

# Algunos aportes epistemológicos e históricos a los inicios de la investigación anatómica e histológica del ojo y su contribución a la terapéutica

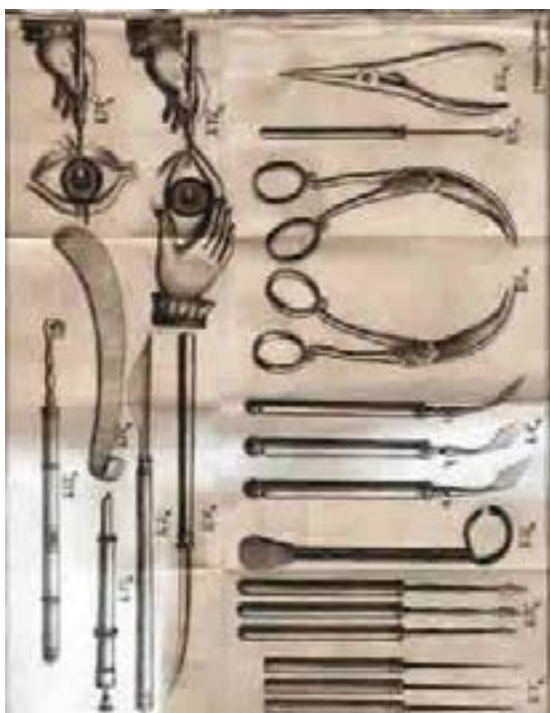
## Resumen:

El ojo humano con su diversidad anatómica y fisiológica desarrolla una de las funciones más complejas y especiales de la naturaleza humana.

En este artículo ilustraremos el pasaje desde la teoría humoral a la teoría celular con la información a partir de datos históricos y la perspectiva epistemológica de Kuhn que permite al historiador de la ciencia buscar vínculos entre los términos de las teorías antiguas y las posteriores para determinar la incommensurabilidad, reinterpretándose el impulso que cobraron los conocimientos de las características mencionadas en el siglo XIX con la aparición de la histología y el uso del microscopio.

## Summary:

The human eye with its anatomical and physiological diversity develops one of the most complex and special functions of human nature. In this article we will illustrate the passage from the humoral theory to the cell theory with information from historical data and Kuhn's epistemological perspective that allows the historian of science to search for links between the terms of the old and later theories to determine the incommensurability, reinterpreting the impulse that the knowledge of the characteristics mentioned in the nineteenth century gained with the appearance of histology and the use of the microscope.



Lic. Rosa Alicia Araoz, [arozalicia53@gmail.com](mailto:arozalicia53@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-4085-2307>  
Histotecnóloga, colaboradora en investigaciones científicas, publicaciones y presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Autora de “Epistemología y teorías de la medicina: selección de temas y perspectivas en el siglo XX”. Editorial Hygea. Actualmente trabajando en el Dpto. de Biología Molecular e Histología UA III – FMED – UBA

## Introducción

La teoría humoral en el siglo XIX todavía dirigía las necesidades terapéuticas para múltiples afecciones locales o sistémicas derivadas de otras enfermedades y en el caso del ojo la administración de medicamentos pasó de ungüentos y colirios a inyecciones intraoculares, métodos que en la actualidad siguen utilizándose para investigación y terapias.

Se trató de un proceso donde cada nueva etapa mejoró la comprensión de una forma más detallada y refinada sobre la naturaleza del objeto y no del hecho de abandonar drásticamente la teoría humoral galénica porque mucha información de esa teoría se reinterpretó, y la noción de cierto continuismo sin cambios bruscos, se asemeja a la postura de un Kuhn que disminuyó la carga dramática del cambio científico (Gentile, 2013, p. 41).

El utilizar un marco epistemológico determinado permitirá alinear los datos históricos con algunos criterios que permita a futuro confrontar con otros marcos o con otros tópicos científicos y así realizar comparaciones y aportar más coherencia al conocimiento de, como en este caso, disciplinas médicas como la oftalmología.

Los tres lineamientos abstraídos y sugeridos por Hoyningen-Huene para entender la elección del marco epistemológico kuhniano en este caso, serán, primero, el criterio de relevancia factual que guía la elección de material relevante para que un tema pueda ser contado; mientras que un segundo criterio, el de relevancia narrativa, permite seleccionar dentro de ese material los que dan continuidad y fluidez en lo comentado y que no haya vacíos extensos de informa-

ción. Y un tercer criterio, el de relevancia pragmática que es el que indica cuál material tendrá posibilidades de aceptación para un público determinado y lograr el objetivo histórico deseado (Giri, 2020, p. 83).

*Desde su primer libro Kuhn rechazó la noción de idealizar la ciencia actual como resultado lógico de todo lo anterior (Guillau-min, 2018, párr. 8) y negar que hubo caminos alternativos o divergentes.* Se observará que los pasos realizados en el estudio del ojo fueron producto de las necesidades terapéuticas (caso sífilis), la aparición de una nueva teoría y su procedimiento (teoría celular e histología) y los consiguientes interrogantes y explicaciones que surgieron. La teoría humoral galénica no fue superada por la teoría celular drásticamente y esta se impuso en la medida que pudo responder más interrogantes de acuerdo adónde se instaló el campo de decisión para adoptar el cambio.

