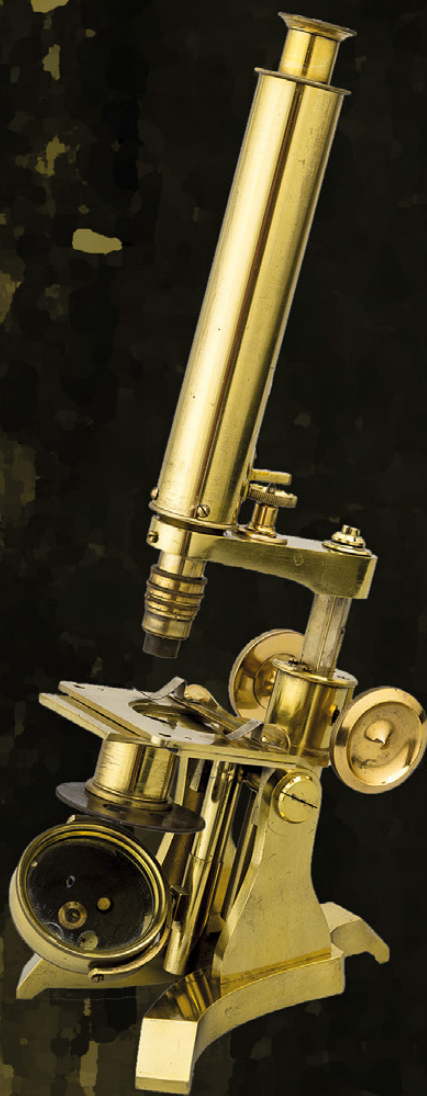


EL DESCUBRIMIENTO DE UN MUNDO INVISIBLE

Evelio J. Perea



Editorial Universidad de Sevilla

El descubrimiento de un mundo invisible

EVELIO J. PEREA PÉREZ

EL DESCUBRIMIENTO DE UN MUNDO INVISIBLE

La colección P-B

 **eus** EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Sevilla 2025

Colección Catálogos
Núm.: 9

COMITÉ EDITORIAL DE
LA EDITORIAL UNIVERSIDAD DE SEVILLA:

Araceli López Serena
(Directora)

Elena Leal Abad
(Subdirectora)

Concepción Barrero Rodríguez

Rafael Fernández Chacón

María Gracia García Martín

María del Pópulo Pablo-Romero Gil-Delgado

Manuel Padilla Cruz

Marta Palenque

María Eugenia Petit-Breuilh Sepúlveda

Marina Ramos Serrano

José-Leonardo Ruiz Sánchez

Antonio Tejedor Cabrera

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

Motivo de cubierta: Gran microscopio monocular. Newton & Co. Londres. 1840.

© Editorial Universidad de Sevilla 2025

C/ Porvenir, 27 - 41013 Sevilla

Tfnos.: 954 487 447; 954 487 451

Correo electrónico: info-eus@us.es

Web: <https://editorial.us.es>

© Evelio J. Perea Pérez 2025

ISBN: 978-84-472-2667-2

DOI: <https://dx.doi.org/10.12795/9788447226672>

Maquetación y edición digital: Dosgraphic s.l. (dosgraphic@dosgraphic.es)

Diseño de cubierta: Manuel Pablo Limón Cruz (29mplc10@gmail.com)

A María Victoria y a Esther

Índice

1.	Introducción	13
	El microscopio como instrumento científico	14
	Microscopios tradicionales en medicina	14
2.	Memoria y evocación de la microscopia a través de sus protagonistas.....	17
3.	El coleccionismo.....	27
	La Colección Perea-Borobio (perea-borobio.com).....	28
	Cómo hemos estructurado la colección	28
	Estructura de la colección	29
	Grupos específicos de microscopios.....	29
	Detalles interesantes.....	30
4.	Clasificación de los microscopios.....	31
	Lentes o lupas de mano.....	31
	Microscopios simples.....	32
	Microscopio compuesto	33
	Partes o componentes de un microscopio compuesto.....	33
	Clasificación histórica de los microscopios	35
5.	Pie o estativo.....	37

6.	Complementos.....	43
	Sistemas de iluminación.....	46
7.	Microscopios portátiles.....	51
8.	Pasión por el microscopio.....	59
	El microscopio solar.....	59
	Educación popular.....	61
	Microscopio de proyección.....	61
	Causas de la pasión por el microscopio.....	62
	La Revolución Industrial.....	62
	Mejora de los procesos educativos y de formación profesional....	63
	El microscopio como instrumento científico.....	63
	Edad de oro de la microscopia.....	63
	Microscopios asequibles, la «Sociedad de las Artes»	
	(Society of the Arts).....	66
	El microscopio de dos guineas.....	68
	Otros microscopios económicos.....	68
	Microscopios portátiles para señoras.....	70
	El microscopio como signo de distinción.....	73
	Preparaciones para microscopios del siglo XIX.....	80
	El microscopio como fuente de información: una ventana al mundo...	83
	Los clubes de microscopistas.....	85
9.	Fabricantes ingleses.....	87
	La edad de oro de la microscopia.....	97
10.	Fabricantes alemanes.....	107
11.	Fabricantes franceses.....	115
12.	Microscopios de tambor o barril.....	123
	La evolución de los microscopios de tambor o barril.....	124
13.	Microscopios mineralógicos o petrológicos.....	129
	El microscopio en criminología y ciencias forenses.....	131
14.	Triquinoscopios.....	133
	La triquinosis.....	133
	Diagnóstico de la triquinosis.....	135
	Historia de la triquinosis.....	135

15. Microscopios joya	141
Microscopios ingleses.....	143
Microscopios de la edad de oro	145
16. Microscopios binoculares	149
17. Restauración	155
Referencias bibliográficas.....	161
Páginas web de referencia	163
Manuales divulgativos.....	164

1. Introducción

Sería difícil imaginar en 1649 que un ingenioso comerciante de paños de Delft, Anton van Leeuwenhoek, al fabricar lentes de extraordinaria precisión para estudiar los tejidos de su negocio, abriría así la puerta de un mundo microscópico, fascinante y desconocido: un mundo invisible.

La reacción del público ante el descubrimiento de este mundo, ignorado hasta entonces, oscila entre el entusiasmo y las reacciones más negativas, lo que dio lugar a discusiones de orden teológico.

