 1985).

En 1852, Rekoss, mecánico constructor del oftalmoscopio de Von Helmholtz en Königsberg, incorporó dos discos móviles provistos de lentes positivas y negativas, con la intención de ampliar las imágenes del fondo del ojo que se observaban a través del instrumento, esta incorporación tuvo como resultado neutralizar los rayos de luz que emergen en forma divergente en un ojo miope o rayos de luz que salen en forma convergente en un ojo hipermetrope y con ello poder observar con claridad la parte interna y sus estructuras del ojo. Este diseño sirvió para construir el primer oftalmoscopio de refracción.

Louis de Wecker (1832-1906) construyó un oftalmoscopio, que se reducía a un simple reflector de lámina de Helmholtz. Louis de Wecker es autor junto con Landolt, de uno de los primeros manuales del uso del oftalmoscopio escrito en el año de 1878 (Graue, 2001).

Posteriormente, J Masselon, en el año de 1886 escribe otro manual de oftalmoscopia, con ello favoreció el uso del oftalmoscopio en forma rutinaria por los médicos oculistas que estaban interesados en las enfermedades del fondo del ojo.

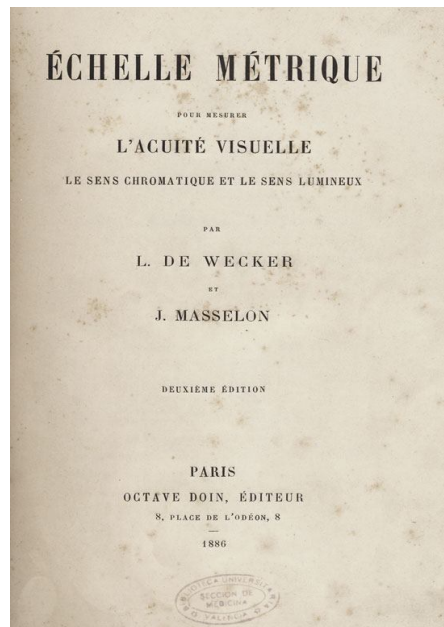


Figura 8. Manual del Oftalmoscopio

Fuente: hicio.uv.es/Expo_medicina/Cirugia/oftalmologia.html

En la figura No. 8 se aprecia la portada del manual de agudeza visual y nociones básicas en el uso del oftalmoscopio y su interpretación de las enfermedades del fondo del ojo, escrito por los médicos franceses el Doctor J. Masselon y el Doctor L. De Wecke en el año de 1886 permitiendo a los médicos oculistas de esa época usar en forma rutinaria el oftalmoscopio en todos sus pacientes.

Christian Ruete (1810-1867) diseñó e incorporó en la práctica médica el nuevo diseño del oftalmoscopio indirecto en 1852, para ello utilizó un espejo cóncavo que aumentaba la iluminación estando provisto de una perforación central y de un juego de lentes convexas que le permitían al médico observar con más claridad la imagen del fondo del ojo pero en forma invertida de la parte interna del ojo (Munoa, 1974)).



Figura 9. Hermann Von Helmholtz
Fuente: Universidad de California. 1994

En la figura No. 9 se aprecia una de las fotografías de Hermann Von Helmholtz quien al estar investigando sobre la conservación de la fuerza (energía) experimento que Helmholtz realizó ante sus alumnos y que para realizar este experimento utilizó cartón, pegamento, así como unas lentes delgadas que funcionaban como espejo reflectante.

Cabe mencionar que anterior al diseño de Hermann Von, hubo una serie de investigadores que hicieron estudios para ver el fondo de ojo y trataron de desarrollar un instrumento para la observación de la parte interna del ojo humano.

Por citar algunos, como el científico inglés Méry que en el año de 1704 logra ver el fondo del ojo de un gato al cual ahogó dentro del agua, observando el fondo de ojo fácilmente, esto es debido a la pupila midriática que presentó el gato después de su muerte. Posteriormente de la Hire, Purkinje, Kussmaul, Cumming, Brucke efectúan diferentes experimentos para lograr ver el interior del ojo teniendo algunos avances en los diseños del oftalmoscopio (Güemez-Sandoval).

Este interés por ver la parte interna del ojo surge por revelar los misterios de muchas de las enfermedades que se presentaban en las estructuras internas del ojo, principalmente en la retina (Belmonte, 1985), donde se lleva a cabo el proceso de la visión y que al ser afectada por alguna patología la visión bajaba en forma considerable pudiendo llegar a la ceguera de ahí el interés de los científicos de las diferentes épocas que se interesaban en el estudio de uno de los órganos de los sentidos más importantes y que ha permitido al hombre apreciar, observar y comparar muchos de los fenómenos de la naturaleza, nos referimos al ojo.

En el año de 1847, Charles Babage (1792-1871), físico inglés, diseña un instrumento para observar el fondo del ojo, se lo presenta a algunos oftalmólogos de esa época los cuales no valoraron el instrumento, por lo tanto no publica el desarrollo de su invento y este no se da a conocer (Belmonte, 1985).

Finalmente el 6 de diciembre de 1850, ante la Sociedad de Física de Berlín, Von Helmholtz presenta el “augenpiegel”, aparato por medio del cual se puede ver el fondo del ojo, mismo que después se conocería mundialmente como oftalmoscopio.

El término oftalmoscopio se debe al oftalmólogo griego Andreas Anagnostakis, el cual cambia el término de “augenpiegel” (espejo de ojo), con el cual Hermann Von Helmholtz había designado al aparato diseñado por él; también se debe a este oftalmólogo griego el primer estudio sobre fondo de ojo, el cual publica en el año 1854 (Güemez-Sandoval, 2008).

Del año 1851 al 1880 se diseñaron diferentes oftalmoscopios, aproximadamente 70, con algunas variaciones al oftalmoscopio original, siempre con la idea de mejorarlo, y desaparecer los molestos reflejos que se tenían al observar el fondo del ojo.

Al extenderse el uso del oftalmoscopio se empiezan a describir las lesiones de la retina, y se empiezan a correlacionar con estudios anatómo-patológicos e histológicos

Para Heilmann, Albrecht V. Graefe, fue el co-fundador de la oftalmología moderna, investigó con la ayuda del oftalmoscopio, la clínica de las enfermedades del fondo de ojo y justificó así el desarrollo de la oftalmología como especialidad independiente. (Heilmann, 1977).

Le D E Landolt médico oftalmólogo de nacionalidad francesa redacta uno de los primeros textos sobre el oftalmoscopio, su principio óptico, la técnica de su uso, el manual del oftalmoscopio.³³

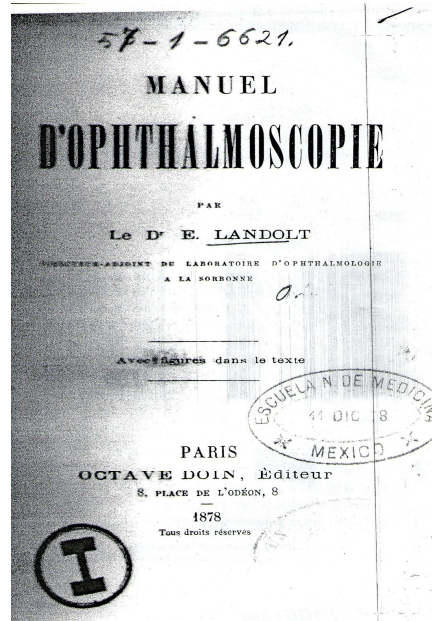


Fig. 10. Octava edición de oftalmoscopia

Fuente: Biblioteca de la antigua Escuela Nacional de Medicina

³³ Textos sobre el oftalmoscopio por Landolt. Una copia de la octava edición publicada en 1878 se encuentra en la biblioteca de la antigua escuela de medicina de la ciudad de México.

En la figura No. 10 se aprecia la portada de la octava edición del manual de oftalmoscopia escrito por uno de los eminentes médicos oculista franceses del siglo XIX mostrando con este manual el interés por parte de algunos médicos oculistas franceses la necesidad de usar el oftalmoscopio en todos los pacientes que presentaran alguna enfermedad o alteración en alguna de las estructuras internas del ojo.

Hermann Ludwig Ferdinand Von Helmholtz es considerado uno de los científicos más importantes del siglo XIX, siglo que se caracteriza por una serie de descubrimientos científicos con aplicaciones y desarrollo tecnológico que van a determinar la conformación de la medicina como ciencia (Belmonte, 1985).

El oftalmoscopio que actualmente utilizan los profesionales de la salud general y ocular como los médicos, oftalmólogos, optometristas y neurólogos tiene tres características fundamentales:

- 1.- Una fuente luminosa
- 2.- Una superficie reflectante que dirige la luz hacia el interior del ojo observado
- 3.- Lentes de poderes negativas o positivas con el propósito de poder enfocar la imagen del fondo del ojo en las diferentes ametropías (Graue, 1995).

2.4 Albrecht Von Graefe

Otro personaje que realizó grandes aportes a la oftalmología de acuerdo Lozano-Elizondo, fue Albrecht Von Graefe, hijo del cirujano general Ferdinand Graefe. Nace el 22 de mayo de 1828 en Berlín, quedando huérfano de padre a la edad de 12 años, siendo su madre la que se encarga de sus estudios enviándolo a las mejores escuelas y reforzando los conocimientos con clases particulares. Tiene la suerte de estudiar a nivel preparatoria en el French Gymnasium en Berlín, escuela de alto renombre donde estudia las materias de lógica, fisiología y matemáticas.

En 1847 a la edad de 19 años se recibió de médico egresando de la Universidad de Berlín. Otros logros importantes en su vida académica fue haber estudiado fisiología experimental en la ciudad de París a lado de Claude Bernard (1813-1878) interesándose profundamente por los nervios intracraneales y músculos extraoculares.

Posteriormente de recibirse de médico, Von Graefe se traslada a la ciudad de Londres y logra ingresar para continuar con su preparación académica al Moorfield Eye Hospital, primera institución dedicada exclusivamente a la atención y tratamiento de enfermedades oculares al lado de grandes maestros de esa época como William Bowman (1816-1892) y Sir William Mackensie (1791-1868) famoso por su libro y probablemente el primer texto en oftalmología.

Después de visitar y conocer a los principales personajes de la oftalmología, de esa época, regreso a Berlín e inauguró su Hospital-Clínica para el Cuidado y Atención de las enfermedades de los ojos. (Lozano-Elizondo, 2010).

En el mismo año en que fundó su clínica el médico oculista Albrecht Von Graefe, Herman von Helmholtz (1821-1894) anunció su gran invento: el oftalmoscopio, siendo Von Graefe el primero en utilizarlo en forma rutinaria en todos sus pacientes que acudían a su consulta, adquiriendo una gran habilidad y destreza en el manejo de dicho instrumento tomando en cuenta que la iluminación se realizaba con luz de las velas de cebo, luz producida con petróleo o gas para la realización de la observación del fondo del ojo y el instrumento no contaba con las lentes positivas y negativas para compensar alguna ametropía importante del paciente, actualmente este instrumento cuenta con la incorporación de las lentes en su diseño.