## Los datos históricos: su redescubrimiento

Se sabe que el estudio anatómico desde la antigüedad presentaba la dificultad de la conservación de los cuerpos especialmente del cerebro y órganos como los ojos, lo que fue el mayor obstáculo para el estudio. Por otro lado los ojos al ser considerados también como castigo penal, y no ser imprescindibles para la vida, dieron la posibilidad de su análisis mediante su extirpación.

La anatomía avanzó lentamente hasta llegar al siglo XVIII y comienzos del XIX de tal forma que con la aparición del microscopio surgió una nueva etapa para la observación más allá de la simple indagación macroscópica.

Los métodos de la etapa anatómica para el ojo, consistían en extracción del órgano ocular y su análisis mediante disección,

aunque también se usaba la maceración básicamente con agua o con la aplicación de ácidos sulfúrico, nítrico, muriático, como también amoníaco y potasio cáustico además de alcohol, como lo hacía X. Bichat (1771-1801) permitían descubrir que la coroides no se alteraba (Hunsley, 1832, p. 115).

Y fue durante ese siglo que apareció el estudio histológico que permitía una vez obtenidas las muestras producto de disecciones o maceraciones, llevarlas al portaobjeto y con la utilización de colorantes analizar ciertas estructuras particulares que no podían ser observadas anteriormente en detalle ni cuestionadas.

Pero mientras Bichat, sensualista extremo, rechazó el uso del microscopio, otros investigadores abordaron el camino de constituir conocimiento a partir del novedoso aparato. Aquí radica la utilidad del modelo kuhniano en su posición de evitar la idea de una verdad final por lo que desplaza al sujeto que investiga por el concepto de *comunidad científica*, donde es la interacción subjetiva entre los actores la que producirá el cambio que no necesariamente es total (Gentile, 2013, pp. 48-49). Y aunque los *instrumentos* tienen un valor secundario para Kuhn, utiliza la idea de *compromisos metodológicos*, que en el caso analizado, hicieron la diferencia porque entre los numerosos interrogantes sobre el órgano

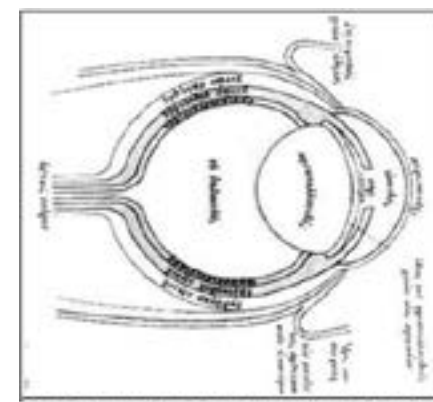


Fig. 1. Corresponde a Galeno a su escuela, el globo ocular aparece semejante al conocimiento actual. Muestra tres capas y espacios. E. Güemez-Sandoval

de la visión, por ejemplo uno de ellos era saber cuáles eran las características de la zona central del globo ocular, su consistencia y sus cualidades (Gentile, 2013, p. 38).

Si se observan los primeros dibujos que se tienen sobre el ojo de los griegos antiguos y que se le atribuye a Hipócrates, se observa un esquema donde ya establecieron las tres capas principales de su morfología: un círculo completo, reúne la esclera y la córnea; el segundo círculo, de menor espesor presenta una apertura en su zona anterior que correspondería a la pupila y un tercer círculo mucho más fino, se corresponde con la retina. El centro lo ocupa un círculo que sería el humor vítreo y en dirección opuesta a las aperturas se observan tres conductos o poros que son los comunicantes con el cerebro, porque esa era la idea de relación entre ojos y cerebro (Güemez-Sandoval, 2009, p. 187).

Siglos después, en la etapa romana, A. Celso (25 a.C-50 d. C) proponía la cirugía aún con errados conocimientos de la anatomía ocular porque no consideraba la existencia del humor vítreo y tampoco supo entender la sustancia del cristalino. Sin embargo su práctica de punción ocular llegó hasta 1747, cuando se operó por primera vez el cristalino opaco (Pérez-Cambrodí, 2012, párr.7-9).

Para Galeno (129-210 o 216 d. C), la retina, era la capa que recubría el cuerpo vítreo y llegaba hasta los márgenes del cristalino, al que le daba un papel importante en el proceso visual. En su esquema el humor vítreo y la retina, eran avasculares, mientras que la cámara anterior (espacio entre la córnea y la pupila) estaba llena de un líquido acuoso que tenía por función lubricar el ojo. Su teoría de la visión y sus estudios anatómicos dejaron numerosa terminología que continúa utilizándose, aunque también con algunos errores que pueden entenderse porque no hizo disecciones de ojos humanos (Pérez-Cambrodí, 2012, párr. 18)



Con el Renacimiento si bien L. Da Vinci (1452-1519) realizó dibujos que estuvieron ocultos y fueron redescubiertos recientemente, por lo que no se considera su influencia en el estudio del ojo de su época y tampoco A. Vesalius (1514-1564) mejoró lo que ya había hecho Galeno y recién hacia el siglo XVII aparecen bosquejos oculares semejantes a los actuales (Güemez-Sandoval, 2009, pp. 188-190).