El microscopio nace como un instrumento curioso que permite empezar a descubrir un mundo hasta entonces invisible y desconocido. Después de una larga evolución de su diseño, este aparato empezará a ser aceptado por la sociedad como un instrumento de entretenimiento: «No he oído hablar de nadie que haga otro uso de ese instrumento que no sea para diversión y pasatiempo» (20) (Robert Hooke, el diseñador del primer microscopio).

Sucesivamente se irán diseñando aparatos en busca de conseguir un mayor número de aumentos e imágenes más nítidas. Dentro de los modelos de microscopios que se fabrican, destacan los diseñados en el siglo XVII: el fabricado por Culpeper en Londres, cuya utilización continuará durante décadas y posteriormente será su compatriota Cuff quien, con su modelo clásico, resolverá los problemas de funcionamiento que éste tenía. A partir de 1800 se produce una verdadera explosión de fabricantes, especialmente en Inglaterra, pero también en el continente, sobre todo en Alemania y Francia. Aunque se comparten conocimientos y se copian modelos entre los fabricantes de estos tres países, cada uno de ellos desarrollará modelos característicos propios; por ello trataremos individualmente los fabricantes de estos países.

El pie o estativo del aparato es, curiosamente, la característica que más va a diferenciar el diseño propio de cada país; por ello, le dedicamos un capítulo específico, previo al estudio de los fabricantes de cada uno de los tres países.

La primera gran división de estos aparatos se establece en microscopios simples y compuestos. Posteriormente tratamos de explicar las bases de clasificación de estos instrumentos.

El microscopio será un instrumento indispensable para la evolución de la ciencia y el progreso de la humanidad. Es imposible imaginar el estado del desarrollo de los conocimientos actuales sobre la vida y la naturaleza sin este aparato científico.

Pero la importancia del microscopio excede el campo de la ciencia y de la industria, pues, en el siglo XIX, provoca una revolución social al constituirse en el generador de un movimiento de la población general: «la pasión por el microscopio» («la microscopiomanía»), que, ávida de conocimientos y con recursos económicos, utiliza este pequeño instrumento para conocer un mundo hasta entonces invisible. Se crean grupos y clubs de microscopistas que intercambian sus preparaciones, *slides*, que no solo les permiten el acceso a un mundo desconocido hasta entonces, sino también al campo de la microfotografía y por ella asomarse a una ventana al mundo y a la actualidad gráfica de su tiempo.

EL MICROSCOPIO COMO INSTRUMENTO CIENTÍFICO

Si bien había muchos botánicos y zoólogos que usaban microscopios antes del siglo XIX, había pocos médicos. El glóbulo rojo fue descrito en 1667 por Jan Swammerdam (1637-1680) y en 1673 por Marcello Malpighi (1628-1694). Malpighi también confirmó la observación de Harvey de que la sangre circulaba por el cuerpo identificando los capilares que conectaban las arterias y las venas (1). Las observaciones microscópicas de Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) ilustraron por primera vez los glóbulos rojos en sus *Arcanos* en 1695 (26). Leeuwenhoek escribió muchas cartas a la Royal Society de Londres, dando descripciones e ilustraciones de bacterias de la boca humana, protozoos, espermatozoides, estrías de los músculos esqueléticos y células epiteliales de una verruga. A pesar de estas primeras observaciones, los microscopios tardaron en adoptarse para el uso científico (27).

MICROSCOPIOS TRADICIONALES EN MEDICINA

Finalmente, en el siglo XIX se transformará, por su uso, en un instrumento científico, es decir, adquiere esta condición por el hecho de ser utilizado en una investigación científica. En 1855, Willats registra el primer microscopio con el nombre específico de «Microscopio para la investigación médica» (6) (28) (37).

Después, pasamos a describir los modelos de aparatos fabricados en los principales países y detenernos específicamente en el «siglo de oro» de la microscopia, que se produce en Inglaterra.

Posteriormente, estudiamos los microscopios diseñados especialmente para propósitos específicos o que tienen ciertas características peculiares. Así son los microscopios portátiles, de tambor o barril, mineralógicos, triquinoscopios, microscopios-joya y, finalmente, los aparatos binoculares.

Cuando se comienza a conocer el mundo de los microscopios antiguos sorprende el buen estado, generalmente impecable, en que se encuentran los aparatos más antiguos, anteriores a 1840. Ello se explica por una sencilla razón: porque hasta entonces estos microscopios habían sido muy poco utilizados por sus propietarios, especialmente los modelos más lujosos, pues eran solo objetos de curiosidad, divertimento o prestigio para sus dueños. En consecuencia, mantienen su excelente barniz original, por lo que son microscopios que no necesitan mantenimiento, solo eliminar el polvo que se deposite.

Por el contrario, cuando el microscopio pasa a ser un instrumento de diagnóstico e investigación a mediados del siglo XIX, esto determina su uso continuado e intensivo en los laboratorios. En consecuencia, los que han sobrevivido muestran su desgaste y los signos de esta utilización, perdiendo el barniz metálico original y sufriendo la oxidación y ennegrecimiento. Por ello, dedicamos el último capítulo a los procesos de limpieza, restauración y mantenimiento de estos aparatos científicos.

Quiero finalizar esta introducción con la opinión de Pelletan, que, en 1876 (38), en el prólogo de su libro *Le Microscope*, se expresa así:

No creo que exista ningún instrumento que haya rendido a la ciencia mayores servicios que el microscopio, no hay otro que haya tenido un uso más amplio. Indispensable en los laboratorios de los investigadores ha penetrado su uso como instrumento necesario en la industria, la agricultura, como un medio de uso diario y como un método de investigación simple y preciso.

2. Memoria y evocación de la microscopía a través de sus protagonistas

M.^a Eugenia Bruni de Tortoledo y Javier Sanz Serrulla
Real Academia Nacional de Medicina

La ciencia ni nace ni se desarrolla por sí misma. La ciencia es producto del pensamiento y de la actividad humana. En definitiva, la gran enciclopedia científica de todos los tiempos, puestos a idearla, habrá de llevar en cada momento glorioso, como también en cada intento y en cada fracaso, la firma de quienes a ello dedicaron sus mejores horas.