Tan maravillado estaba Graefe con el oftalmoscopio que en cierta ocasión escribió; "Helmholtz ha abierto un mundo nuevo para nosotros". Von Graefe adquirió fama en el reconocimiento de muchas enfermedades de los ojos, empleando tratamientos exitosos, que empezaron a acudir médicos de varias ciudades de Europa a su clínica para recibir de el clases, es importante resaltar

que pocos eran los médicos de su país que acudían a su clínica para recibir clases por parte de Von Graefe.

Según Lozano-Elizondo, cuatro grandes médicos europeos, Ferdinand V Arlt (1812-1887) médico oftalmólogo, Cornelius Donder (1818-1889) médico, fisiólogo y óptico, Hermann Ludwing Ferdinand Von Helmholtz (1821-1894) médico y físico óptico y Albrecht von Graefe (1828-1870) cirujano oftalmólogo entablaron una buena relación de amistad y trabajo para la creación de una especialidad médica que por primera ocasión ofrecía técnicas nuevas de exploración clínica, de reconocimiento de enfermedades de los ojos y como tratarlas y a los cuales se les llamaba oculistas.

Cabe mencionar que en esa época la Facultad de Medicina de la Universidad de Berlín no le daba la importancia debida a la enseñanza de las enfermedades de los ojos en los estudiantes de medicina porque no la consideraban parte de su formación, pero los cirujanos generales de esa época eran los que practicaban las cirugías de la extracción de cataratas y estaban considerados para diagnosticar y tratar los padecimientos oculares. Albrecht V. Graefe no compartía la política de la universidad, “el consideraba que a los estudiantes de medicina se les debía enseñar en forma completa todo lo relacionado con el ojo” estando en contra de que los cirujanos generales fueran los profesionales en atender esta parte de la medicina.

A pesar de ser un genio prolífico y aún presentando su único libro publicado *The symptoms of eye muscles paralysis* como tesis para ingresar a la Universidad de Berlín como profesor, no fue aceptado por dicha Universidad pues él impartía clases en su clínica y por esos años no estaba permitido hacer actividades de tipo docente fuera de una Universidad. Después de varios intentos logra ser nombrado profesor asociado sin que los alumnos estuvieran obligados a tomar sus clases pues como se mencionó anteriormente la clase de oftalmología no formaba parte de la educación médica, finalmente Graefe fue designado profesor titular de la especialidad 10 años después del primer intento, mostrando con esto la rigidez con que se conducía la Universidad de Berlín (Lozano-Elizondo, 2010).

Entre las aportaciones de Graefe, de acuerdo en su artículo sobre la vida de Von Graefe, Lozano-Elizondo menciona los trabajos originales con respecto a la acción de los músculos oblicuos del ojo, uso de cáusticos en problemas de conjuntiva y córnea así como la publicación de un segundo volumen del Archiv fur ofthalmology, siendo sus colaboradores Hermann Von Helmholtz, Ferdinand Arlt y Cornelius Donders, cada uno haciendo aportaciones de acuerdo al campo que dominaban, por ejemplo el primero con acomodación del ojo y los otros dos en óptica y refracción del ojo.

Es de mencionar que con ayuda del oftalmoscopio, Von Graefe publicó sus experiencias con sus pacientes en 16 volúmenes para hacer un total de 2500 páginas impresas siendo el personaje que más ha contribuido en conocimientos por sus aportes a la oftalmología.

De acuerdo con Lozano-Elizondo, los médicos oculistas alemanes se resistían al uso del oftalmoscopio y creían que era la causa de ocasionar glaucoma en ciertos pacientes a los que se le había aplicado un medicamento para dilatar la pupila (atropina) y con ello poder observar mejor el fondo del ojo de dichos pacientes, posteriormente Von Graefe escribe que estos pacientes presentaron glaucoma por la aplicación de la atropina y no por el uso del instrumento.

En 1855 Albrecht Von Graefe ya era líder en la oftalmología alemana, cuando el oftalmoscopio diseñado por Von Helmholtz se estaba difundiendo entre los médicos oculistas; Von Graefe recomendaba a sus colegas no dilatar la pupila de los pacientes antes de examinar los reflejos pupilares. Graefe fue el primero en descubrir que cuando aumenta la presión intraocular, la arteria central de la retina late a nivel papilar, se atrofia y se excava la papila, dando como resultado una reducción del campo visual y que cualquiera de estos signos predispone a la ceguera.

De acuerdo a Lozano-Elizondo, Albrecht Von Graefe fue el primero en clasificar los glaucomas en tres categorías: glaucoma crónico, glaucoma agudo y glaucoma secundario, esta clasificación permitió sentar las bases para un mejor estudio del glaucoma.

Para medir y evitar el aumento de la presión intraocular, Graefe diseña el primer tonómetro de impresión sobre la córnea para poder cuantificar la presión interna del globo ocular y así poder determinar una alza en la presión intraocular del ojo y con ello evitar que se desarrolle un glaucoma, sin embargo lo abandono por falta de anestésico local para poder llevar a cabo las mediciones sobre la córnea, estructura del ojo que se encuentra inervada por el nervio trigémino, siendo la córnea una de las estructuras del cuerpo humano más sensibles, por lo que se requiere anestesiarse la córnea para que se puedan llevar a cabo dichas mediciones.³⁴(Lozano-Elizondo, 2010).

Graefe fue precursor en el uso del oftalmoscopio para la observación del fondo del ojo en todos sus pacientes e implementó las bases científicas para interpretar y diagnosticar las patologías de la parte interna del ojo como: glaucoma, tumores en retina, desprendimiento de retina, pigmentaciones de la retina, alteraciones del grueso o calibre de las arteriolas provocadas por algunas enfermedades sistémicas de las cuales podemos mencionar a la hipertensión y la diabetes, esta última enfermedad da como complicación la retinopatía diabética localizada en la retina quien se encuentra en la parte interna del ojo (Lozano-Elizondo, 2010).

³⁴ Diecinueve años después de la muerte de Graefe se introdujo la anestesia local con cocaína. En 1859 Albert Niemann extrajo la cocaína de la planta coca, pero como anestesia local en medicina se usó en 1889, generando un gran desarrollo en la oftalmología. (Lozano-Elizondo, 2010).

CAPITULO 3

EL ORIGEN DEL OFTALMOSCOPIO COMO INSTRUMENTO CIENTÍFICO

*“Si he visto a lo lejos es porque estoy
parado en hombros de gigantes”*

Isaac Newton.

Generalmente es aceptado, que en el siglo XIX aparecen nuevos instrumentos de exploración en la medicina, en el caso de la oftalmología, en la segunda mitad del siglo XIX tiene un particular significado, que trasciende el hecho de un cambio de época.

Hasta entonces, el ojo había mantenido celosamente frente al clínico un impenetrable misterio tras el negro interrogante de la pupila. La palabra amaurosis (ceguera), era el símbolo de la impotencia del hombre para vencer la obscuridad. El gesto inquisitivo y la pasión escudriñadora se abatían, frente al insalvable problema tecnológico.

Según Muci-Mendoza, el descubrimiento del oftalmoscopio permitió derribar la barrera, y por primera vez, la retina viva mostró sus insólitos aspectos a los ojos maravillados de sus exploradores.

Así, los oftalmólogos emprendieron la gigantesca empresa de organizar y estructurar la especialidad, con una aportación instrumental decisiva y variada. Provisto de las nuevas ideas anatomo clínicas y dotados eficazmente por la tecnología, para ellos comenzaba verdaderamente la era de la luz (Muci-Mendoza, 2001).

Para Belmonte Martínez, el oftalmoscopio es un instrumento de observación para el interior del ojo, este aparato se utiliza para observar con detalle el polo posterior del globo ocular, fue el primer instrumento médico que permitió observar por dentro una parte de nuestro organismo, su estudio no es doloroso, no es invasivo y su manejo es sencillo.

La oftalmoscopia directa es una técnica que se realiza de forma sistemática durante el examen ocular. El momento de su realización depende de las preferencias del optometrista, aunque conviene dejarlo para el final, sin que esto altere el estudio (Belmonte, 1985).

3.1 Características del fondo de ojo



Figura 11. Fondo de ojo normal

Fuente: Muci 2001:60

En la figura No. 11 Se puede apreciar la fotografía de un fondo de ojo normal, se observan las arteriolas y las vénulas. En la parte derecha de la fotografía se encuentra la papila óptica y su excavación fisiológica en un tono más amarillo.

Muci-Mendoza en su libro “Exploración Semiológica del fondo ocular y del ojo y sus anexos” hace una revisión bibliográfica sobre la anatomía del ojo y sus estructuras. Este autor menciona que en la parte posterior del ojo se encuentra situado un orificio por donde salen fibras nerviosas que posteriormente formarán el nervio óptico, a este orificio se le conoce con el nombre de papila óptica, la cual se encuentra situada en el lado nasal del centro geométrico del fondo del ojo, tiene un tamaño real de 1.5 a 1.7 mm, una forma ligeramente oval en el sentido vertical, siendo su diámetro vertical de 7 a 10% mayor que el horizontal, generalmente en casi todas las personas tiene una forma redonda. La coloración de la papila es de un color rosa-anaranjado esta coloración la hace destacar del resto del fondo del ojo, la mitad nasal suele tener un tono más oscuro debido a que en ese nivel existe una mayor cantidad de fibras ópticas y capilares, en tanto que la mitad temporal es un poco más pálida o menos oscura.

Al observarse con el oftalmoscopio se ve de un tamaño de 2.5 cm, ésta apreciación es debido al resultado de la magnificación aportada por el aparato dióptrico del ojo, en particular del cristalino.

A la papila la hemos de valorar básicamente desde el punto de vista oftalmoscópico en:

1. Forma
2. Tamaño
3. Color
4. Bordes
5. Excavación fisiológica
6. Emergencia de la Arteria y Vena central de la retina

La papila o también llamado disco óptico sirve como referencia de medida para señalar lesiones en el fondo del ojo, el tamaño de las lesiones del fondo del ojo o la separación y localización se pueden medir en diámetros papilares, esto quiere decir que a la papila óptica se le compara con un reloj para determinar en que meridiano y a cuantos diámetros de papila se encuentra una alteración, esto facilita el trabajo de los profesionales y permite señalar con mayor

precisión una alteración dentro del ojo. Existe una característica en algunas personas que presentan astigmatismos corneales importantes, en esos casos la papila se encuentre visiblemente más ovalada en uno de los meridianos.

En los miopes altos es más pálida, en los hipermétropes es más rosa. Su color puede variar con la intensidad y brillantez de la luz empleada con el oftalmoscopio durante la exploración, al disminuir la intensidad de la luz, la papila se observa de una coloración rosa, al incrementar la intensidad de la luz, la papila se observa más pálida, la presencia de cataratas enmascara su palidez, la extracción del cristalino, sustituyéndolo por una lente intraocular la hace ver más pálida.

Los bordes de la papila, aparecen bien delimitados, estando separados del resto del fondo por un anillo pigmentado, casi completo, en el lado nasal los límites son menos nítidos esto es debido al mayor número de fibras nerviosas que pasan a este nivel.