Fig. 11. "Uno de los primeros dibujos del ojo que muestra el nervio óptico que termina en la parte anterior de tres ventriculos representados según las ideas medievales. A la izquierda, Leonardo compara las capas del cerebro o del ojo con la estructura de una cebolla". K. Keele

## Los instrumentos y el método

De la revisión de material histórico se puede observar que a partir de los trabajos de Bichat se inició un primer período de la histología hasta que surgió la teoría celular

en 1858. Un segundo período que comienza y se desarrolla a partir de esta teoría, donde la histología adquiere el estatus de ciencia e incentiva la búsqueda y mejora de los métodos para la observación microscópica y que llega hasta aproximadamente fines del siglo XIX y comienzos del XX.

El microscopio acompañó esa evolución desde que aparecieron los trabajos de M. Malpighi (1628-1694) con la observación de hematíes, R. Hooke (1635- 1703) quien acuñó el término célula y A. van Leeuwenhoek (1632-1723) con su observación de bacterias. Sobre su creación circulan discusiones pero en esa primera etapa los mismos investigadores fabricaban sus microscopios, hasta que los interesados en el nuevo instrumento comenzaron a estimular a fabricantes de telescopios y en asociación con físicos, comenzaron lentamente su producción y mejora.

Ese fue el caso el médico M. Schleiden (1804-1881) que desde 1839 trabajaba en Jena y desarrolló la *teoría celular* a partir de sus conocimientos y dedicación a la botánica, este estudioso a mediados de siglo apoyó la utilidad del microscopio como herramienta indispensable para la docencia y la investigación, incluso para la industria.

Y ese respaldo al novedoso instrumento no era menor, porque el mismo autor sostenía que si bien había algunas publicaciones que pretendían acercar el tema de la ciencia y la visión microscópica desde el siglo anterior, hubo charlatanes (Schleiden, 1859, p. 17) e incluso un estudioso representativo de la época como C. Linneo (1707-1778) que por ser voz autorizada sobre la llamada ciencia de la su época o *historia natural*, no favoreció su uso (Schleiden, 1859, pp. 22-23).

En su libro escrito en alemán en 1848, dedicó su primer capítulo a *El ojo y el microscopio* para realizar un análisis filosófico sobre las posibilidades que permitía el uso del microscopio con el pensamiento científico, incluso propone una teoría de la visión (Schleiden, 1859, p. 11). Además contribuye de una forma sencilla a entender la funcionalidad del instrumento: los lentes objetivos son los que están sobre el objeto y lo amplía, y los lentes oculares que permiten que los ojos capten esa primera ampliación y la reproduzca con más aumento, produciéndose así el efecto de magnificación de los objetos pequeños (Schleiden, 1859, p. 16).

Lo visual ya había tenido el impulso en el Renacimiento, pero con la aparición del telescopio y el microscopio se iba más allá porque paralelamente surgió la necesidad de replicar lo observado con el consiguiente interrogante de cuánto de objetividad se necesitaba para esa reproducción. Así lo pensaba van Leeuwenhoek, de los primeros en usar la microscopía, que prevenía como las imágenes iban a ser las que le llevarían la carga informativa al estudioso lejano. Por lo tanto desde lo epistemológico la discusión que surgió fue la de preguntarse si la imagen replicada era o no parte del conocimiento científico como complemento a la explicación oral, o si pertenecía al ámbito social y servía como argumento de persuasión.

Pero la replicación de una experiencia con el microscopio, en sus inicios, no siempre era posible, por dos razones al menos: una, la mala descripción del hecho o también por la falta de habilidades del experimentador. Y esta última es una de las causas según por las cuales a finales del siglo XVII no había muchos microscopistas (Baigrie, 2008, p. 167).

En el período estudiado, el autor sostiene sobre las primeras observaciones de los microscopistas, que no había lo que hoy se llama *teoría de un fenómeno*, por lo

tanto el resultado visual era en sí mismo como imagen lo que debía interpretarse de esa forma, un inicio para desarrollarla y de allí la importancia de su replicación como parte del conocimiento científico.

Alejándose de la escolástica, la visión directa de lo natural aún con el uso de un instrumento como el microscopio, introdujo además una construcción artificial como era el dibujo. Una frase de Hooke sobre que "la ciencia de la naturaleza requiere una sincera mano y ojo fiel" refleja como las interpretaciones posibles requerían de la capacidad para el manejo de los nuevos instrumentos pero también que quienes trabajaban en esos nuevos escenarios, además de saber leer y escribir, debían dominar el arte tridimensional de los pintores, es decir necesitaban un sentido de lo visual desarrollado y educado (Baigrie, 2008, p.168).

Las otras líneas que se desprendieron en esas circunstancias fueron por un lado la necesidad de una teoría óptica que aportó Descartes y también el problema de la fabricación de lentes; y no menos importante fue su idea sobre la materia. Y este no es un dato menor porque de la visión contemplativa externa, los hombres de ciencia comenzaron a pensar en que más allá de lo visible existía la materia infinitamente divisible hasta que se llegaba a un punto que no se correspondiera con la organización y estructura de los seres vivos (Baigrie, 2008, pp.170-171). Y en esa encrucijada de cambio se suele sostener que en medicina o las ciencias de la naturaleza (botánica, zoología, mineralogía) no hubo una *revolución como había ocurrido con la física*.