La historia de la ciencia es una historia profundamente humana. El hombre, a través de la historia, ha tenido la imperiosa necesidad de ampliar y profundizar sus conocimientos. Entre todos los caminos que ha recorrido para conseguirlo, ha debido ayudarse de instrumentos, de máquinas que facilitaran su empresa. Pues bien, el microscopio es uno de los instrumentos de los que más se ha servido, especialmente a partir de la Edad Moderna. Con él, el hombre confirmó lo que suponía: que no estaba solo en el mundo, como acaso podía intuirse por el principio del Credo cristiano, según reza en los ritos cristiano y mozárabe: «Creo en un solo Dios, creador de todo lo visible y lo invisible». Aparecieron de súbito aquellos «animalillos», como los denominara Leeuwenhoek, aunque al principio se desconocía cuál era su protagonismo (26). De la misma manera, se descubrieron otras estructuras mínimas que dieron un vuelco a la investigación, tal es el caso de la confirmación de unidades como la célula, que, en definitiva, constituye la base de la mayoría de las estructuras de los

seres vivos. Todo ello fue posible gracias al desarrollo de un instrumento tan formidable como sencillo: el microscopio.

Sin embargo, pareciéndonos una obviedad la trascendencia que tuvo el uso de este aparato en el avance de la investigación científica, en general, y de la médica, en particular, pongamos atención en lo que algunos historiadores, como Luigi Belloni (5), piensan:

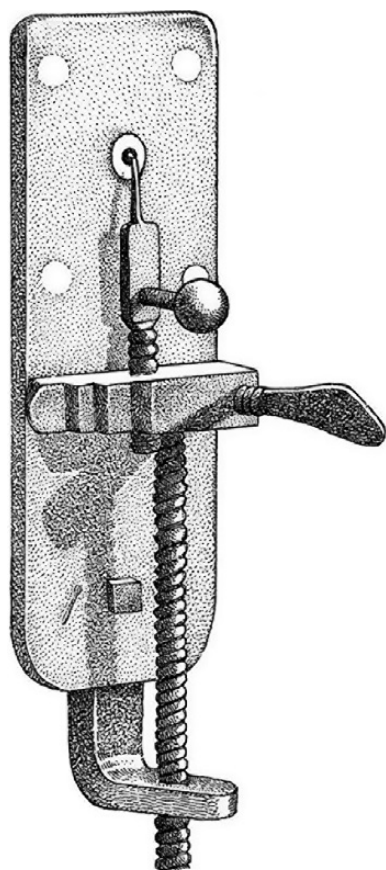
No creemos que los tratados y manuales de Historia de la Medicina hayan prestado suficiente atención a la importancia que ha tenido la introducción del microscopio en el desarrollo de la anatomía, de la biología y, a través de estas, de la medicina, para concluir que en la historia de la ciencia no resultaría exagerado hacer una distinción entre una era pre- microscópica y otra microscópica.

¿Se trata solo de una exaltación, de una «declaración de amor» al nuevo instrumento, a cargo de uno de sus entregados estudiosos? Evidentemente no, ya que a continuación expone razones tan poderosas como la siguiente: «El conjunto de descubrimientos que iremos recordando sirvió, unido al descubrimiento de la circulación de la sangre, para derrocar el sistema anatómico-fisiológico de Galeno, sustituyéndolo por un esquema de nuestro organismo completamente distinto» (28). En esta frase contundente bien puede quedar resumida la anunciada trascendencia. «El microscopio no fue un instrumento más, sino el que hizo posible repensar la ciencia a raíz de la presencia de estructuras –¿acaso imaginadas?–. Pero jamás conocidas hasta la fecha».

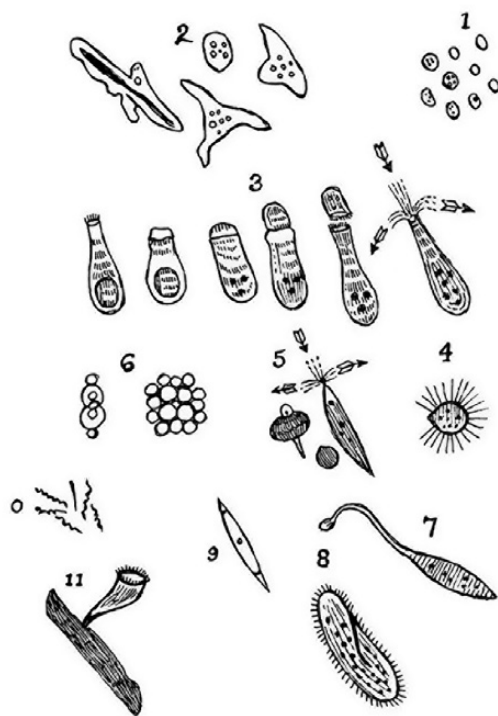
Con el microscopio se inició la búsqueda más profunda, aunque no exclusivamente desde el punto de vista puramente científico, pues fue también objeto de curiosos. No podemos olvidar que al mencionado Anton van Leeuwenhoek le fue de gran utilidad para comprobar la calidad de las telas con las que comerciaba, pues no era otro su oficio que el de tratante de paños. No obstante, sintió curiosidad por aplicar su lente a la observación de los elementos más diversos del reino animal que tenía a su alcance, y así observó los muy diferentes organismos diminutos que se encontraban, por ejemplo, en su propia saliva (27) (fig. 1).

El microscopio se convirtió en un instrumento del científico. Reparemos, por ejemplo, en el más egregio de los nuestros, el premio nobel Santiago Ramón y Cajal, cuya muy amplia iconografía cataloga de excepcionales las veces que aparece el sabio sin este instrumento a su lado. Tanto el investigador como el microscopio son considerados popularmente símbolos de la ciencia (fig. 2).

En los prolegómenos del microscopio conviene atender a la fabricación de las primitivas lentes, las cuales a su vez fueron posibles cuando se perfeccionó



LEEUVENHOEK'S
MICROSCOPE



LEEUVENHOEK'S
ANIMALCULES

Figura 1. El microscopio de Leeuwenhoek. Un dibujo original de sus observaciones (27)

la fabricación del vidrio. Aunado al desarrollo del vidrio comenzó el nacimiento de la óptica, así como las teorías acerca de la visión y de la luz, las cuales fueron al comienzo filosóficas, pero muy rápidamente trascendieron al campo de la física y de la medicina.

La fabricación de lentes fue fundamental para el origen y posterior desarrollo de la microscopia, teniendo a Galileo como el mejor representante de este enfoque científico, si bien existen notables precedentes que datan de tres siglos atrás. Sin embargo, durante los siglos XVI y XVII, el desarrollo de la ciencia experimental dio un impulso al estudio del principal medio de todas las observaciones, la luz, y al desarrollo de los instrumentos que aumentaban el poder de observación del ojo humano (10).