Las capas pigmentadas del ojo no alcanzan a veces el borde papilar, produciendo un anillo o semilunar hipopigmentada, que es más común en el lado temporal de los ojos miopes. Por el contrario, en otros ojos se produce un exceso de pigmento que da lugar a un reborde densamente pigmentado.

La excavación fisiológica es una depresión plana de tamaño variable, se encuentra a la mitad temporal de la papila y cuando es amplia, es posible ver en su fondo los agujeros de la lámina cribosa como un jaspeado grisáceo.

Su tamaño debe ser igual en ambos ojos, si hay una de mayor tamaño, puede haber sospecha de un glaucoma crónico simple.

El tamaño de la excavación fisiológica no debe ser mayor que la mitad del diámetro de la papila. La relación disco/excavación debe ser menor al 50%. Si esta relación es mayor (la excavación es mayor que la papila) se debe sospechar de glaucoma crónico (Muci-Mendoza, 2001).

La mácula otra estructura importante del ojo y donde se lleva a cabo el proceso de la visión fina o llamada también agudeza visual 20/20, está situada, exactamente, en el polo posterior del ojo, en el lado temporal de la papila, a unos 2.5 diámetros papilares de su borde, entre las arcadas vasculares temporales. Al observarse con el oftalmoscopio, se identifica como un área más oscura que el resto de la retina, esto se debe a que a ese nivel las células del epitelio pigmentario están más pigmentadas. En algunos ojos aparecen ligeramente amarillas, debido a la existencia de un pigmento xantofílico. En la mácula se distingue un reflejo del tamaño aproximado de la papila. En el centro de esta zona, destaca un punto rojo intenso, con un tamaño de $\frac{1}{4}$ de diámetro papilar, llamada Fóvea, donde no se aprecian vasos sanguíneos. Al centro de la fóvea se puede observar un pequeño reflejo puntiforme o semilunar llamado reflejo foveal, más visible en individuos jóvenes y que desaparece en las personas mayores de 60 años.

La mácula puede ser fácilmente observable con el oftalmoscopio, si se le pide al paciente que observe directamente la luz del aparato. La visualización de esta estructura interna del ojo es importante para detectar con tiempo alteraciones como la degeneración macular relacionada por la edad o agujeros maculares solo por mencionar algunas de las patologías que se presentan en la mácula.

La vascularización de la retina se proviene de tres fuentes, dos son derivadas de la arteria oftálmica:

La primera fuente de suministro de sangre al fondo del ojo son las arterias ciliares cortas posteriores que van a irrigar a las capas externas de la retina, incluyendo al epitelio pigmentario y a la capa de fotorreceptores.

La segunda fuente o aporte es la Arteria central de la retina quien irriga a la capa de células bipolares, horizontales, amácrinas y a las células ganglionares.

La tercera fuente es arteria Coriocapilar quien va a irrigar a la región macular.

La arteria central de la retina (ACR) penetra al nervio óptico uno o dos centímetros por detrás del globo y emerge en la papila óptica.

La vena central de la retina (VCR), luego de haber recogido la sangre, abandona al ojo también por la papila, ocupando siempre una posición externa o temporal con respecto a la arteria.

Este dato sirve para cuando se esta observando una fotografía, saber si se refiere del ojo izquierdo o del ojo derecho que se esta estudiando (Muci-Mendoza, 2001).

3.2 Descripción del Instrumento como un instrumento científico.

De acuerdo a Belmonte (1985), las técnicas originales que se emplearon para poder observar las estructuras internas del globo ocular, consistían en la iluminación interna del ojo por medio de una luz reflejada por un cristal plano, el fondo del ojo iluminado era observado por el examinador a través de los reflejos en el vidrio, la eficacia del método mejoró aumentando el número de láminas de vidrio con el fin de reflejar una mayor cantidad de luz incidente hacia el sujeto, finalmente Von Helmholtz sugirió el recubrimiento con plata y un orificio pequeño al centro que permitía la observación del fondo del ojo del sujeto.

Reute (1852) fue un físico alemán que usó un espejo cóncavo para mejorar la iluminación y en este sistema es en el que se basan todos los oftalmoscopios modernos.

Los primeros instrumentos requerían de un foco externo de luz, que se colocaba atrás del sujeto, en la actualidad tienen la iluminación incorporada al aparato y se alimenta por baterías internas de tipo recargable.

Las bases físicas del oftalmoscopio se fundamentan en un fenómeno físico y es cuando la luz procedente de un foco situado en el oftalmoscopio es desviada 90° mediante un prisma de 45° o un espejo, proyectándola a través de la pupila en el ojo del paciente. Los rayos reflejados por el fondo del ojo que se pretende examinar emergen (en caso de emetropia del ojo del paciente) en forma paralela, atraviesan la abertura del oftalmoscopio y llegan al ojo del observador siendo fraccionados por el sistema óptico del mismo de tal forma que (en caso de emetropia del ojo del examinador) coinciden en la retina del observador (Belmonte, 1985).

Primero solo se observa el reflejo rojo en el ojo del paciente, pero luego, cuando el observador se acerca a dicho ojo y a condición de que el observador y el paciente se relajen totalmente la acomodación, se pueden ver detalles en el fondo del ojo que aparecen aumentados puesto que, en la parte anterior del ojo del enfermo, se halla un sistema óptico convergente (el aparato dióptrico) que actúa como lupa.

En caso de emetropía, la retina se halla en el punto focal de este sistema óptico y los rayos reflejados por ella emergen del ojo en forma paralela; ello significa que, a través del sistema óptico del ojo emétrope del paciente, se proyecta una imagen al infinito, la cual debe ser enfocada por el ojo del observador, sin acomodar para mirar a distancia cercana . Si existe ametropía, deben interponerse cristales correctores para que los rayos que en caso de hipermetropía emergen en forma divergente, y en la miopía en forma convergente, se conviertan en paralelos.

Esto se logra, en caso de la hipermetropía con lentes convergentes o llamadas lentes positivas y en la miopía con lentes divergentes o también llamadas lentes negativas (Belmonte, 1985).

3.3 Fundamentación epistemológica del principio óptico del oftalmoscopio

El fondo del ojo, que se observa como a través de una lupa se ve, con este procedimiento oftalmoscópico, como imagen recta dado que no existe inversión de la imagen. Se proyecta, como cualquier objeto que nos rodea, sobre la retina del observador en forma invertida y le parece- a causa de la inversión de la imagen efectuada por el cerebro-recta, por lo que la técnica se llama "Oftalmoscopia en imagen recta". Dado que se puede ver el interior del ojo del paciente en forma directa, sin ayudas ópticas adicionales, también se habla de oftalmoscopia directa.

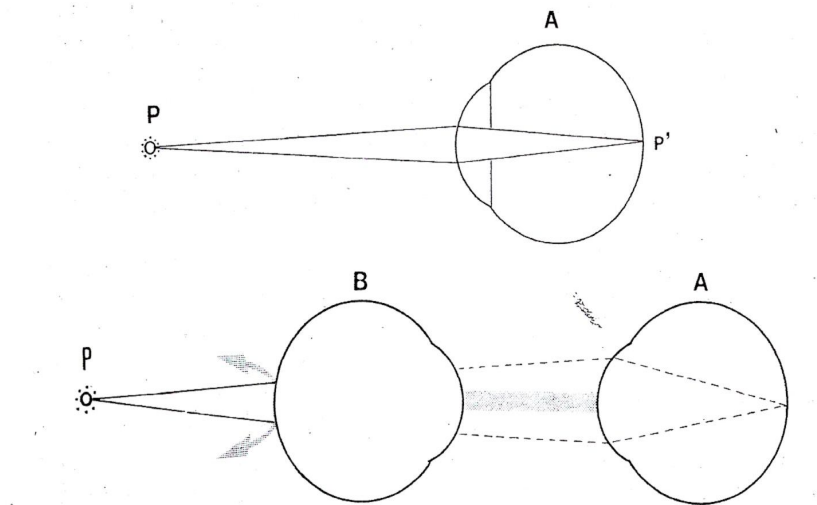


Figura 12. Comportamiento de la luz en el ojo
Fuente: Belmonte (1985) Oftalmología Clínica básica.

En la figura No. 12 se esquematiza el comportamiento de la luz en el ojo. La luz procedente de un punto luminoso (P) se enfoca sobre la retina (P') volviendo los rayos luminosos reflejados al mismo punto de partida

Para que esa luz, reflejada del fondo del ojo del paciente, pueda ser apreciada por un observador es preciso que dicha fuente luminosa se origine en o muy cerca del área pupilar de este último, es decir, sea coaxial con su eje visual. Por lo tanto, un observador, situado en cualquier otro punto o que se interponga en el trayecto de dichos rayos verá la pupila negra.

Para poder conseguir que la luz, procedente de la retina del ojo explorado, llegue a la retina del observador es preciso utilizar artificio. Utilizando una fuente luminosa, situada al lado del ojo del paciente, y un espejo situado oblicuamente, provisto de un orificio central, es posible a un examinador observar la pupila iluminada (Belmonte, 1985).

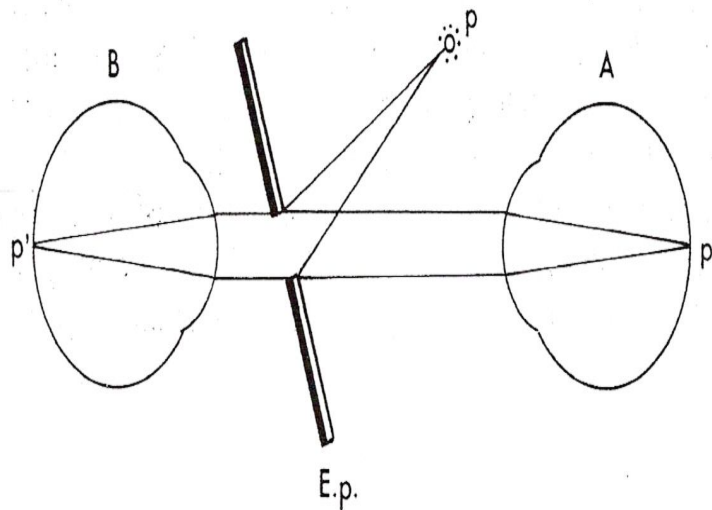


Figura 13. Fundamento de la Oftalmoscopia a imagen recta.

Fuente: Belmonte (1985) Oftalmología Clínica básica.

En la figura No. 13 se esquematiza el fundamento de la oftalmoscopia a imagen derecha. Los rayos paralelos, procedentes del espejo (E.p.), se proyectan en el ojo del paciente, iluminando una porción del fondo (p'). Los rayos luminosos procedentes de este punto salen del ojo paralelos, atravesando el orificio del espejo, llegando al ojo del observador y formando su imagen sobre la retina en un punto (p'') (Belmonte, 1995).

Para que ambos ojos estén enfocados a los rayos procedentes del espejo se precisa una gran proximidad entre el paciente y el observador. Este es el fundamento de la oftalmoscopia directa o a imagen recta sobre el que se basó Helmholtz para que en 1850 diseñara el oftalmoscopio.