**Sin embargo puede decirse, que el microscopio fue a la observación y estudio del hombre, lo que el telescopio significó para la astronomía. De allí que los aspectos antes mencionados sirvieron para la configuración lenta y a veces aislada de distintos estudiosos y en donde el médico**

**holandés** Swammerdam resulta el tercer actor indispensable para comprender esos aspectos. Porque es en el ejemplo de ese médico holandés, que Schleiden (1859, p.19) describe las dificultades que presentaban algunas mentalidades para el uso del microscopio.

Por el contrario Schleiden confió en el microscopio y llegó a crear un instituto para enseñar microscopía a los estudiantes y mientras contradecía que fuera una herramienta costosa, él mismo le insistió al profesor de mecánica de la Universidad de Jena, F. Körner (1778-1847) que fabricara microscopios. Cuando intentó responder a esa solicitud, este fabricante encontró el inconveniente que presentaba la elaboración de lentes adecuados (Wimmer, 2017, p. 50).

Y esto no es un dato menor porque la construcción de esas nuevas herramientas no necesariamente estaba dirigida por quiénes las usaban, es decir, médicos, naturalistas y minerólogos. Como se aprecia, la técnica microscópica iba construyéndose a la par de la fabricación, primero artesanal y luego a gran escala de los microscopios.

Aparecieron diversos fabricantes que permitieron que su uso pudiera mantenerse como alternativa y no desapareciera, y mientras Schleiden elaboraba y exponía su teoría celular, un actor de importancia, K. Zeiss (1816-1888) estudiaba mecánica, matemáticas y química. El microscopio lentamente se convertía en un instrumento importante para la investigación y la docencia, las consultas médicas y la industria alimentaria, por lo que su demanda de producción se hacía cada vez más creciente y constante (Wimmer, 2017, p.50).

Schleiden defensor de la microscopía para estudiar aquello que iba más allá de la simple visión del ojo humano, su valor para todas las ramas de la medicina y otras disciplinas de la naturaleza (Schleiden, 1859, pp.19-23) era consciente de las dificultades

que surgían, desde analizar los puntos de vista aplicados al uso del ojo por lo tanto su conocimiento anatómico y físico y sobre el microscopio, la importancia de su producción y fabricación (Schleiden, 1859, pp.17-18).

Por otro lado como plantea Baigrie (2008) surgió curiosidad también por cómo la mente del observador, organizaba y entendía lo observado en su cerebro y a lo que se puede agregar un cuarto elemento: qué se veía y cómo se veía el objeto, es decir, los procedimientos aplicados sobre ellos. Y esos métodos de investigación que en principio no diferían de los ya usados en anatomía poco a poco fueron en progreso.

Varios anatomistas son mencionados en el estudio científico de la morfología ocular y también en la fisiología de la visión, porque para algunas patologías oculares como la conjuntivitis, queratitis, cataratas, glaucomas se comenzó a estimar esas relaciones entre anatomía y clínica pero siempre limitados por la falta de procedimientos. Se considera a los primeros escritos de Virchow y W. Bowman (1816-1892) como el inicio de la anatomía patológica ocular (Piersol, 1900, p.363).

La conservación del material fue uno de los primeros problemas metodológicos, porque si bien se usó la congelación, esta no conservaba indefinidamente las muestras. El otro problema era la obtención de láminas finas que permitieran el pasaje de la luz para el microscopio, que exigía otro manejo de los materiales orgánicos.

En el estudio del ojo en particular, fue en 1840 que el médico dinamarqués A. Hannover (1814-1894) logró *fixar* (preservar) con bicromato de potasio y darle cierta consistencia al globo ocular, lo que permitió el uso de los primeros métodos de corte, mientras que con modificaciones a su método, H. Müller (1820-1864) logró posteriormente un fijador excelente

para ojos, con lo que pudo describir partes de ese órgano y algunas de sus funciones, por ejemplo las distintas capas de la retina (Finger, 2001, p.79).

Respecto al corte en láminas finas, es altamente probable que la cuchilla utilizada fuera la de Valentin que consistía en dos navajas ajustables por un tornillo central ajustable y que establecía el espesor del corte a veces llamados *micrótomos* (Hill Hassall, 1851, pp.34-36). Sin la fijación esos cortes requerían se embebidos superficialmente con alcohol, lo que permitía cierta consistencia, luego eran colocados en agua para después ser llevados a los portaobjetos.

Un método que se había usado desde el siglo XVI, eran las inyecciones de colorantes in vivo que permitían la visualización de los vasos más grandes; procedimiento que había implementado el médico italiano, J. B. de Carpi (1460-1530) (Rosman, 2012, p.3).

Las primeras inyecciones para investigaciones las realizó Swammerdam transmitiéndole su uso al notable anatomista y amigo, R. Ruysch (1638-1731) que mejoró el método aprendido. Aunque con defectos el procedimiento se generalizó en las facultades de medicina hasta mediados de siglo con el nombre de su inventor. El artefacto constaba de la jeringa propiamente dicha y la cánula o tubo que se fijaba en la boquilla de la jeringa mediante un cierre de bayoneta (Hill Hassall, 1851, pp.41-42).

J. Hunter (1728-1793) impulsó su uso terapéutico en casos de sífilis como inyecciones de mercurio, pero solo para los hombres que padecían la enfermedad (Comerio, 2012, p. 9).