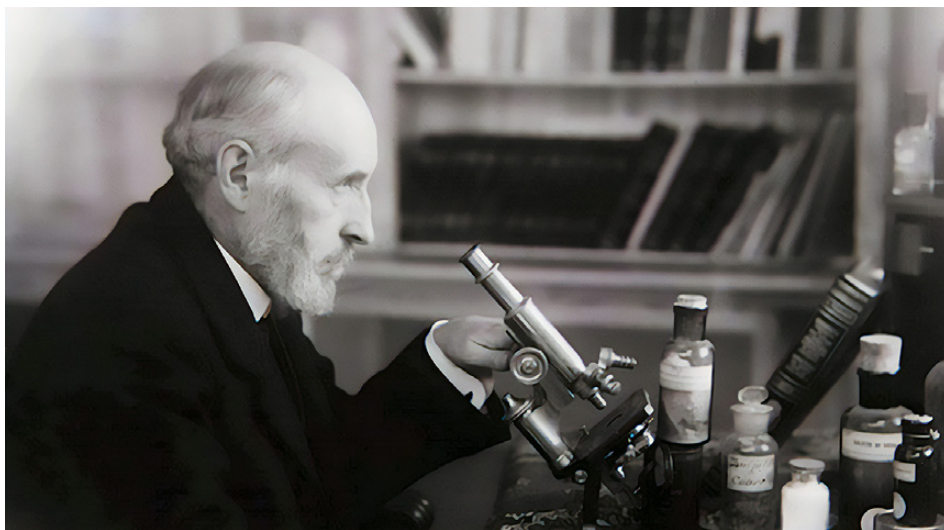


Figura 2. Santiago Ramón y Cajal en su estudio

Durante esos siglos hubo una revolución científica, principalmente en Europa, donde se desarrollaron nuevas tecnologías, tanto en equipos de medición como de acercamiento y ampliación, entre los que destacan el telescopio y el microscopio. No sabemos con exactitud quiénes fueron sus inventores, lo cual no es extraño, puesto que los principios ópticos de la construcción de ambos son comunes y guardan una estrecha semejanza. Como bien apunta López Piñero:

Carece de fundamento atribuir la invención de dichos instrumentos a un personaje concreto, generalmente escogido por prejuicios nacionalistas. La realidad histórica es que ambos fueron independientes, en distintos lugares de Europa, por artesanos dedicados a la fabricación de lentes que tuvieron la ocurrencia, nada extraña, de combinarlas (5) (10) (12).

Para los historiadores de la ciencia, la exaltación de la ampliación óptica del instrumento de la ciencia es mérito de Galileo Galilei (1564-1642), ya que con su anteojo se conoció el espacio como nunca hasta entonces y adaptó el instrumento a la visión de lo próximo. Tras numerosas investigaciones podría consensuarse, con las reservas antedichas, que el verdadero inventor del microscopio fue Galileo en 1610. En cualquier caso, de nuevo con López Piñero, «Galileo fue la primera figura científica que hizo observaciones biológicas con el microscopio y luego habló de ellas» (28). Fue Cornelius J. Drebbel, en 1619, quien lo reformó y demostró que los microscopios de Jansen y otros

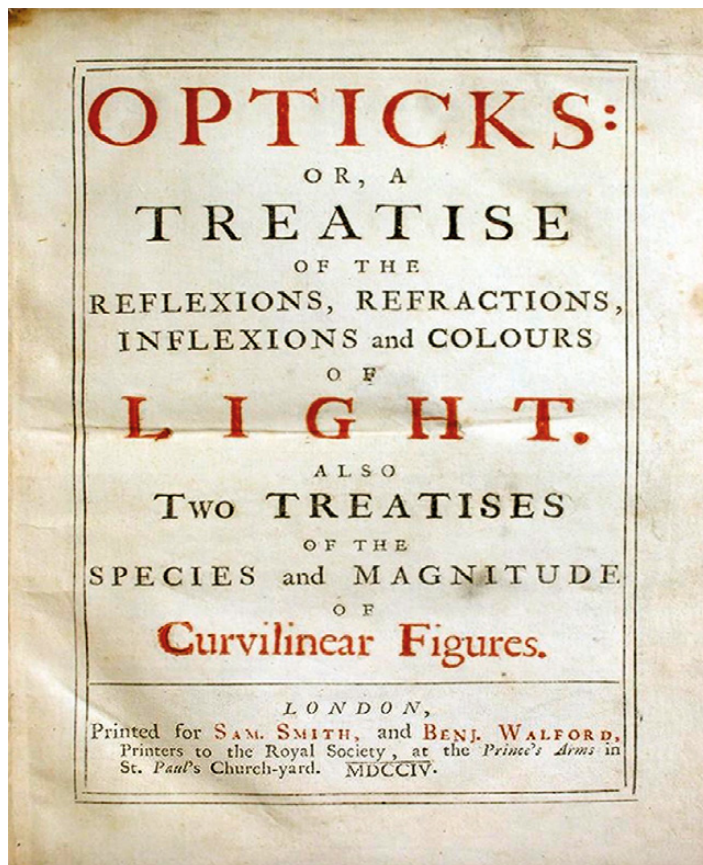


Figura 3. Portada de la primera edición del *Tratado de Óptica* de Isaac Newton. Londres. 1704

holandeses no eran microscopios compuestos, sino solo microscopios simples o lentes montadas en tubos (19).

Como vemos, ratificando lo que tantas veces ha sucedido a lo largo de los siglos con otros instrumentos, su nacimiento no corresponde a un episodio puntual, sino más bien a la evolución de una serie de acontecimientos sucesivos durante muchos años, por lo que se hace difícil precisar quién es el inventor del microscopio. No importa tanto la autoría definitiva, que acaso puede ser compartida, sino el afán del hombre dedicado a la ciencia por dotarla de herramientas que permitan avanzar en beneficio de la humanidad, una característica generalmente común a todos ellos. Pienso que lo más importante es avanzar y saber quiénes fueron los investigadores que en los siguientes tres siglos y medio hicieron progresos, tanto en su parte mecánica como en la óptica.

El término *microscopio* fue acuñado por primera vez en 1635 por miembros de la Academia de los Linceos, especialmente por Johann Giovanni Faber (1570-1640). Se usaban alternativamente *microscopio* o *anteojo*, cambiando

la distancia entre sus elementos, que consistían en una lente biconvexa que actuaba como objetivo y otra biconcava como ocular (42) (44).