Desde el modelo primitivo de Hermann Von Helmholtz hasta la actualidad los aparatos destinados a la observación del fondo del ojo han sufrido múltiples perfeccionamientos que culminan en los modernos oftalmoscopios eléctricos, tanto de imagen recta como invertida (Belmonte, 1985).

En el oftalmoscopio directo el problema óptico se soluciona mediante una luz procedente de un foco alimentado por pilas o un transformador de corriente. La luz proyectada sobre un espejo o prisma, hacia el interior del ojo del paciente y muy cerca del eje visual del observador.

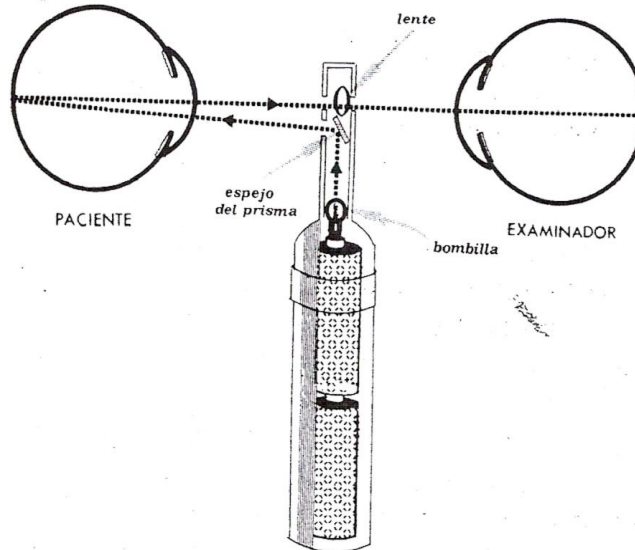


Figura 14. Partes del oftalmoscopio directo

Fuente: Belmonte (1985) Oftalmología Clínica básica.

En la figura No. 14 se esquematiza las partes del oftalmoscopio directo y su principio óptico basado en la reflexión de la luz en superficies esféricas como en un espejo o prisma de reflexión los cuales desvían la luz emitida por un foco que esta incorporado al instrumento, logrando con ello que la luz penetre en el ojo del paciente y el examinador pueda ver el trayecto de los rayos de luz atreves de un orificio que se encuentra situado en el espejo o prisma de reflexión (Belmonte, 1985).

Una serie de pequeñas lentes de diferentes graduaciones y montadas sobre el oftalmoscopio, mediante un disco giratorio, se interponen entre ambos ojos, corrigiendo los defectos de refracción esféricos de uno y otro ojo (Belmonte, 1985).

Accesorios del oftalmoscopio de tipo imagen directa



Figura 15. Oftalmoscopio Welch Allyn
Fuente: Estuche de Diagnóstico WA

En la figura No. 15 se aprecia el oftalmoscopio de la marca Welch Allyn siendo el más usado en la práctica optométrica esto es debido a su facilidad de manejo, cuenta con la incorporación de accesorios como los filtros de luz color azul cobalto que permite visualizar con mayor detalle la posición de los lentes de contacto rígidos, un filtro verde o también llamado anerita o aneritra que es utilizado para contrastar los vasos sanguíneos y algunas alteraciones de tipo hemorrágico



Figura 16. Aditamentos del oftalmoscopio

Fuente: Estuche de Diagnóstico WA

En la figura No. 16 se muestran un gran número de aperturas y filtros; apertura circular pequeña, apertura circular grande, apertura en hendidura, iluminación libre de pigmento rojo (anerita) y filtro cobalto por mencionar las más importantes para el optometrista.

Filtro cobalto.- con este accesorio y un colorante llamado fluoresceína que se aplica al ojo ya sea por la parte de la córnea o por dentro del ojo, en las arterias de la retina se pueden observar lesiones en dichas estructuras del ojo mencionadas con anterioridad.

Apertura en franja o hendidura.- Sirve para la determinación de los distintos niveles de lesiones en la retina, particularmente podemos observar tumores o agujeros.

Accesorio en forma de retícula. Sirve para ubicar lesiones y medir la fijación excéntrica.

Apertura circular grande.- Se utiliza para pupilas dilatadas y para un examen general del fondo de ojo.

Apertura circular pequeña.- La utilizamos para el comienzo de un examen y en pupilas no dilatadas o pequeñas. (Klaus, 1973)

Errores más comunes para la elaboración de dicha prueba: No enfocar bien la retina, Tener el consultorio con mucha luz, no saber utilizar adecuadamente los aditamentos.

Ventajas: Es de fácil manejo y de aprendizaje rápido, es un equipo portátil y no muy costoso en comparación con otros instrumentos que sirven para observar el fondo del ojo.

Desventajas: Tiene limitaciones para ver retina periférica, por ser un equipo de observación monocular no podemos ver con profundidad, mala iluminación en relación con el oftalmoscopio de tipo indirecto.

Pruebas alternativas: Oftalmoscopia indirecta, examen del fondo de ojo con lente de tres espejos (Milla y Cervera, 1999).

3.4 El oftalmoscopio como herramienta metodológica

Para Graue, el examen del fondo de ojo debe formar parte de una exploración general y ocular rutinaria está indicado, especialmente, en aquellos pacientes:

- que refieran cualquier tipo de alteraciones visuales
- que presentan enfermedades vasculares (sobre todo la hipertensión arterial) endocrinas (diabetes).
- con edades superiores a 40 años, por mayor incidencia de glaucoma a esta edad, acompañándose de excavación de la papila.
- con disminución de visión y medios transparentes normales, en edad presenil y senil, para descartar un enfermedad macular degenerativa.

La oftalmoscopia directa, procedimiento adecuado para la observación del fondo ocular, nos permite la inspección de las membranas profundas del ojo a una magnificación de 15 aumentos determinados por el aparato dióptrico convergente del ojo que actúa como una lupa, proporcionándonos una imagen real y recta de las mismas. La oftalmoscopia directa no es un examen especializado, debiendo por tanto considerársela como un paso más, como un obligado procedimiento de observación dentro del examen optométrico de rutina a cada paciente ((Graue, 1995).

Múltiples razones podemos mencionar para practicar la oftalmoscopia en todos los pacientes que acudan para una valoración optométrica.

1.- El examen del fondo del ojo es una de las más fáciles, importantes, y económicas técnicas aplicables al reconocimiento de las enfermedades sistémicas y de las oculares propiamente dichas.

2.- La retina es el único sitio del cuerpo humano, donde con un mínimo esfuerzo, podemos observar en vivo un sistema vascular terminal, suplido por una arteria y drenado por una vena. La importancia de observar y reconocer los cambios inducidos por enfermedades que afecten el sistema circulatorio, puede ser deducida con facilidad.

3.- La retina y el cerebro comparten un origen embriológico similar. La oftalmoscopia brinda la oportunidad de observar las fibras de las células ganglionares de la retina (tercera neurona de la vía óptica).

4.- Siendo el oftalmoscopio directo un pequeño instrumento de fácil manejo y transportación, con una preparación no especializada (Graue, 1995).

Técnica para la realización de la oftalmoscopía directa

Para los autores Milla-Cervera en su libro "Procedimientos clínicos de optometría" mencionan una de las técnicas sencillas para la realización de la oftalmoscopía y es la siguiente:

1.- Para observar el ojo derecho, el examinador deberá estar de pie o sentado al lado derecho del paciente.



Figura 17. Técnica de observación

Fuente: Instructivo del estuche de Diagnóstico WA

En la figura No. 17 se muestra una fotografía de la técnica de observación, iniciando a una distancia aproximadamente de 15 -20 cm de la cara del paciente en la oftalmoscopía directa buscando el reflejo rojo que se aprecia en todos los pacientes con los medios refringentes como córnea, cristalino y vítreo transparentes.

2.- Se coloca a cero el poder de las lentes del oftalmoscopio y se inicia el examen con la apertura pequeña del aparato.

3.- Después se tomar el oftalmoscopio con la mano derecha se mantiene verticalmente frente a su propio ojo, dirigiendo el haz de luz hacia el paciente, mientras se sitúa el dedo índice sobre el borde del disco de lentes, con el fin de que sea posible cambiar la potencia de la lente en caso necesario.

4.- Las luces del cuarto donde se esté realizando el estudio, deberá estar tenue o completamente obscuro.

5.- Al paciente se le pide que mire en dirección de un objeto distante.

6.-Posteriormente situar el oftalmoscopio a 15 centímetros, aproximadamente frente al paciente, ligeramente a la derecha del mismo, dirigir el haz de luz directamente a la pupila; un reflejo rojo aparecerá al mirar a través de la pupila.

7.- El examinador debe observar el reflejo del fondo del ojo y con movimientos suaves acercarse al paciente. La estructura del Nervio Óptico debe ser vista en el momento que se sitúe de 3 a 5 centímetros enfrente del paciente. Si no se lograra ver con nitidez el nervio óptico, girar el disco óptico hasta lograr ver con claridad. El ojo hipermetrope requiere de lentes positivas, a fin de que su ojo sea visto con claridad, y por el contrario, el ojo miope requiere de lentes negativas.

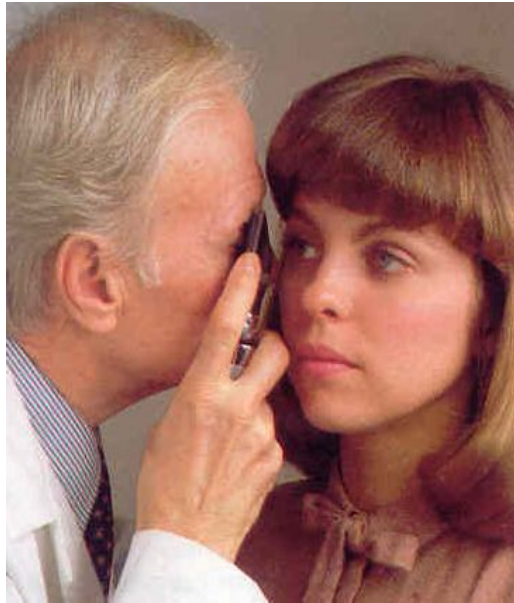


Figura 18. Técnica de acercamiento

Fuente: Instructivo del estuche de Diagnóstico WA

En la Figura No. 18 se muestra la técnica de acercamiento que se realiza para poder observar con mayor detalle las estructuras internas del globo ocular utilizando el oftalmoscopio.

8.- Se continuará la evaluación del disco óptico o papila, comprobar la claridad de su contorno, color, elevación y condición de los vasos, seguir cada vaso hasta la periferia tanto sea posible. Con el fin de localizar la mácula, enfocar en la papila, después mover la luz del oftalmoscopio aproximadamente a dos diámetros de la papila, hacia la región temporal; o bien pedirle al paciente que cambie su posición de mirada pidiéndole que observe la luz del aparato en forma directa.

9.- Para poder examinar la periferia del fondo de ojo, se le indica al paciente:

Mirar hacia arriba para examinar la retina superior

Mirar hacia abajo para examinar la retina inferior

Mirar en dirección temporal para examinar la retina temporal

Mirar en dirección nasal para examinar la retina nasal.