Esta sustancia, el mercurio, en sus distintas composiciones se había utilizado durante siglos para tratar la sífilis justificándose sus propiedades en la teoría humoral y aunque se conocían sus efectos adversos y su aplicación tenía muchos opositores, también

era cierto que ofrecía algunas mejoras a esa enfermedad (Tampa, 2014, p.8). Para la mitad de siglo entre las distintas presentaciones medicinales que se ofrecían, estaban las pomadas periorbitales y los colirios, como el de *Conradi*, preparado con mercurio y específico antisifilítico (Bouchardat, 1851, p. 317). En 1863 comenzaron a aplicarse las inyecciones intramusculares de sublimado recomendadas por M. Kaposi (1837-1902) y por F. R. Hebra (1816-1880), mientras que la vía intravenosa con cianuro de mercurio era más activa, tuvo menos uso que la intramuscular. También se aplicaron excepcionalmente inyecciones por vía intrarraquídea o por vía hipodérmica pero esta se dejó de utilizar por los efectos adversos locales (Ros-Vivancos, 2018, p. 288).

Y mientras Hannover inició el período de la histología del ojo humano, los oftalmólogos además de ser reconocidos como subdisciplina de la medicina comenzaron a estudiar no solo la morfología del ojo, sino que también podían observar los efectos de terapias que hasta ese momento permanecían en la experiencia práctica de algunos profesionales.

En 1866 se reconoce que fue A. v. Rothmund (1830-1906) quien escribió por primera vez sobre los beneficios de las inyecciones subconjuntivales para tratar opacidades corneales pero contrariamente no utilizó compuestos mercuriales si no suero fisiológico, otorgándole la función de limpieza (Rothmund, 1867, pp.147-148). De esa forma se inició una discusión que llegó hasta finales del siglo y que se conserva en las publicaciones y transcripciones de los congresos oftalmológicos (Neri-Vela, 2011, p.173) y que abarcaba no solo en los posibles beneficios de distintas sustancias, la técnica de inoculación, sino también en los mecanismos anatómicos que permitían el pasaje de esas sustancias.

En el laboratorio histológico se empleaban hacia 1875 (Rutherford) tres métodos de



inyecciones, una con Azul de Prusia, diluido en agua y a temperatura ambiente, utilizado con otras variantes de soluciones de ferrocianuro de potasio, cloruro férrico o sulfato de sodio o gelatina. El otro método consistía en usar carmín de Carter y el tercer método era una inyección de gelatina compuesta de amoníaco, ácido acético y gelatina.

Esas inyecciones eran postmortem, para grandes vasos, aunque podían llegar a algunos más pequeños y el material posteriormente debía ser limpiado y tratado con cloroformo.

Para los vasos linfáticos, otra solución alternativa era la Alcannine o Alkannin<sup>1</sup> (Rutherford, 1875, p. 67).

## La anatomía y la discusión teórica

Habían transcurrido dos décadas desde que Rothmund había propuesto las inyecciones subconjuntivales para la patología sifilítica cuando se inició una discusión sobre si esas terapias tenían efectos mecánicos o era la solución inoculada la que actuaba con efectos benéficos. Fue el alemán T. Leber (1840-1917) quien propuso el estudio científico de ese efecto fisiológico y encontrar las reglas químicas que lo fundamentaban. Con la utilización de inyecciones de Azul de Berlín (Prusia) disuelto en glicerol o una solución de ferrocianuro de cobre con amoníaco, para conseguir tonos azules o rojos respectivamente, postulaba que era a través de los vasos que las soluciones llegaban a todo el ojo, incluso a la retina (Jaeger, 1988, p.74).

<sup>1</sup> Colorante rojo que tiene la propiedad de virar a azul en presencia de soluciones alcalinas. <https://www.treccani.it/vocabolario/alkannina/>

<https://www.sigmaaldrich.com/AR/es/search/alkannin?focus=products&page=1&perpage=30&region=global&sort=relevance&term=alkannin&type=product>

Su aporte puede sintetizarse en el descubrimiento de tres redes vasculares en el ojo además de las interconexiones entre ellas. Los sistemas eran: el ciliar que irriga la esclerótica, coroides, cuerpo ciliar e iris; el sistema retinal, exclusivo del nervio óptico y la retina y el sistema conjuntival para todas las áreas protegidas por la conjuntiva.

El oftalmólogo A. v. Graefe (1828-1870) apreció esas investigaciones y las aplicó al campo terapéutico humano, creándose un mutuo reconocimiento beneficioso para las investigaciones y las patologías.

Al proseguir sus estudios Leber sostuvo fuertemente la teoría de que era el endotelio lo que controlaba el pasaje de fluidos de la cámara anterior del ojo a la córnea. Su experimento consistió en sumergir ojos de caballo en colorantes y observar si las soluciones traspasaban la membrana de Descemet (en la córnea, membrana entre el estroma y el endotelio que contacta con la cámara anterior) intacta, porque según su hipótesis esta impedía el paso del humor acuoso al estroma corneal, pasaje que se intensificó cuando el endotelio fue barrido (Jaeger; 1988, p.75).