Sin embargo, la aberración cromática de las lentes era de tal magnitud que durante los siglos XVII y XVIII, incluso en parte del XIX, los investigadores y microscopistas obtenían mejores imágenes con los microscopios simples o con una lente simple. El esfuerzo que se hacía para combinar varias lentes a fin de obtener mayores aumentos resultó ser poco favorable para el progreso de las investigaciones microscópicas. Con estos intentos se lograron describir cosas inverosímiles y absurdas. La aberración cromática producida daba una marcada irregularidad en los bordes de la imagen cuando se usaba un mayor aumento y se intentaba reducir disminuyendo el campo de observación. Por tal motivo, el microscopio compuesto no llegó inicialmente a alcanzar la utilidad que tiene actualmente (36).

La anatomía microscópica será fundada por Marcello Malpighi (1628-1694), que realizó grandes hallazgos, tanto en anatomía como en embriología, como la red capilar y las papilas linguales y su relación con el sentido del gusto, que supusieron una nueva dimensión en el conocimiento de la fisiología del cuerpo humano (30).

Probablemente el nombre más relacionado con el desarrollo del microscopio y su aplicación inmediata en el estudio de la naturaleza es el de Anton van Leeuwenhoek (1632-1723), natural de Delft. Este comerciante de paños empezó a utilizar una lente convergente para estudiar los textiles. Para poder observar otros objetos con mayor aumento, aprendió a fabricar lentes de mejor calidad, elaborándolas cada vez más pequeñas, con una distancia focal más corta (26) (27).

Construyó su primer microscopio simple, que consta de dos lentes biconvexas, fijadas sobre una platina de metal, logrando ampliaciones de hasta trescientos aumentos. Con estos aparatos comenzó a observar diversas preparaciones de la naturaleza y de sus propios fluidos, glóbulos de la sangre, espermatozoides, células y bacterias de la saliva: «fue Leeuwenhoek la primera persona que vio una bacteria» (26). Desafortunadamente, al morir, no dejó indicación alguna sobre sus métodos de fabricación de lentes y se tuvo que esperar varios años para disponer de nuevo de aparatos tan potentes.

Durante los años siguientes, los sistemas ópticos se caracterizaron por sus limitaciones, su distorsión, el poco poder de resolución o las aberraciones cromáticas. Pero la labor de Leeuwenhoek animará a perfeccionar la fabricación de microscopios, que ya se convertirá en una constante por toda Europa, especialmente en Inglaterra.

Robert Hooke (1635-1703), contemporáneo de Leeuwenhoek, pero sin relación alguna con este, considerado uno de los científicos experimentales de

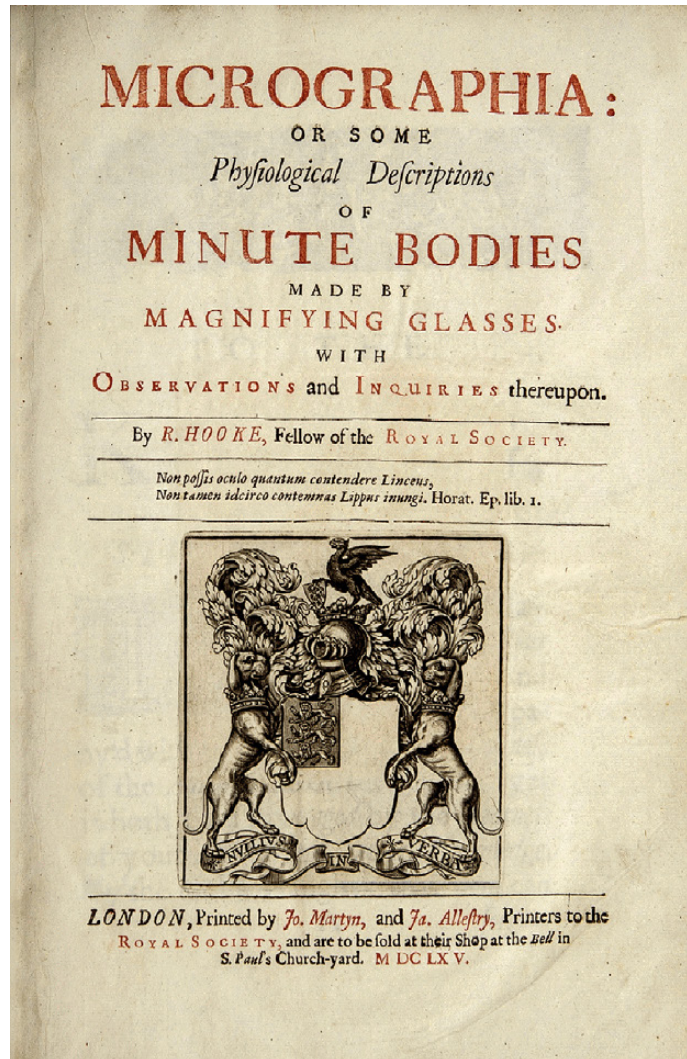


Figura 4. Microscopio de R. Hooke y portada de su libro *Micrographia*. Londres. 1665 (20)

la historia de la ciencia, construyó, en 1665, el primer microscopio compuesto. Usaba una lente en el objetivo frente al objeto, a fin de formar una imagen ampliada y una lente convergente llamada ocular (fig. 4). Las lentes eran aún muy rudimentarias para conformar buenas imágenes, por lo cual tuvo más éxito el microscopio simple del holandés (20) (13).