10.- Para examinar el ojo izquierdo el procedimiento indicado para el ojo derecho, excepto de que ahora se sostendrá el oftalmoscopio con la mano izquierda, situarse al lado izquierdo del paciente, y utilizar el ojo izquierdo del observador (Milla-Cervera, 1999).

3.5 El oftalmoscopio y su repercusión en la instrumentación oftalmológica

En 1858 William Bowman (1816-1892) y Donders usando el espejo del oftalmoscopio diseñado por Helmholtz lograron observar en el área pupilar una sombra lineal que era mayormente observable en el meridiano horizontal que en el vertical, dando con esto el inicio de la utilización del oftalmoscopio para fines de corrección óptica empleando una distancia de 66 centímetros. En 1873 Cuignet describe ampliamente este fenómeno óptico y lo denomina queratoscopía, pues él pensaba que las sombras que se percibían en el ojo se originaban en la superficie corneal. Descubrió que al utilizar un espejo cóncavo, las sombras son directas en la miopía e inversas en otros tipos de refracción, pero ocurre lo contrario, si se emplean espejos planos.

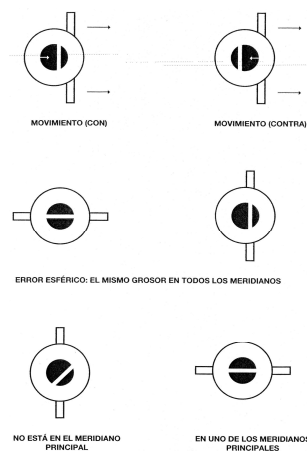


Figura 19. Diagrama de las sombras en la retinoscopia

Fuente: Milla y Cervera 2006:30

En la Figura No. 19 se muestra cómo la luz del retinoscopio permite ver una sombra, la cual va a ser diferente dependiendo del grado y del tipo de ametropía que presente cada paciente.

En 1874 en el congreso de ciencias se destaca la importancia de este método como un método de cuantificación de los defectos de refracción y sobre todo del astigmatismo y que para ello se requería emplear un espejo cóncavo situado a unos 60 cm del paciente.

El suizo Edmond Landolt (1846-1926) destacado oftalmólogo en óptica fisiológica, quien escribió uno de los primeros manuales para el uso del oftalmoscopio en 1878, al tener conocimiento de esta técnica de exploración para conocer el estado refractivo empieza a utilizarla con sus pacientes y posteriormente establece algunos principios ópticos, profundizando en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos. En 1881 Parent fue el primero en utilizar lentes de prueba para determinar cuantitativamente el error refractivo de los pacientes. A Parent se le atribuye el nombre de retinoscopía, ya que él fue quien dedujo que el reflejo observado provenía de la retina y no de la córnea como se creían anteriormente.

Landolt en 1886 le da el nombre de “esquiascopía” término que sigue prevaleciendo actualmente, o también llamada retinoscopía para referirse a la misma técnica. Posteriormente otros autores entre ellos Edward T. Jackson (1856-1942) en 1907 destacan la importancia del método de la esquiascopía como el más preciso de todas las técnicas para la evaluación objetiva de la refracción, incluyendo el grado y eje del astigmatismo (Güemez-Sandoval, 2009).

En el año de 1888 el doctor Ezequiel Quiroz quien fue discípulo del Dr. José Ramos, escribe la tesis “Ligeras consideraciones sobre La keratoscopía y el Oftalmoscopio de Refracción” para obtener el título de Médico Cirujano en la ciudad de México, el doctor Ezequiel menciona que antes de la llegada del oftalmoscopio a México, la keratoscopía no era usada en el diagnóstico de las anomalías de refracción, y quien la incorporó a sus clases de oftalmología en la

Escuela de Medicina fue el doctor José Ramos quien tenía poco de haber regresado de Europa donde la técnica ya era usada. Con esta técnica se logró obtener la refracción en niños, personas analfabetas, sordo-mudos, personas que no hablaban el mismo idioma y personas con alteraciones mentales, pacientes que en otras circunstancias no se podían examinar y reconocer el grado de miopía, hipermetropía o astigmatismo que presentaban, ya que las pruebas que se realizaban para la determinación de los errores refractivos dependían de las respuestas del sujeto (Quiroz, 1888).

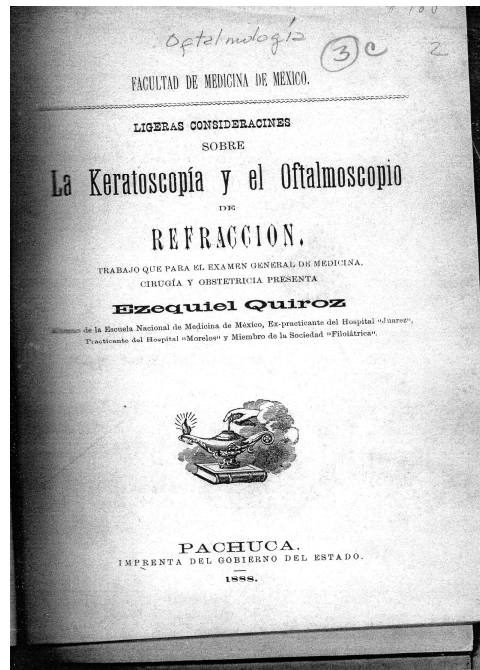


Figura 20. Primera tesis de oftalmoscopia retinoscópica

Fuente: Biblioteca de la antigua Escuela
Nacional de Medicina

En la figura No. 20 Se muestra la portada de la tesis del Dr. Ezequiel Quiroz realizada en 1888 titulada: "Ligeras consideraciones sobre La keratoscopia y el Oftalmoscopio de Refracción"

En 1920 el americano Jack C. Copeland diseña un instrumento llamado retinoscopio de franja el cual permite una mayor exactitud no solo en la medida de la refracción en los diferentes meridianos del astigmatismo, sino en la determinación exacta de la dirección de los ejes principales.

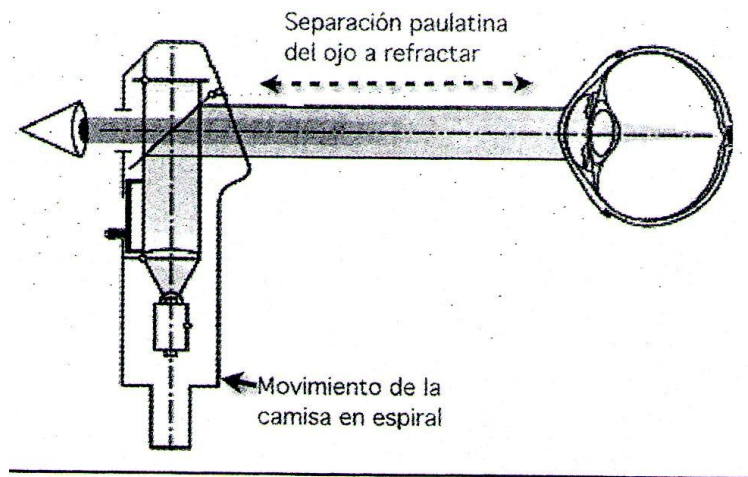


Figura 21. Técnica de oftalmoscopia retinoscópica

Fuente: Hernández-Da 2010:67

En la figura No. 21 se observa la forma de acercarse y alejarse del paciente con el retinoscopio, en la técnica convencional de oftalmoscopia retinoscópica.

Copelan desarrolló diferentes técnicas de retinoscopia en las cuales no se requería del uso del foróptero o de la caja de lentes para determinar el estado refractivo de los paciente, únicamente estudiando el reflejo retinoscópico a diferentes distancias de trabajo, cambiando la posición de la banda del retinoscopio que viene incluida en el cabezal del instrumento, a estas técnicas se les ha llamado de estimación. Fue el creador de la retinoscopia lineal, cuya técnica sustituyó a la retinoscopia de punto (Hernández-Da Mota, 2010).

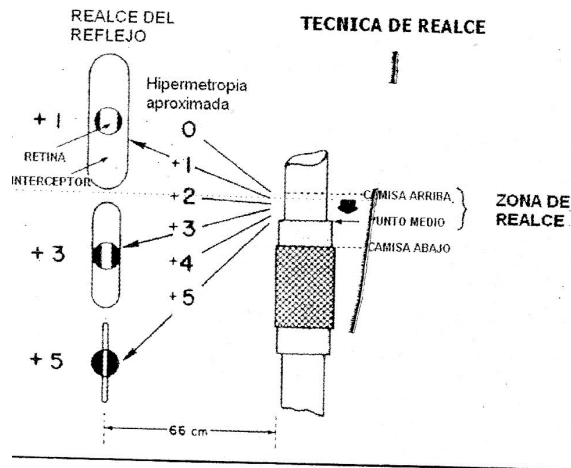


Figura 22. Reflejo retinoscópico para determinar la hipermetropía

Fuente: Hernández-Da 2010:67-68

En la figura No. 22 se observa en forma esquematizada el aspecto del reflejo retinoscópico al bajar y subir la camisa o banda del esquiopio para determinar la hipermetropía (Hernández, 2010)..

La creación del retinoscopio no sólo benefició la instrumentación en el campo de la oftalmología, en la optometría es la prueba más importante para conocer el estado refractivo de los ojos de un paciente, tomando en cuenta que el optometrista es un profesional capacitado en la promoción, prevención, curación y rehabilitación de las alteraciones visuales

En base al principio óptico del retinoscopio para la determinación de las ametropías, en años recientes se han creado nuevos equipos para la realización de la refracción automatizada, los llamados Auto refractómetros.



Figura 23. Auto refractómetro

Fuente: www.cuenca.olx.com.ec

En la figura No. 23 se muestra la imagen de un auto refractómetro moderno, el cual es muy útil para obtener de manera fácil y rápida la refracción de los pacientes.

Con la finalidad de realizar la determinación de la refracción de manera automática el auto refractómetros ofrece velocidad, exactitud y repetibilidad.

Existen tres tipos de auto refractómetros: El de análisis de la calidad de la imagen, el de Schiner de refracción con doble agujero estenopeico y el que se basa en la retinoscopía.

Los autos refractómetros que se basan en la retinoscopía son el Welch Allen Sursight y Powe RefractorII, los cuales usan video de refracción infrarroja y un tambor giratorio que produce una apertura o hendidura. El principio es similar al de la retinoscopía, en donde se toma en cuenta la velocidad del reflejo como indicador de la refracción del paciente.

La configuración óptica fue descrita originalmente por Focault y se utilizaba para probar la calidad de la superficie de los espejos. Actualmente es mejor conocido como la prueba del cuchillo en donde la hendidura se produce usando un par de navajas puestas lado a lado.

La hendidura se usa para determinar el poder refractivo del ojo. La velocidad y dirección del movimiento del reflejo es determinado por los fotorreceptores y cuantificado para obtener el poder meridional.