Sin embargo, en contraposición a esa teoría, estaban los histólogos que habían encontrado elementos celulares en el cuerpo o humor vítreo que se correspondían morfológicamente con leucocitos y aunque en un principio también se consideró que podían ser tipos celulares distintos, G. Schwalbe (1844-1916) demostró que eran leucocitos con característica particulares a estos incluso con similar movimiento ameboide (Piersol, 1900, pp. 269-270).

Después de establecida su naturaleza, los leucocitos errantes o migratorios que se encontraban en el humor vítreo eran considerados como efectos de un mecanismo de escape celular por su cercanía a la entrada óptica y los vasos, algo a lo que también se

opuso Schwalbe, que sostenía la existencia de otros medios de comunicación, llamados canales y cuya función era facilitar el pasaje de los humores oculares y que de la misma forma, podían ser utilizados para el pasaje de soluciones terapéuticas (Piersol, 1900, pp. 234-235).

En 1830, F. Schlemm (1795-1858) había descubierto el canal que llevaba su nombre, pero hasta finales de siglo no se conocía las funciones de dicho canal ni de su relación con el espacio de Fontana (Piersol, 1900, pp. 247-252).

En el debate se presentaron experimentos realizados por distintos investigadores, también con distintos resultados: la conclusión era que el procedimiento de inyección debía ser cuidadoso porque mientras Schwalbe y Gifford pensaban que las soluciones pasaban de la cámara anterior del ojo primero al espacio de Fontana y a través del canal de Schlemm a las venas escleral y conjuntival, Leber y R. Staderini (1861-1942), pensaban que ese efecto ocurría por rotura y arrastre de la barrera endotelial (Piersol, 1900, p. 252), también que también dependía del tamaño de granulación del material de experimentación usado.

A esa discusión entre vías de traslado celular, como en el caso de los linfocitos errantes o sobre las posibles vías de contagios, tema también controversial, en enfermedades como por ejemplo la sífilis, se sumaba el interés fisiológico para la utilización de sustancias terapéuticas efectivas y Leber era uno de ellos (Jaeger; 1988, p.75). Los representantes de las distintas posiciones eran, Leber, defensor de la red de vasos linfáticos como único camino de vehiculización de sustancias y Schwalbe que sostenía la posibilidad de comunicación a través de los canales y una red no homogénea que formaba sus paredes y permitiría la filtración entre cámaras oculares, al que se le sumó a finales de siglo una tercer respuesta.

Entre los trabajos en tejido nervioso, los estudios de ojo tuvieron para S. Ramón y Cajal (1852-1934) una particular y autoreconocida importancia. Sus investigaciones basadas en la morfología, contribuyeron a la oftalmología desde artículos y libros en español y francés, y culminaron en el reconocimiento durante el Congreso de Oftalmología realizado en España en 1933 para el que decidió actualizar uno de sus trabajos más importantes sobre el tema: Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados (Fernández Santarén, 2014, Introducción. Cap.10).

Pero el aporte que interesa por su actualidad, es el concepto de quimiotaxis, inédito a finales del siglo XIX y que él publicó como “teoría neurotrófica” a partir de sus trabajos con retina. Su explicación sobre los conos de crecimiento en la etapa embrionaria fue que se orientaban hacia una ubicación exacta debido a sustancias específicas positivas aunque esas fuerzas también podían actuar repeliéndolos. Cajal llegó a esa conclusión al observar como el trasplante de células de Schwann sanas en cerebros lesionados, provocaban el crecimiento axonal (Fernández Santarén, 2014, Introducción. Cap.10).

## Actualidad de la migración celular en oftalmología

Ese concepto de Cajal adelantó la idea de “los factores tróficos como agentes catalíticos para los que las neuronas deben tener receptores específicos y que estimulan el crecimiento y ramificación del protoplasma nervioso”. Existe desde entonces el entendimiento de mecanismos químicos que provocan la atracción o repulsión en las células, contribución de Cajal que hoy continúa en las investigaciones para identificar moléculas con estas propiedades (Fernández Santarén, 2014, Introducción. Cap.14).

En aquellos congresos de oftalmología de fin de siglo los médicos ya dejaban en claro que la administración oftálmica de fármacos no debía consistir en empirismo si no fundamentarse en la respuesta científica de los hechos clínicos a través de hipótesis comprobadas, casi cien años después que Bichat había observado que era necesario entender cómo funcionaban los fármacos tanto en las sustancias líquidas como en las partes sólidas del cuerpo, en lo general y áreas localizadas (Contreras Roqué, 2013, p.49).

A los métodos como las gotas o ungüentos con compuestos mercuriales se sumaron, como se observó, las inyecciones subconjuntivales primero y recién en 1911, las intravítreas (Gómez-Ulla, 2009, p. 378). Otro dato que contribuye a entender el pensamiento de la época es que las discusiones mostradas giraron en la utilización del mercurio, lejos de pensar en el descubrimiento de P. Ehrlich (1854-1915) y el salvasán en 1909 y la penicilina recién en 1940 (Ros-Vivancos, 2018, pp. 489-490).