Edmund Culpeper (1660-1740) fue un fabricante inglés de instrumentos ópticos. Diseñó un microscopio apoyado en un trípode sobre una base de madera, con un espejo para reflejar la luz y, a media altura, una platina metálica para colocar las muestras (fig. 5). El aparato era rígido y no permitía la inclinación. Fue un modelo que evolucionó poco, pero que se mantuvo

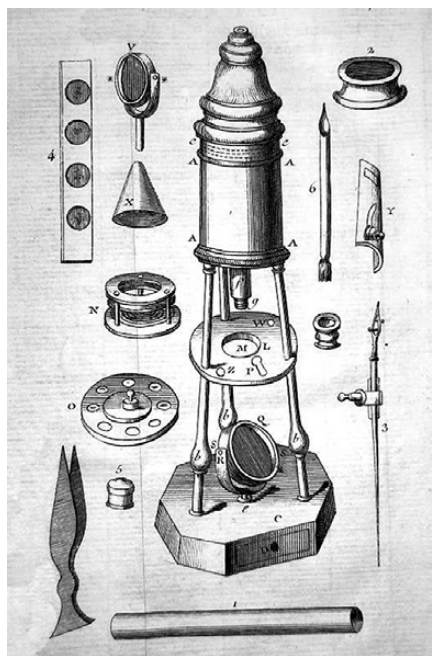


Figura 5. Esquema y modelo del microscopio de Culpeper (n.º 45)

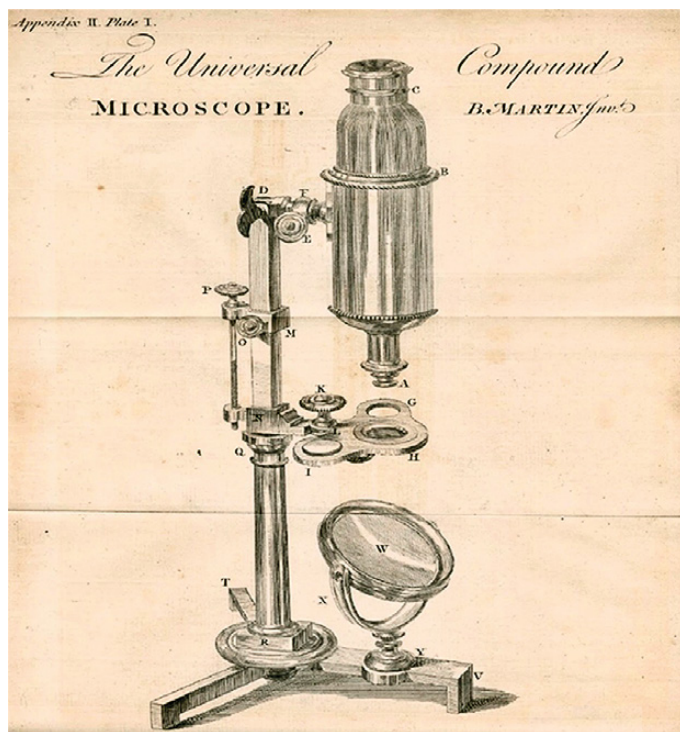


Figura 6. Esquema del modelo Universal de B. Martin (29)

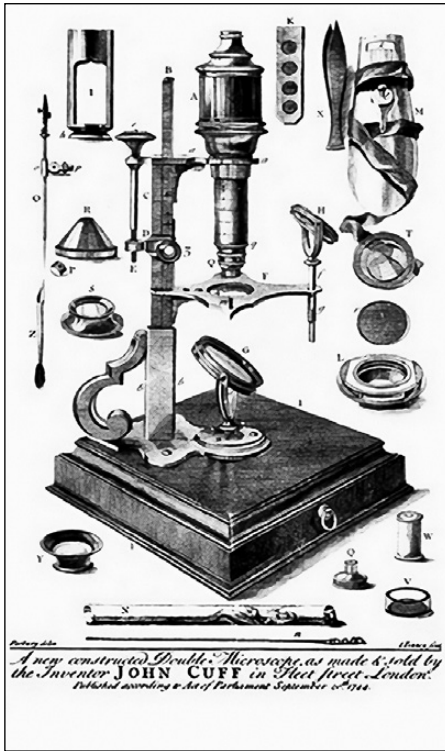


Figura 7. Dibujo original modelo de John Cuff y modelo metálico

en fabricación durante decenas de años (6) (12). Benjamín Martin diseñó su microscopio universal en Londres (fig. 6).

Otro fabricante inglés, John Cuff (1704-1772), trabajó en Londres y perfeccionó el aparato de Culpeper, sustituyendo el trípode por dos barras verticales que permitían el deslizamiento del tubo óptico, lo que hacía la platina más accesible para el observador y facilitaba el control de la muestra (fig. 7). Este modelo tuvo un gran éxito y determinó que Cuff fuera considerado el mejor fabricante de su época (21).

George Adams (1704-1773) fue otro fabricante londinense al igual que su hijo. Se le atribuyen muchas innovaciones en el microscopio como, por ejemplo, el sistema de enfoque mediante la cremallera (fig. 8). Escribió un libro, *Micrographia Illustrata* (1746), considerado una continuación de los textos de R. Hooke y H. Baker (17) (32).

A partir de entonces, empiezan a circular por toda Europa estos conocimientos y surgen numerosos fabricantes de microscopios, especialmente en el Reino Unido, Alemania y Francia. Posteriormente trataremos de estos grupos de fabricantes.

