

MUSEU VIRTUAL DE CIÊNCIAS

VOLUME 1:
HISTÓRIA DA MICROSCOPIA

VITÓRIA CAROLINE DA SILVA EMYGDIO
RENATO MASSAHARU HASSUNUMA
PATRÍCIA CARVALHO GARCIA
SANDRA HELOÍSA NUNES MESSIAS



MUSEU VIRTUAL DE CIÊNCIAS

VOLUME 1:
HISTÓRIA DA MICROSCOPIA

VITÓRIA CAROLINE DA SILVA EMYGDIO
Aluna do Curso de Biomedicina
Universidade Paulista - UNIP
Campus Bauru

RENATO MASSAHARU HASSUNUMA
Professor Titular do Curso de Biomedicina
Universidade Paulista - UNIP
Campus Bauru

PATRÍCIA CARVALHO GARCIA
Coordenadora Auxiliar do Curso de Biomedicina
Universidade Paulista - UNIP
Campus Bauru

SANDRA HELOÍSA NUNES MESSIAS
Coordenadora Geral do Curso de Biomedicina
Universidade Paulista - UNIP

1ª Edição / 2021
Bauru, SP

canal6 editora

© RENATO MASSAHARU HASSUNUMA.

CONSELHO EDITORIAL

BIOMÉDICA SIMONE KIKUTI

*Especialista em Análises Clínicas pela Universidade do Sagrado Coração -
USC, campus Bauru*

PROF.^A M.^A TATIANE TARGINO GOMES DRAGHI

*Mestra em Fisioterapia e Desempenho Funcional pela Universidade Federal
de São Carlos - UFSCar*

CAPA E DESIGN

Renato Massaharu Hassunuma

CIP – Brasil. Catalogação na Publicação

E559m

Museu Virtual de Ciências - Volume 1: História da
Microscopia / Vitória Caroline da Silva Emygdio, Renato
Massaharu Hassunuma, Patrícia Carvalho Garcia e
Sandra Heloísa Nunes Messias. - Bauru: Canal 6
Editora, 2021.

Inclui bibliografia

49 f. : il. color.

ISBN: 978-65-86030-69-3

1. Microscopia. 2. História. 3. Biologia Celular. I. Emygdio,
Vitória Caroline da Silva. II. Hassunuma, Renato
Massaharu. III. Garcia, Patrícia Carvalho. IV. Messias,
Sandra Heloísa Nunes. V. Título

CDU: 681.72(091)

AGRADECIMENTOS

Pelo apoio no desenvolvimento deste livro e em projetos do Curso de Biomedicina da Universidade Paulista, UNIP – campus Bauru, agradecemos o PROF. AZIZ KALAF FILHO, Diretor da Universidade Paulista – UNIP, campus Bauru e o PROF. DR. PASCHOAL LAÉRCIO ARMONIA, Diretor do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Paulista – UNIP.

Pelas valiosas correções e contribuições na revisão deste material, agradecemos a BIOMÉDICA SIMONE KIKUTI e a PROF.^A M.^A TATIANE TARGINO GOMES DRAGHI.

**VITÓRIA CAROLINE DA SILVA EMYGDIO,
RENATO MASSAHARU HASSUNUMA,
PATRÍCIA CARVALHO GARCIA E
SANDRA HELOÍSA NUNES MESSIAS.**

**OLÁ, SEJAM BEM VINDOS AO MUSEU VIRTUAL DE CIÊNCIAS!
NESTE PRIMEIRO PASSEIO IREMOS CONHECER AS PRINCIPAIS
DESCOBERTAS DA HISTÓRIA DO MICROSCÓPIO.**

**NESTA PARTE DE CIMA DO LIVRO, VOCÊS IRÃO ENCONTRAR
DESENHOS E FOTOGRAFIAS RELACIONADAS ÀS PRINCIPAIS
DESCOBERTAS DA HISTÓRIA DA MICROSCOPIA.**

Nesta parte debaixo do livro, vocês encontrarão importantes informações sobre as principais descobertas que fizeram parte da história do microscópio.



FIGURA 1
ZACHARIAS JANSEN



FIGURA 2
RÉPLICA DO MICROSCÓPIO

Em 1595, dois holandeses, fabricantes de lentes de óculos, Zacharias Jansen (Figura 1) e seu pai, Hans Jansen, criaram o primeiro microscópio composto (Zacharias, 2021) (Figura 2). Este equipamento era formado por uma lente ocular e uma objetiva (Rosenthal, 2009) e ampliava a imagem até 10 vezes (Adeel, 2016; Randi, Davidson, 2012).



FIGURA 3
GALILEO GALILEI



FIGURA 4
RÉPLICA DO TELESCÓPIO

Em 1610, o astrônomo, físico e engenheiro italiano, Galileo di Vincenzo Bonaiuti de' Galilei (Figura 3), a partir de seus estudos desenvolvendo telescópios (Figura 4), desenvolveu um microscópio composto (Galileo, 2021), o qual era chamado de *occholino* (Smolyaninov, 2008) ou “telescópio de perto” (Galileo, 2021; Timeline, 2021).