Los estudios anatómicos del ojo contribuyeron a conocer cuáles eran las posibilidades de los fármacos y como mejorar sus perspectivas de efectividad de acuerdo a su aplicación en distintas enfermedades oculares y las investigaciones sobre la anatomía ocular desde su red vascular y sus canales interconectados permitieron entender la circulación de soluciones acuosas o la necesidad de otras composiciones químicas para su efectividad (Castro-Balado, 2020, p.150). De la misma forma que también se analizaron las posibles vías de contagio como fue el caso extremo de autoinoculación de Hunter (Tampa, 2014, p.8).

La quimiotaxis entendida como estímulos difusos químicos que guían la migración celular y que se estudia desde hace más de

un siglo, ofrece actualmente una diversidad de respuestas a distintos procesos. Así es posible dar una explicación a los leucocitos migratorios, que cambian su forma para poder traspasar distintos tamaños de poros o espacios entre las células de los endotelios capilares, se desplazan gracias a un movimiento ameboidal (ya mencionado) y son capaces de migrar al intersticio siguiendo caminos formados por fibras de colágeno preexistentes (Shuvasree, 2021, p.8).

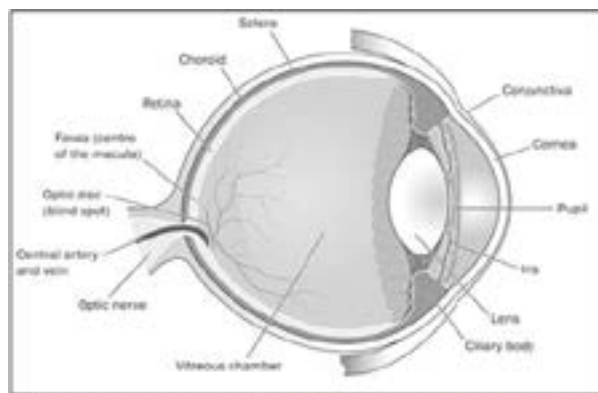


Fig. III. Comparativamente puede observarse en un esquema actual del globo ocular la fortaleza y consistencia de los conocimientos adquiridos en la evolución de los conceptos anatómicos conforme las condiciones técnicas y sociales de cada época.

### A manera de conclusión

El campo de estudio de la oftalmología iniciado hace más de un siglo sigue en desarrollo con el aporte de investigaciones in vitro y las terapias moleculares y de células madre que incluyen los conocimientos sobre migración celular iniciados en la investigación de la oftalmología decimonónica; y como el interés médico está centrado en las posibilidades prácticas y aplicadas a los enfermos, conocer aquellas discusiones originales permite entender el afianzamiento actual de por ejemplo, métodos como las inyecciones intraoculares.

Las investigaciones de los métodos y mecanismos que lleven a la mejor biodisponibilidad farmacológica en el lugar adecuado

continúan (Castro-Balado, 2020, p.152) y en el caso de las inyecciones, descubiertas y perfeccionadas desde hace más de dos siglos, su utilización estuvo ligada a las posibilidades de traspasar las barreras anatómicas y funcionales del ojo y actualmente siguen vigentes para experimentación y la terapéutica.

Desde lo epistemológico, el modelo kuhniano por tener marco flexibles, habilitó el manejo de información histórica, el redescubrimiento de comunidades como los clínicos oftalmólogos y nacientes investigadores, en paralelo con la comunidad que surgía de histólogos/patólogo. Al reorganizar esos datos se observó que al proponer distintas hipótesis y trabajar en sus demostraciones, cuando los investigadores clínicos o de laboratorio, intercambiaban sus datos en congresos o publicaciones y las sometían a juicio y discusiones, el resultado es un posible ámbito candidato a la plataforma arquimedea idealizada por Kuhn como sugiere Guillaumin (2018, p. 28), porque no es ni fija ni independiente del contexto (Gentile, 2013, p.183) (Giri, 2020, p. 91).

Esta plataforma arquimedea sugerida son los congresos y publicaciones especializados de cada época que nos dicen como aquellas hipótesis que no eran expuestas a la comunidad científica no podían ser validadas o candidatas a teorías reconocidas y que, todas las hipótesis se mantenían en el debate mientras evolucionaban o respondieran interrogantes.

En relación a la inconmensurabilidad, ratificándose la perspectiva internista kuhniana, que permite revalorizar el trabajo del historiador de la ciencia, Kuhn sostuvo que encontrar el vínculo entre los términos antiguos y los siguientes sirve para decidir sobre la incompatibilidad entre teorías (Gentile, 2013, p. 153), búsqueda que en el caso expuesto sirvió para mostrar que aunque la teoría humoral tenía fundamentos distintos

a la teoría celular, el mercurio dejó de tener una acción térmica para ejercer un efecto químico. Otro ejemplo en contra de la tesis fuerte de inconmensurabilidad (Gentile, 2013, p.46) es como la comunidad científica forjó progresivamente términos y significados que permitieron que el conocimiento anatómico y fisiológico del ojo fuera afianzándose y quedara acuñado y reconocible hasta la actualidad, y por lo tanto ambas teorías no son intraducibles ni inconmensurables al menos desde la anatomía ocular.