La hendidura vertical calcula la refracción del meridiano vertical. El sistema detecta que el meridiano vertical está siendo medido por la manera en que cada detector percibe como la hendidura pasa sobre la pupila. La diferencia de tiempo en que la hendidura llega a cada uno de los detectores permite al auto refractómetro detectar el meridiano que se desea medir. La hendidura oblicua genera una respuesta dependiente de la diferencia de tiempo proveniente de los detectores y por ello se deriva el poder dentro del meridiano oblicuo.

Una vez derivado el movimiento óptico correspondiente a la neutralización en dicho meridiano, el valor dióptrico se plasma en una función gráfica sinusoidal para derivar la refracción esfero-cilíndrica. (Hernández, 2010).



Fig. 24. Auto refractómetro modelo Topcon

Fuente: www.ips.gov.py

En la figura No. 24 se puede observar la imagen mostrando la posición correcta que debe tomar el Dr. y la del paciente para tomar la medida en el auto refractómetro..

Cabe mencionar que en ningún momento ha sustituido al uso del retinoscopio por los profesionales de la salud visual, esto lo podemos afirmar tomando en cuenta que los auto refractómetros que actualmente existen no logran compensar el poder de acomodación del ojo, que algunos pacientes tienen, principalmente los niños y jóvenes. Por lo anteriormente expuesto se puede decir que los autorrefractómetros son de mucha ayuda pero consideramos que no sustituyen el uso del retinoscopio para la determinación de la refracción o conocer el estado refractivo del ojo

CAPITULO 4

LA LLEGADA DEL OFTALMOSCOPIO A MÉXICO Y CIENTÍFICOS QUE LO HICIERON POSIBLE

*“L’ ophthalmoscopie, c’ est l’ anatomie
pathologique faite sur le vivant. Mieux encore, c’
est l’ anatomie, pathologique vivant”*

Jean Martín Carcot.

Meyran y Neri Vela, mencionan que algunos médicos mexicanos de renombre que asistieron a tomar cursos a la próspera Francia en las diversas especialidades de las ciencias médicas entre ellas la oftalmología, lograron formarse al lado de los grandes médicos oculistas científicos franceses de esa época como Landolt y Desmarres que sobresalieron como grandes oculistas de esa época, para posteriormente regresar con todos los adelantos tanto en conocimientos como instrumentación, llegando así a tener un cambio total en la enseñanza y en la práctica de la oftalmología en México.

Este cambio favoreció a la oftalmología como especialidad, la creación de Institutos y hospitales dedicados al cuidado de la salud ocular así como la implementación de la cátedra de oftalmología en la Universidad Nacional de México (Meyran, 1993).

A continuación se mencionarán algunos personajes que desarrollaron un papel importante en dar a conocer el oftalmoscopio y su uso para el diagnóstico de las enfermedades del sistema visual. Ellos son: Dr. Manuel Carmona y Valle, Dr. Ángel Iglesias, Dr. José María Vértiz y Delgado, Dr. Ricardo Vértiz Berruecos, Dr. Fernando López y Sánchez Román.

4.1 Dr. MANUEL CARMONA Y VALLE y Dr. ÁNGEL IGLESIAS

El Dr. Manuel Carmona y Valle nació en la ciudad de Querétaro el tres de marzo de 1832 y murió en la ciudad de México el 24 de octubre de 1902. Se graduó de médico cirujano en la Escuela Nacional de Medicina y en París estudió Fisiología y Oftalmología, materias que impartió cuando regresó a nuestro país. Al igual que el doctor. Ángel Iglesias, se le atribuye como uno de los primeros en utilizar el oftalmoscopio en todos sus pacientes que presentaban enfermedades oculares a su regreso de la ciudad de París.



Figura 25. Dr. Manuel Carmona y Valle

Fuente: www.imbiomed.com.mx

En la Figura No. 25 se puede observar la reproducción de una pintura del Dr. Manuel Carmona y Valle. Localizada en el paraninfo del Palacio de la Antigua Escuela de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México.

A la muerte del doctor Francisco Ortega, el Dr. Carmona y Valle dirigió la Escuela Nacional de Medicina durante 10 años, de 1892 hasta su muerte. Fue presidente de la Academia Nacional de Medicina en el periodo de 1882 a 1891, también fue presidente del primer Congreso Médico Nacional y del Segundo Congreso Médico Panamericano. Dirigió el Hospital de Jesús y asistió a reuniones científicas en las ciudades de Berlín, Roma y Moscú. Ocupó cargos

en la política mexicana, como el de senador de la República y Presidente Municipal de la Ciudad de México.

En las memorias de la primera reunión anual de la Sociedad Oftalmológica Mexicana³⁵, en la sesión realizada el 27 de marzo de 1903 precedida por el doctor Eduardo Liceaga quien era el director de la Escuela Nacional de Medicina, y siendo el Dr. Lorenzo Chávez el primer presidente de la recién fundada Sociedad Oftalmológica Mexicana, enfatiza la gran labor del doctor Manuel Carmona y Valle, a quien se le debe la adquisición del oftalmoscopio que trajera de Europa, este gran instrumento descubierto en 1851 por el distinguido fisiologista de Heidelberg, Von Helmholtz, el cual cambió por completo la forma de practicar e interpretar la oftalmología.

El Dr. Carmona y Valle da a conocer los trabajos del doctor Donders sobre refracción, los de Von Graefe sobre enfermedades del fondo del ojo, aumentando con esto el material de los conocimientos que ya existían y dándole un sentido más amplio a dicha especialidad de tal manera que vino a ser la rama más científica y la más precisa de la medicina. Dentro de los trabajos que publicó el Dr. Carmona y Valle, los de mayor importancia fueron su teoría de la acomodación y la descripción de la periquerato-conjuntivitis y lecciones sobre clínica, entre otros. En el Hospital de Jesús el Dr. Carmona y Valle practicó la Oftalmología, llegando a ser director de dicho hospital.

Carmona y Valle enseñó el manejo general del oftalmoscopio de forma fácil y sencilla, instrumento que permitía examinar la parte interna del ojo de los pacientes y con ello dar mejores diagnósticos, detectando oportunamente enfermedades que pudieran poner en riesgo la vida del paciente. Además de desarrollar la teoría sobre la refracción del ojo. Asimismo, realizó todo tipo de intervenciones quirúrgicas oculares en México, de acuerdo con los conocimientos de su tiempo. Uno de sus discípulos fue el doctor Ricardo Vértiz Berruecos.

³⁵ Memorias de la primera reunión anual de la Sociedad Oftalmológica Mexicana realizada en la Ciudad de México en la Sesión del día 27 de Marzo de 1903. Discurso leído por el presidente de la Sociedad Oftalmológica Mexicana, Dr. Lorenzo Chávez, al inaugurar la primera reunión anual.

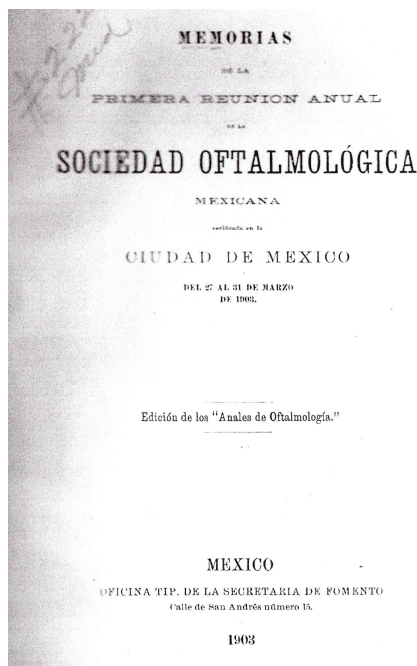


Figura 26. Reseña sobre la llegada del oftalmoscopio a México
Fuente: Memorias de la primera reunión anual de la sociedad oftalmológica

En la figura No. 26 se muestra la portada de las memorias de la primera reunión anual de la Sociedad Oftalmológica Mexicana realizada en la Ciudad de México del 27 al 31 de Marzo de 1903 fungiendo como primer presidente el Dr. Lorenzo Chávez, Vicepresidente el Dr. Manuel Uribe Troncoso, 1er Secretario Dr. Rafael Silva, 2º Secretario el Dr. Enrique Graue, Tesorero el Dr. Emilio F. Montañón. Anterior a este hecho en la sesión del 2 de Diciembre de 1902, a moción del Dr. M. Uribe Troncoso, la sociedad aprobó la celebración anual de una Reunión a la que serían invitados todos los médicos de la República que quisieran pertenecer a la Sociedad.

En 1909 se levantó un monumento en su honor al Dr. Carmona y Valle en la Plaza de Santo Domingo de la ciudad de México.³⁶

En 1842 surge una nueva generación de médicos, y entre ellos algunos oculistas destacados como el Dr. Ángel Iglesias, Dr. José María Vértiz y

³⁶ Actualmente el monumento en honor al Dr. Manuel Carmona y Valle se encuentra localizado en el jardín de las Artes en la Colonia Doctores de la Ciudad de México.

Delgado, el Dr. Ricardo Vértiz Berruecos por mencionar algunos que usaron el oftalmoscopio en su práctica médica (Neri Vela, 2001).

Dr. ÁNGEL IGLESIAS

El Dr. Iglesias regresa a México en el año de 1856 procedente de Europa, siendo portador de todos los adelantos ahí alcanzados. Parece que fue el primero en traer el oftalmoscopio a México, aunque algunos atribuyen tal hecho al doctor Manuel Carmona y Valle. Lo importante fue que proporcionó un verdadero adelanto al diagnóstico, tratamiento y pronóstico en las enfermedades oculares, conocimientos que adquirió en su estancia en la ciudad de París, Francia lugar donde se encontraban los adelantos en las ciencias médicas en especial en la rama de la oftalmología.

El Dr. Iglesias fue el primero que realizó en México la operación de la catarata con el procedimiento de Von Graefe en 1868. Publicó en la Gaceta Médica de México, en 1869, todos los pormenores y accidentes de tal procedimiento en las dos primeras operaciones que realizó en nuestro país, con ese método (Graue, 2001).

4.2 Dr. JOSÉ MARÍA VÉRTIZ Y DELGADO



Figura 27. Dr. José María Vértiz y Delgado

En la Figura No. 27 se aprecia el retrato del Dr. José María Vértiz y delgado que actualmente se encuentra en la galería del salón de médicos oftalmólogos ilustres que se encuentra dentro del Hospital de Nuestra Señora de la Luz ubicado en la Ciudad de México.

El Dr. José María Vértiz y Delgado nació en la ciudad de México el 1° de julio de 1812. Era hijo de Don Francisco Xavier de Vértiz y de Doña María Josefa de Vértiz. En 1831 se inscribió en la Escuela de Medicina de la Universidad, al mismo tiempo que en la Escuela de Cirugía. En 1835 recibió su título de profesor en cirugía, y en 1836 el de médico, título que recibió por parte del Establecimiento de Ciencias Médicas, institución que avalaba a los cirujanos de esa época. Poco después fue nombrado catedrático adjunto y más tarde propietario de la materia de Medicina Operatoria la cual se impartía en el Instituto de Ciencias Médicas.

Posteriormente fue nombrado director de la Escuela de Medicina en el año de 1868, con carácter de interino.