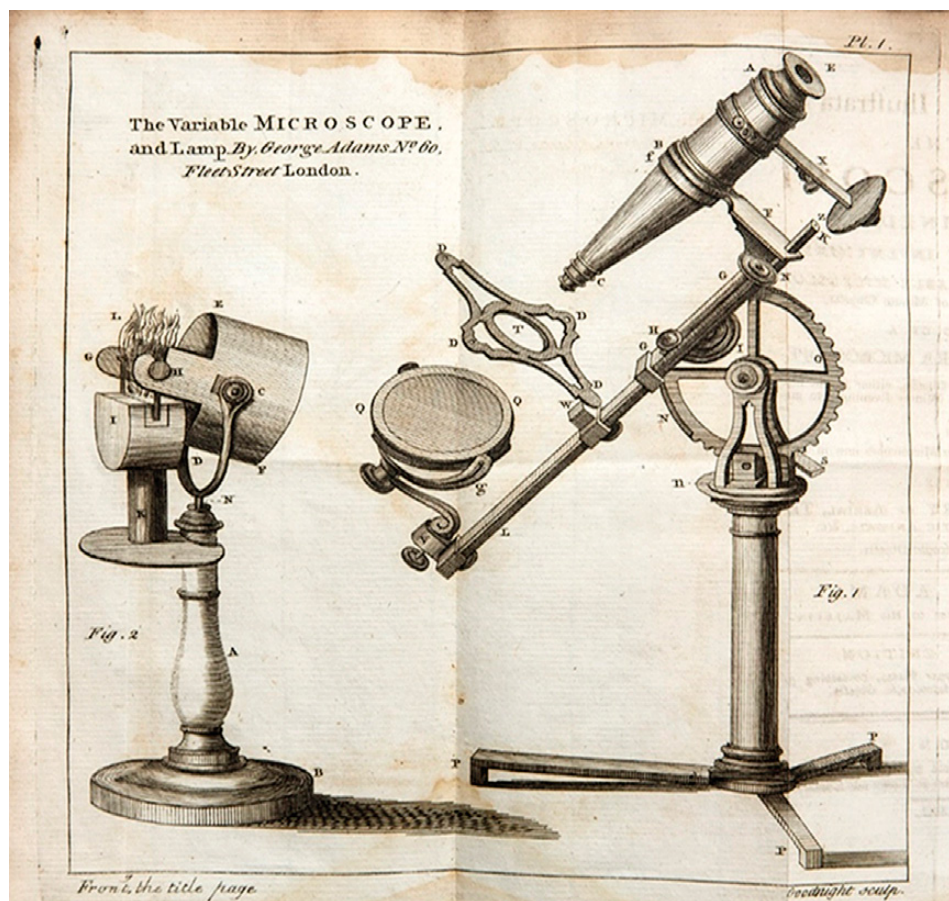


Figura 8. Dibujo original del modelo variable de G. Adams y su lámpara

Referencias bibliográficas

- (1) Adan, H. P. H. (1879): *Le monde invisible dévoilé*. Bruselas: C. Muquardt.
- (2) Baker, H., & Wilson, J. (1987): *The Microscope Made Easy and Pocket Microscopes*. Lincolnwood, Illinois: Science Heritage Ltd. (reimpresión de la ed. de 1769).
- (3) Beck, R. (1987): *The Achromatic Microscope*. Lincolnwood, Illinois: Science Heritage Ltd. (reimpresión de la ed. de 1865).
- (4) Beck, C. (1923): *The Microscope*. Londres: R. & J. Beck.
- (5) Belloni, L. (1990): *Per la Storia della Medicina*. Bolonia: Arnaldo Forni Editore.
- (6) Bradbury, S. (1967): *The Evolution of the Microscope*. Oxford y Nueva York: Pergamon Press.
- (7) Bradbury, S., & Bracegirdle, B. (1998): *Introduction to Light Microscopy (Microscopy Handbooks 42)*. Nueva York: Bios Scientific Publishers y Springer-Verlag.
- (8) Bradbury, S., Evennett, P. J., & Haselmann, H. (1989): *Dictionary of Light Microscopy (Microscopy Handbooks 15)*. Oxford y Nueva York: Oxford University Press.
- (9) Burnett, W., & Martin, L. (1992): «Charles Darwin's microscopes». *Microscopy*, 36, 604-627.
- (10) Clay, R. S., & Court, T. H. (1932): *The History of the Microscope*. Londres: Charles Griffin and Co., Ltd.
- (11) Cross, M. I., & Cole, M. J. (1895): *Modern Microscopy*. Londres: Bailliere, Tindall & Cox.
- (12) Dumas, M. (1972): *Scientific Instruments of the 17th & 18th Centuries and their Makers*. Londres: B.T. Batsford.
- (13) Espinasse, M. (1962): *Robert Hooke*. Berkeley: University of California Press.
- (14) Fonvielle, M. de (1880): *Les Merveilles du Monde Invisible*. París: Hachette et Cie.
- (15) Ford, J. (1985): *Single Lens: The Story of the Simple Microscope*. Nueva York: Harper & Row Publishers.
- (16) Goren, Y. (2014): «Darwin's Forgotten Microscope from his Voyage on HMS Beagle». *NYMS Newsletter*, 1-17. Tel Aviv: Tel Aviv University.
- (17) Gould, C. (1829): *The Companion to the Microscope*. Londres: W. Cary.
- (18) Hartley, W. G. (1993): *The Light Microscope: Its Use and Development*. Oxford: Senecio Publishing Company.
- (19) Hogg, J. (1898): *The Microscope: Its History, Construction and Applications*. Londres y Nueva York: George Routledge & Sons.

- (20) Hooke, R. (1987): *Micrographia*. Lincolnwood, Illinois: Science Heritage Ltd. (reimpresión de la ed. de 1665).
- (21) Holbrook, M. (1992): *Science Preserved: A Directory of Scientific Instruments in Collections in the United Kingdom and Eire*. Londres: HMSO Pub.
- (22) Jacker, C. (1966): *Window on the Unknown: A History of the Microscope*. Nueva York: Charles Scribner's Sons.
- (23) Jull, D. A. (1997): *Collecting Stanhopes*. Worthing: D.S. Publications.
- (24) Knight, D. (1988): *The Age of Science: The Scientific World-view in the Nineteenth Century*. Oxford: Basil Blackwell Ltd.
- (25) Langeron, M. (1934): *Précis de microscopie*. París: Masson et cie.
- (26) Leeuwenhoek, A. van (1722): *Opera omnia su Arcana naturae*. Lugdunum Batavorum.
- (27) Leeuwenhoek, A. van (1800): *Select Works Containing His Microscopical Discoveries*. Londres: G. Sidney.
- (28) López Piñero, J. M., Navarro, V., & Portela, E. (1989): *La revolución científica*. Madrid: Historia 16.
- (29) Malies, H. (1981): *A Short History of the English Microscope*. Chicago: Microscope Publications Ltd.
- (30) Malpighi, M. (1686): *Opera Omnia*. Londres.
- (31) McCormick, J. B. (1987): *18th-Century Microscopes: A Synopsis of History and Workbook*. Lincolnwood, Illinois: Science Heritage Ltd.
- (32) McCormick, J. B., & Turner, G. L'E. (1975): *The Atlas Catalogue of Replica Rara Ltd. Antique Microscopes*. Schiller Park, Illinois: Replica Rara Limited.
- (33) Nachet, A. (1919): *Collection Nachet: Instruments Scientifiques*. París: Imprimerie Georges Petit.
- (34) Microscope-Antiques.com. (s.f.): *The Cary-Gould Microscope*. Recuperado de: <http://www.microscopeantiques.com/carysmall.html>
- (35) Morrison-Low, A. D. (2007): *Making Scientific Instruments in the Industrial Revolution*. Farnham: Ashgate.
- (36) Orueta, D. de (1923): *Microscopía*. Madrid: Junta para la Ampliación de Estudios.
- (37) Palmer, F. W., & Sahiar, A. B. (1971): *Microscopes to the End of the Nineteenth Century*. Londres: Her Majesty's Stationery Office.
- (38) Pelletan, J. (1876): *Le microscope: son emploi et ses applications*. París: J. Masson Eds.
- (39) Pritchard, A. (1987): *The Microscopic Cabinet*. Lincolnwood, Illinois: Science Heritage Ltd. (reimpresión de la ed. de 1832).
- (40) Quekett, J. (1987): *Practical Treatise on the Use of the Microscope*. Lincolnwood, Illinois: Science Heritage Ltd. (reimpresión de la ed. de 1848).
- (41) Turner, G. L'E. (1980): *Essays on the History of the Microscope*. Oxford: Senecio Publishing Company, Ltd.
- (42) Turner, G. L'E. (1981): *Collecting Microscopes*. Londres: Cassell Ltd.
- (43) Turner, G. L'E. (1989): *The Great Age of the Microscope*. Bristol y Nueva York: Adam Hilger.
- (44) Turner, G. L'E. (1991): *Catalogue of Microscopes*. Roma: Instituto e Museo di Storia della Scienza.
- (45) Waal, Edmund de (2021): *La liebre con ojos de ámbar*. Barcelona: Acantilado.