### Bibliografía

- Baigrie, B., (2008) “Catherine Wilson's the invisible world: Early modern philosophy and the invention of the microscope”. *International Studies in the Philosophy of Science*.
- Castro-Balado, A., Mondelo-García, C., Zarra-Ferro, I., (2020) “Nuevos sistemas de liberación de fármacos a nivel ocular”. *Farmacia Hospitalaria*, Vol. 44, N° 4, pp. 149-157.
- Comerio, C., (2012) “La historia de la sífilis o ¿la sífilis en la historia?”. *Revista Médica Universitaria*. Vol. 8, N° 1. Pp. 1-13. Recuperado de: [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/4577/comeriomuv8n1.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/4577/comeriomuv8n1.pdf)
- Contreras Roqué, J., (2013) “La Teoría de las Membranas en la historia de la medicina. Marie-François Xavier Bichat (1771-1802). Su Segundo Centenario”.
- Fernández Santarén, J., (2014) “Recuerdos de mi vida. Santiago Ramón y Cajal”. Recuperado de: [https://cvc.cervantes.es/ciencia/cajal/cajal\\_recuerdos/](https://cvc.cervantes.es/ciencia/cajal/cajal_recuerdos/)
- Finger, S. (2001) *Origins of Neuroscience: A History of Explorations Into Brain Function*. Ed. Oxford.
- Gentile, N., (2013) “La tesis de la inconmensurabilidad. A 50 años de La estructura de las revoluciones científicas”. Eudeba. Buenos Aires.

- Giri, L, Giri, M.; (2020) “Recuperando un programa kuhniiano en historia de la ciencia”. Cuadernos de Filosofía N° 38. pp. 75-98.
- Gómez-Ulla, F., Basauri, E., Arias, L, Martínez-Sanz, F., (2009) “Manejo de las inyecciones intravítreas”. Arch. Soc. Esp. Oftalmol. 84: 377-388.
- Guillaumin, G., (2018) “Los pecados (historiográficos) de los padres. o cómo una relación virtuosa se convirtió en viciosa... y cómo redimirla”. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia. Vol. 18, núm. Esp.37, pp. 23-52.
- Güemez-Sandoval, E., Güemez-Sandoval, J., (2009) “Representaciones anatómicas del ojo a través de la historia. De Hipócrates a Mollinetti”, Rev Mex. Oftalmol. 83(3), pp.186-191.
- Hill Hassall, A., (1851) “The anatomy of the human body: in health and disease”. Vol I. Pratt Woodford & Co. New York.
- Hunsley, G., (1832) “On a new Membrane in the Eye”. Meeting of the British Association for the Advancement of Science. Oxford. Recuperado de: <https://archive.org/details/onnewmembraneine00fiel/page/n5/mode/2up?ref=ol&view=theater>
- Jaeger, W., (1988) “The foundation of experimental ophthalmology by Theodor — Leber”. Documenta Ophthalmologica. pp. 71-77.
- Littré, E., Robin, C., (1878) “Dictionnaire médecine de chirurgie, de pharmacie de l’art vétérinaire et des sciences qui s’y rapportent”. Editorial J. B. Baillière et fils. París.
- Neri-Vela, R., (2011) “Las revistas oftalmológicas del siglo XIX”. Revista Mexicana de Oftalmología. 85(3) pp. 172-178
- Pérez-Cambrodí, R., Alzamora- Rodríguez, A., (2012) “Bases filosóficas de la Oftalmología antigua. Los ejemplos de Aulo Cornelio Celso y Galeno de Pérgamo”. Studium Ophthalmologicum. Vol. XXX, N.º 2, párr. 1-18.
- Piersol, G., (1900) “The microscopical anatomy of the eyeball”, en Oliver, C., Norris, W. (Eds.) System of diseases of the eye by American, British, Dutch, French, German, and Spanish authors. J.B. Lippincott. Filadelfia. pp. 217-381.
- Ros-Vivancos, C., González-Hernández, M., Navarro-Gracia, et al., (2018) “Evolución del tratamiento de la sífilis a lo largo de la historia”. Revista Española Quimioterapia. 31(6), pp. 485-492.
- Rosman, F., (2012) “Corantes biológicos evolução histórica no estudo histocitológico os pioneiros”; Departamento de Patologia Faculdade de Medicina Universidade Federal do Rio de Janeiro. pp. 1-172. Recuperado de: <https://docplayer.com.br/3688277-Corantes-biologicos-evolucao-historica-no-estudo-histocitolgico-os-pioneiros-fernando-colonna-rosman.html>
- Rothmund, A. v., (1867) “Sur l’injection sous-conjonctivale de la solution de chlorure de sodium, pour déterminer la résorption des exsudats de la cornée”. Annales d’oculistique, Vol 58. pp. 147-148.
- Schleiden, M., (1859). La plante et sa vie. Paris: Schulz & Thuillier.
- Shuvasree, G., Parent, C., Bear, J. (2021) “The principles of directed cell migration”. Nat. Rev. Mol. Cell. Biol. Vol 22(8), pp. 529-547.
- Tampa, M., Sarbu, I., Matei, C., et al., (2014) “Brief history of sypilis”. J. Med Life. Mar 15; 7 (1): 4-10.
- Wimmer, W., (2017) “Carl Zeiss, Ernst Abbe y avances en el microscopio óptico”. Microscopy Today. 25 (4), pp.50-57. Recuperado de: <https://www.cambridge.org/core/journals/microscopy-today/article/carl-zeiss-ernst-abbe-and-advances-in-the-light-microscope/AB7931A055A6AA1399E-3DD731DDAC960>