Se desempeñó en el Hospital de San Andrés como director del Departamento de Cirugía en la sección de mujeres. En 1854 fundó una de las primeras salas de atención para pacientes que presentaban enfermedades en los ojos, fue de los primeros en operar cataratas, realizando alrededor de 102 cirugías de este tipo.

Estudió la especialidad de Oftalmología en París, al lado del doctor Desmarres. En plena actividad académica, el 22 de marzo de 1871 sufrió una trombosis cerebral que tuvo como consecuencias afasia y hemiplejía, que duraron hasta su muerte, ocurrida el 25 de marzo de 1876.

Fue socio fundador de la Academia de Medicina de México. Se desempeñó también como médico del Hospital de Jesús, del que fue director durante varios años.

Además de ser un experto en la especialidad oftalmológica, fue el introductor del tratamiento de los abscesos hepáticos por la canalización continua con tubos metálicos. Sin embargo, su labor no se manifestó ni en libros ni revistas (Neri Vela, 2010).

4.3 Dr. RICARDO VÉRTIZ BERRUECOS

El Dr. Ricardo Vértiz Berruecos nació en la ciudad de México en 1848, estudió en el Seminario Conciliar para ingresar después en 1885 a la Escuela Nacional de Medicina. Años después obtuvo por oposición la cátedra de oftalmología, presentando la tesis, “La Oftalmía Purulenta de los Recién Nacidos”. Fue médico del Hospital Concepción Beistegui y del Hospital de Jesús. En 1872 el Dr. Ricardo Vértiz fue elegido miembro de la Academia Nacional de Medicina, en la que fungió como vicepresidente de 1881 a 1882.

En la siguiente figura No. 28 se presenta un cuadro con su fotografía que actualmente se encuentra en la galería del salón de médicos oftalmólogos ilustres que se encuentra dentro del Hospital de Nuestra Señora de la Luz ubicado en la Ciudad de México.



Figura 28. Dr. Ricardo Vértiz

Fuente: www.flickr.com/photos/.../4866536931

-

El Dr. Ricardo Vértiz fundó el primer hospital de ojos en Latinoamérica, lo que es hoy el Hospital de Nuestra Señora de la luz ubicado en la Ciudad de México. Durante muchos años dirigió también el servicio oftalmológico del Hospital de San Andrés. También fue profesor de oftalmología de la Escuela de Medicina. En el año de 1885 viajó a Francia, en donde fue recibido con todos los honores por los oftalmólogos más famosos de la época, que reconocieron en él una extraordinaria ventaja sobre ellos en la técnica operatoria de la catarata, consiguiendo tener autorización para ejercer la especialidad en Francia, donde tuvo una considerable clientela.

La mayor parte de los trabajos del Dr. Ricardo Vértiz Berruecos fueron publicados en la Gaceta Médica de México, sobre temas de cirugía general y oftalmología.

El Dr. Ricardo Vértiz Berruecos muere en la ciudad de México, de tuberculosis, el 12 de noviembre de 1888. (Graue, 2001).

4.4 Dr. FERNANDO LÓPEZ Y SÁNCHEZ ROMÁN

El Dr. Fernando López nació en Tlaltenango (actualmente ciudad Sánchez Román), en el estado de Zacatecas, el 5 de noviembre de 1854. Estudió la carrera de medicina en la Escuela de Medicina en 1873. En 1874 ingresó al Hospital Militar de Instrucción, para cursar al mismo tiempo la carrera de médico militar.

El 1° de noviembre de 1882 el Dr. Fernando López y Sánchez Román recibió del gobierno mexicano la comisión de ir a París, para perfeccionar sus estudios en cirugía general, así como en oftalmología. En París el Dr. López y Sánchez Román fue discípulo de Wecker, y E. Landolt. En 1892 publica un artículo sobre parasitología ocular, en la Gaceta Médica de México, además escribió sobre temas en Neurooftalmología, cirugía de párpados y patología de retina. A finales del siglo XIX el Dr. Fernando López y Sánchez Román usó por primera vez en México la cocaína como un anestésico ocular.

En 1905 el Dr. López y Sánchez Román tiene el honor de ser nombrado el primer director del recién construido Hospital General de la Ciudad de México. El doctor Fernando López falleció en la Ciudad de México, el 17 de marzo de 1924.(Neeri-Vela,2001).

A continuación en la tabla 1 se presenta un resumen con las aportaciones de los científicos mexicanos a la oftalmología en México:

CIENTÍFICOS MEXICANOS	APORTACIONES
Dr. Manuel Carmona y Valle	1. Impartió las primeras cátedras de fisiología y oftalmología en México. 2. Uno de los pioneros en enseñar el uso del oftalmoscopio en México. 3. Divulgó en México los trabajos del doctor Donders y el Dr. Von Graefe enriqueciendo y dándole un sentido más amplio a la nascente especialidad de la oftalmología mexicana.
Dr. Ángel Iglesias	1. Se le atribuye ser uno de los primeros en traer de Europa el oftalmoscopio. 2. En 1868 realizó en México la primera cirugía de extracción de catarata con el procedimiento que practicaba el Dr. Von Graefe.
Dr. José María Vértiz y Delgado.	1. Fue pionero en estudiar la especialidad en oftalmología en la ciudad de París, Francia al lado del eminente Dr. Desmarres. 2. Miembro fundador de la Academia de Medicina de México. 3. En 1854 fundó una de las primeras salas de atención para pacientes con enfermedades oculares en el Hospital de San Andrés.
Dr. Ricardo Vértiz Berruecos.	1. Primer profesor por oposición para impartir por primera vez la cátedra de oftalmología en la Escuela Nacional de Medicina en el año de 1885. 2. Fundador del primer hospital especializado en enfermedades oculares en Latinoamérica, en la actualidad es conocido como el Hospital de Nuestra Señora de la Luz, siendo uno de los más importantes en México para el tratamiento de las enfermedades oculares. 3. Fue el único oftalmólogo mexicano en ejercer con autorización la especialidad en oftalmología en París, Francia. 4. Reconocido por los oftalmólogos franceses por la técnica que

	empleaba para la extracción de catarata.
Dr. Fernando López y Sánchez Román	1. En 1882 estudió la especialidad de oftalmología en París, Francia siendo discípulo del reconocido oftalmólogo francés E. Landolt. 2. Publicó los primeros artículos sobre parasitología ocular en la revista de los Anales de la Oftalmología en el año de 1892 en la Ciudad de México. 3. Aportó temas en Neurooftalmología, cirugía de párpados y patología de retina. 4. Usó por primera vez en México la cocaína como anestésico ocular.

Tabla 1. Aportaciones a la oftalmología por científicos mexicanos

Elaboración propia con información de las Memorias del XX congreso Mexicano de Oftalmología.

Dentro de los conocimientos e instrumentos médicos aportados por los recién llegados médicos mexicanos después de haber realizado sus estudios e investigaciones en las enfermedades oculares en París, Francia destaca el oftalmoscopio, instrumento de reciente diseño en Europa y traído a México 5 años después de su diseño. El uso del oftalmoscopio en forma rutinaria en la práctica de la medicina general y en particular a nivel ocular por parte de la comunidad médica mexicana permitieron la creación de salas de consulta para el tratamiento de enfermedades de los ojos en algunos de los hospitales de la Ciudad de México y que posteriormente da lugar a la creación del primer hospital en Latinoamérica para la atención e investigación exclusivamente de enfermedades oculares; el Hospital de Nuestra Señora de la Luz.

El Hospital creado por la asociación para evitar la Ceguera en México fundado por el Dr. Luis Sánchez Bulnes³⁷, el Instituto Conde de Valenciana y el Hospital de Nuestra Señora de la Luz, son los tres hospitales más importantes en la Ciudad de México y parte de Latinoamérica para la atención de las enfermedades oculares y formadora de los médicos que se dedicarán a la especialidad de la oftalmología, subrayando que los tres hospitales cuentan con el aval académico de la Universidad Nacional Autónoma de México.

³⁷ Luis Sánchez Bulnes (s.f.). Fundador del Sanatorio Oftalmológico Mérida en 1952, impulsor de la especialidad en oftalmología en México. En 1993 obtuvo la medalla que se entregaba a los 10 médicos mexicanos que más habían influido en el desarrollo de la medicina en México durante los últimos 50 años. Fundador y primer director de la Asociación para Evitar la Ceguera en México, asociación que posteriormente permite la creación del Hospital llamado Asociación para Evitar la Ceguera en México “Dr. Luis Sánchez Bulnes”

CONCLUSIONES

En el marco de nuestro análisis epistemológico en éste trabajo se considera que las aportaciones realizadas en el siglo XV por Leonardo Da Vinci con sus dibujos del sistema visual que Da Vinci no dibujaba exactamente lo que veía, sino que algunas estructuras se las imaginaba y por ello confundió la función del cristalino pensando que era la estructura en donde se formaban las imágenes. Este análisis epistemológico se sustenta de acuerdo con algunos autores con la cámara oscura y sus dibujos anatómicos del ojo, Leonardo trató de explicar el proceso de la visión, donde mencionando que observamos con el cerebro y no propiamente con los ojos. Esta aseveración de Leonardo implícitamente es una tesis epistemológica en donde el ojo es una prolongación del cerebro como mencionamos en la introducción, una postura epistemológica es que la visión se obtiene del exterior al interior o bien a la inversa. Esta segunda tesis epistemológica es la que abrió el debate filosófico que considera que la observación esta cargada de teoría.

Siguiendo con nuestro análisis epistemológico, pasamos del problema de la visión al aumento del estudio del funcionamiento de la visión, que desemboco en la invención del oftalmoscopio.

En el siglo XIX con el diseño del oftalmoscopio ideado por Herman Von Helmholtz y las aportaciones científicas de las alteraciones oculares por parte Albrecht Von Graefe dieron inicio a la especialidad en oftalmología, teniendo un desarrollo importante en las bases científicas para la interpretación de las enfermedades oculares mediante el uso del oftalmoscopio. Este instrumento dio origen a una nueva disciplina dentro de la medicina, la oftalmología, por lo que, se hizo mención a dichas ciencias especialmente a su auge en el siglo XIX.

En cuanto a las ciencias médicas adquiridas en la Europa del siglo XIX por científicos mexicanos, se puede decir que se inicia una etapa en donde sobresalen técnicas de diagnóstico y tratamientos para las enfermedades oculares en México, esto da lugar al inicio de la oftalmología como una de las

primeras especialidades en las ciencias médicas, e implementándose como cátedra de oftalmología en la Escuela Nacional de Medicina. Se sientan las bases para la creación del primer hospital para el tratamiento de las enfermedades oculares en Latinoamérica, actualmente este hospital, el Hospital de Nuestra Señora de la Luz es una institución de educación e investigación formadora de médicos especialistas en oftalmología. El Hospital de Nuestra Señora de la Luz, el Instituto Conde de Valenciana y el Hospital creado por la asociación para evitar la Ceguera en México fundado por el Dr. Luis Sánchez Bulnes, son los tres hospitales más importantes en la Ciudad de México y parte de Latinoamérica para la atención de las enfermedades oculares y formadora de los médicos que se dedicarán a la especialidad de la oftalmología, subrayando que los tres hospitales cuentan con el aval académico de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A lo largo de la investigación se fueron incorporando otras reflexiones que ampliaron el objetivo inicial que era investigar sobre origen del oftalmoscopio y sus repercusiones, así como algunas posturas epistemológicas relacionadas con la observación del sistema visual. Hubo un punto de partida y un punto de llegada. En el punto de partida, se consideraba al oftalmoscopio como un conjunto de lentes que permitían estudiar al ojo observándolo con los ojos y no con el cerebro. En el punto de llegada, se reflexiona desde la postura epistemológica donde menciona que aprendemos por lo que sabemos y no únicamente por lo que vemos, en otras palabras, se puede concluir que toda observación está cargada de teoría.