- (46) Wilson, C. (1995): *The Invisible World: Early Modern Philosophy and the Invention of the Microscope*. Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press.
- (47) Wray, G. W. Jr. (2014): *Confederate Odyssey, Civil War Collection*. Atlanta: Atlanta History Center.
- (48) Wright, L. (1898): *A Popular Handbook to the Microscope*. Londres: R.T.S. Eds.
- (49) Wright, L. (1905): *The Microscope*. Londres: The Religious Tract Society.
- (50) Zeiss, C. (1934): *Zeiss Microscopes and Accessories*. Jena.

PÁGINAS WEB DE REFERENCIA

A continuación, compartimos las páginas web de referencia que han orientado el contenido y desarrollo del sitio <http://perea-borobio.com>

1. **Microscopist.net:** Es la web con los más completos y mejores contenidos científicos de los fabricantes de microscopios. Es también una de las pocas de los fabricantes de preparaciones histológicas y microbiológicas. Ofrece conexiones con otras fuentes de información sobre microscopía. <http://microscopist.net/>
2. **Colección Golup:** Universidad de Berkeley. Excelente colección muy bien documentada y con una web muy completa. <http://golubcollection.berkeley.edu/index.html>
3. **Le compendium:** Francia. Excelente colección de instrumentos científicos franceses. <http://www.lecompendium.com/>
4. **Colección Guillermo Crovetto:** Universidad de Granada. www.coleccioncrovetto.com
5. **Colección Ars Machina:** <http://www.arsmachina.com/sljb8074.htm>
6. **Colección Eliseo Carrascal:** Universidad de Salamanca. <https://campus.usal.es/~histologia/museo/museo.htm>
7. **Museo Galileo: Florencia:** <https://www.museogalileo.it/en/index.html>
8. **Museo Boerhave:** <https://planetariumzuylenburgh.com/en/>
9. **Museo de Manchester University:** <http://www.manchestermicroscopical.org.uk>
10. **Colección Jerome Meeusen:** Excelente colección de microscopios del siglo XIX. <http://english.meeusen.com/>
11. **Museum optischer Instrumente:** Alemania. <http://www.musoptin.com/mikro1.html>
12. **Museum of Microscopy-Molecular Expressions:** Colección muy extensa, fotos de poca calidad. <https://micro.magnet.fsu.edu/primer/museum/index.html>
13. **American artifacts:** Web de discusión sobre microscopios antiguos. <http://www.americanartifacts.com/smma/micro/ammicro.html>
14. **Site index antique microscopes:** Web dedicada a datar y caracterizar microscopios antiguos, especialmente norteamericanos. Excelente información de numerosos modelos. <http://www.antique-microscopes.com/links.html>
15. **Microscopios antiguos:** Web que incluye una serie de microscopios excelentes en muy buen estado de conservación. www.microscopiosantiguos.net

MANUALES DIVULGATIVOS

- Beale, L. S. (1857): *How to Work with the Microscope*. Londres: John Curchill.
- Biointeractive (21 de octubre de 2014): *Al ver lo invisible: Leewenhoek y el descubrimiento de un mundo microscópico*. [vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=57SZHltgSJc>
- Bosch, Gerald (2008): *Expedición Microscopio*. Madrid: Siruela.
- Caballero, Ernesto (1944): *El Microscopio*. Madrid: Manuales Gallach, Ed. Calpe.
- Ciencias de la Ciencia (11 de septiembre de 2018): *Anton van Leeuwenhoek. El padre de la microbiología*. [vídeo]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=wN7xaTeVR_8
- Ellison Hawks, Cptn. (1919): *The Microscope Shown to the Children*. Londres: T.C. & E.C. Jack Ltd.
- Healey, Peter (1980): *Microscopios y Vida Microscópica*. Barcelona: Bruguera Juvenil.
- Whythes, J. H. (1851): *The Microscopist*. Londres: Lindsay and Blakiston.

EL DESCUBRIMIENTO DE UN MUNDO INVISIBLE

Esta obra analiza los efectos que ha tenido el descubrimiento y desarrollo del microscopio para la humanidad a lo largo de los tres últimos siglos, tanto en la ciencia como en la industria, la medicina y la cultura. En esta línea, a partir de mediados del siglo XVIII se desarrolla un continuo diseño de nuevos modelos para satisfacer la curiosidad de la sociedad ilustrada. Ya en el siglo XIX, se produce una verdadera eclosión de fabricantes no solo en Inglaterra, sino también en Francia y Alemania, intercambiándose conocimientos entre los productores de los tres países. En 1850, el microscopio se transforma en una herramienta científica al aplicarse a la investigación en ciencias naturales, medicina y mineralogía, y, a partir de 1880, pasa a ser un instrumento de diagnóstico en la patología humana y animal.

La obra se fundamenta en una colección de modelos antiguos fabricados entre 1740 y 1920, utilizados especialmente en las ciencias de la salud. Se explican los instrumentos producidos en los tres países mencionados y el progreso en la fabricación de lentes para conseguir más aumentos y una mayor nitidez de las imágenes. Finalmente, se describe la Revolución Industrial como causa y/o consecuencia del curioso fenómeno social de la «microscopiomanía», así como todo el desarrollo económico-social que provoca esta curiosidad en la población por conocer un mundo hasta entonces invisible.