Desde el punto de vista epistemológico se acepta la idea de que vemos a partir del objeto hacia el sujeto, el sujeto está determinado por el objeto por lo tanto esta sería una postura epistemológica empirista, y la mayoría de los profesionales de la salud y en especial salud ocular como los médicos, médicos oftalmólogos y optometristas responden a una postura epistemológica empirista. El autor de ésta tesis al ingresar a la maestría compartía totalmente esta postura epistemológica. Con todos estos antecedentes, la principal conclusión a la que se llega en este trabajo es que no se trata de un trabajo en

optometría sino de una reflexión epistemológica del oftalmoscopio, considerado ahora como una herramienta fundamental del optometrista.

La actividad que realiza el optometrista corresponde a la atención primaria de la salud visual, siendo importante su papel en la sociedad y por tal motivo obliga al optometrista egresado a mantenerse capacitado y actualizado constantemente para permanecer en un nivel cada vez más alto que exige el cuidado de los ojos y del aparato de la visión en general. Estudiar el origen de los instrumentos y las enfermedades y no únicamente aprender el manejo de los aparatos y la interpretación de las enfermedades.

Esperando que este trabajo de tesis sea el inicio de una serie de estudios de origen epistemológico para otros instrumentos en oftalmología y optometría por parte de licenciados en optometría, con la finalidad de romper con la idea única de usar el oftalmoscopio de forma rutinaria para escudriñar el fondo del ojo para diagnosticar y tratar adecuadamente. Se debe fomentar el interés en las futuras generaciones de optometristas para que sigan analizando el origen epistemológico del oftalmoscopio y con ello algún día sentar las bases para crear o mejorar los instrumentos que se utilizan en la práctica médica.

Se puede concluir que fueron importantes las aportaciones realizadas por Leonardo Da Vinci, Isaac Newton y Hermann Von Helmholtz y Albrecht Von Graefe para diseñar el oftalmoscopio y junto con su creación abrir un panorama más amplio en la instrumentación oftalmológica y optométrica.

BIBLIOGRAFÍA

Amsler, M., Bruckner, A., Franceschetti, A., Goldmann, H. y Streiff, E. (1954). *Oftalmología*. Barcelona, España: Salvat S.A.

Arffa, Robert. (1993). Grayson: *Enfermedades de la Córnea*. Tercera edición. España: Mosby Year Book.

Babini, José. (1969). *Leonardo y los técnicos del renacimiento*. Buenos Aires, Argentina: Centro editor de América Latina.

Bartlett, Jimmy., Jaanus, Siret. y Ross Robert. (1998). *Terapéutica en Oftalmología*. México: Mc-Graw Hill

Belmonte, Martínez José. (1985). *Oftalmología Clínica Básica*. Barcelona, España: Ediciones Scriba, S.A.

Brennan, Noel A. y Bruce, Adrián S. (1993). *A Guide to Clinical Contact Lens Management: Sign, Symptoms, Diagnosis and Management*. Ciba Vision.

Common Pathological Conditions Revealed by Studies of the Fundus Oculi. (1944). American Optical Company.

Bonafonte, Sergio y García, Charles. (2008). *Retinopatía Diabética*. Madrid, España: Harcourt.

Braun, Eliezer. (1988). *El saber y los sentidos*. México: El Fondo de Cultura Económica.

Bromberg, Abraham. (2009). *Historia de la optometría en México*. México: Compañía Editorial Impresora y Distribuidora, S, A

Cetto, K. Ana María, Domínguez, Héctor. y Lozano, M. Juan Manuel . (1983). *El mundo de la física: Ondas, luz y sonido*. México: Trillas.

Douglas, C. y Chang, Benjamin. (1997). *Manual de Urgencias Oftalmológicas*. 2ª edición. México: McGraw-Hill.

Edwards, Keith y Llewellyn, Richard. (1993). *Optometría*. Barcelona, España: Masson

Esteve de Sagrera, Juan. (2008). *Enfermedades oculares: Los colirios en India, Egipto y Mesopotamia*. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología. Vol.27, No. 04, abril 2008.

Fernández de Miguel, Francisco. (2003). *El Cerebro estudia al Cerebro*. Serie máquinas moleculares. México: Manual Moderno

Gil, Carrasco Félix. (2008). *Libro Panamericano de Glaucoma*. México: Editorial Ínter sistemas.

Güemes-Sandoval, Heréndira. (2010). *Algunos conceptos de Leonardo da Vinci sobre el ojo*. Revista Mexicana de Oftalmología.Vol. 84, No. 2, Abril-junio 2010.

Güemes-Sandoval, Heréndira. (2010). *Herman von Helmholtz y el oftalmoscopio*. Revista Mexicana de Oftalmología.Vol. 84, No. 2 Abril-junio 2010.

Graue, Wiechers Enrique. (1995). *Oftalmología*. México: Mc-Graw Hill.

Graue, Wiechers Enrique., Neri, Vela Rolando., Zeebaert, Leonardo. y Mendoza, Núñez Carlos. (2001). *XXV Aniversario: Instituto de Oftalmología Fundación Conde de Valencia*. México.

Grosvenor, Theodore. (2004). *Optometría de Atención Primaria*. Barcelona, España: Masson, S.A.

Hart, William. (1994). Adler: *Fisiología del ojo*. Novena edición. España: Mosby-Doyma

Hecht Eugene y Zajac, Alfred. (1977). *Óptica*. Massachusetts, E.U.A: Addison-Wesley.

Heilmann, Kraus. (1973). *Oftalmoscopía: Bases, Técnicas, Aplicaciones, Resultados*. Alemania: Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

Herreman, Cornú Rogelio. (1981). *Manual de Refractometría Clínica*. México: Salvat Mexicana de Ediciones, S.A. de C.V.

Kanski, Jack J. (2004). *Oftalmología Clínica*. España: Elsevier.

Lain, Entralgo Pedro. (1978). *Historia universal de la medicina: Tomo VI El Positivismo*. España: Salvat Editores.

Lain, E. P. (1978). *Historia Universal de la Medicina: Tomo VII Medicina Actual*. España: Salvat Editores.

Leza, Juan Carlos. y Lorenzo, Pedro. (1993). *Fármacos Mióticos, Midriáticos y Ciclopléjicos. Monografías de Gaceta*, Serie de Patología y Farmacología Ocular, suplemento a la revista Gaceta Óptica No. 262. Madrid, España.

Lozano, Elizondo David. (2010). *Prolífico genio en oftalmología: Albrecht von Graefe (1828-1870)*. Revista Mexicana de Oftalmología. Vol. 84, No. 2 Abril-junio 2010.

Mendoza, Zepeda Roberto. (2008). *Manual de Estudio. Módulo 3: Farmacología Básica, El ABC de los Medicamento*. México: Talleres gráficos de litografía Rimol.

Menezo, J. (2006). *Técnicas Exploratorias en Oftalmología*. Madrid, España: Espaxs, Publicaciones Médicas.

Meyran García, Jorge. (1993). *Historia de la Sociedad Mexicana de Oftalmología, 1893-1993. XX Congreso Mexicano de Oftalmología. Primer Centenario de la Sociedad Mexicana de Oftalmología*. México.

Milla, Quiroz Alberto y Cervera Vega María de Jesús (1999). *Optometría: Procedimientos clínicos de optometría*. México: Lithoimpresora Portales.

Muci-Mendoza, Rafael. (2001). *Exploración Semiológica del Fondo Ocular y del Ojo y sus Anexos*. Colombia: Editorial AFF

Mueller, Conrad y Rudolph, Mae. (1989). *Luz y Visión*. México: Time Life Ediciones Culturales Internacionales S.A. de C.V.

Munoz Roiz, J.L. *Historia Universal de la Medicina Especialidades Quirúrgicas: la Oftalmología*. Vol. 6, pp. 327-336, 1974. Barcelona: Salvat.

:

Quiróz E. (1888). *La keratoscopía y el oftalmoscopio de refracción*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de México, Pachuca, Hidalgo.

Racionero, Luis. (1978). *Conocer Leonardo da Vinci y su obra*. España: Dopesa.

Reim Martín., Kirchhof Bernd. y Wolf, Sebastián. (2005). *Examen del Fondo del Ojo: Desde los hallazgos hasta el diagnóstico*. Madrid, España: Panamericana.

Rodríguez, Carranza Rodolfo., Vidrio, López Horacio. y Campos, Sepúlveda Alfonso Efraín. (2009) *Guía de Farmacología y Terapéutica. Segunda edición*. México: Mc Graw Hill.

Rodríguez S.L.M. (2004). *Instrumentos materiales e instrumentos matemáticos: su significado epistemológico bajo una noción ampliada de experiencia*. Tesis de doctorado no publicado. Centro de Investigaciones y estudios avanzados del IPN. México, D.F.

Rossi, Paolo. (1970). *Los filósofos y las máquinas 1400-1700*. España: Editorial Labor S.A.

Sabadell, Miguel Angel. (2009) "Con el llegó la Revolución" .Revista Muy Interesante, año XXVI, N° 56 Págs. 6-10.

Sánchez, Salorio M., Rodríguez, Ares T. y García, Sánchez J. (1992). *Conjuntivitis*. Quito, Ecuador: Ciba Vision.

Schachat, Andrew. y Cruess, Alan F. (1987). *Texto de Oftalmología Básica*. Madrid, España: Interamericana

Solans, Barri Teresa. y Juárez, Escalona Emilia. (1996). *Urgencias Oftalmológicas*. Chile: Ciba Vision.

Trobe, Jonathan. (2004). *Guía del Médico para el cuidado de los ojos. Segunda edición. The foundation of the American Academy of Ophthalmology*. México: Intersistemas S.A.

Vaughan, Daniel. Cook, Robert. y Asbury Taylor. (1967). *Oftalmología General*. México: El Manual Moderno.

Warren, Blaker .J. (1975). *Enfoque sobre Física: Óptica I*. España: Editorial Continental.

Weingeist, Thomas., Liesegang Thomas. y Grand, Gilbert. (1998). *Curso de Ciencias Básicas y Clínicas: Glaucoma 1998-1999*. Academia Americana de Oftalmología. Bogotá, Colombia.

Zárate, Treviño. Arturo. (1989). *Diabetes Mellitus: Bases para su tratamiento*. México: Trillas.