FIGURA 5
GIOVANNI FABER



FIGURA 6
PINTURA DA FLOR DE MARACUJÁ

Em 1625, o médico papal, botânico e colecionador de arte, Giovanni Faber (Figura 5) (Giovanni, 2021b), denominou de microscópio (do grego, *micron*, pequeno e *skopein*, olhar para) o dispositivo inventado por Galileo Galilei (Giovanni, 2021b; Wollman, Nudd, Hedlund, Leake, 2015). Faber também foi conhecido por suas pinturas de plantas (Figura 6) (Faber, 1619).



FIGURA 7
ROBERT HOOKE

MICROGRAPHIA RESTAURATA:
OR, THE
COPPER-PLATES
OF
Dr. HOOKE's Wonderful Discoveries
BY THE
MICROSCOPE,
Reprinted and fully Explained:
Whereby the most Valuable PARTICULARS in that
Celebrated AUTHOR's
MICROGRAPHIA
Are brought together in a narrow Compass;
AND
Intermixed, occasionally, with many Entertaining and Instructive DISCO-
VERIES and OBSERVATIONS in NATURAL HISTORY.

Rerum Natura nullam magis quam in minimis lata est.
PLIN. Hist. Nat. Lib. XI. C. 2.



L O N D O N :

Printed for and Sold by JOHN BOWLES, Printer at the Black Horse in Cornhill.
Sold also by R. DODDLEY, in Pall-mall, and JOHN CUFF, Optician, in Fleetstreet.
MDCCLV.

FIGURA 8
LIVRO DE ROBERT HOOKE

Em 1665, o cientista e arquiteto inglês, Robert Hooke (Figura 7) (Robert, 2021), publicou o primeiro livro de microscopia intitulado “Micrographia” (Figura 8) (Rosenthal, 2009), no qual ele relata e desenha objetos e microrganismos observados em microscópio (Randi, Davidson, 2012).

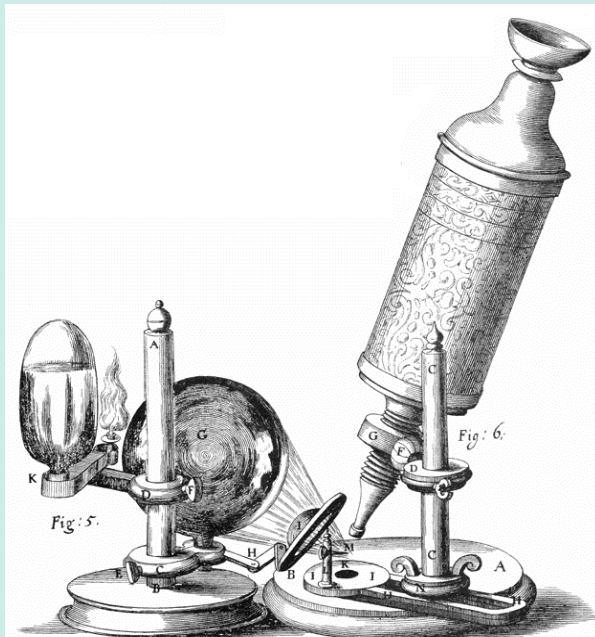


FIGURA 9
MICROSCÓPIO DE ROBERT HOOKE

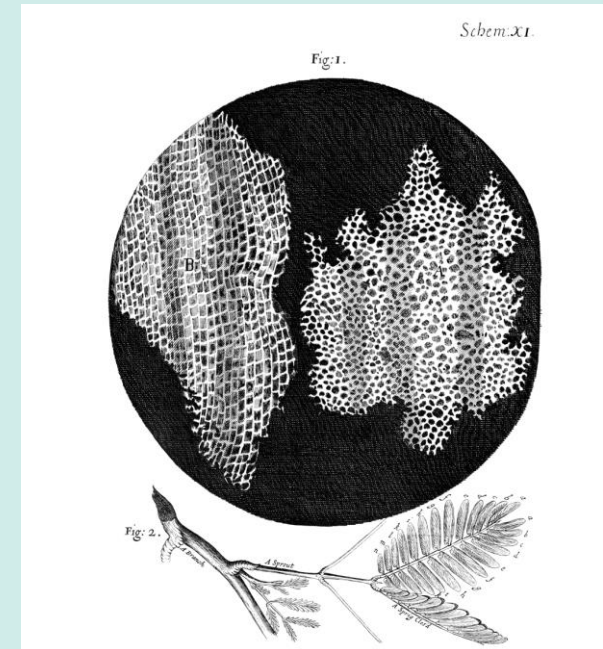


FIGURA 10
DESENHO DE ROBERT HOOKE

Robert Hooke utilizou um microscópio que possuía uma fonte de luz e um sistema com três lentes (Figura 9). Em um dos desenhos, ele representa pequenas cavidades de uma cortiça (Figura 10), a que ele atribuiu o nome de “células” (Rosenthal, 2009).



FIGURA 11
ANTONIE PHILIPS VAN LEEUWENHOEK

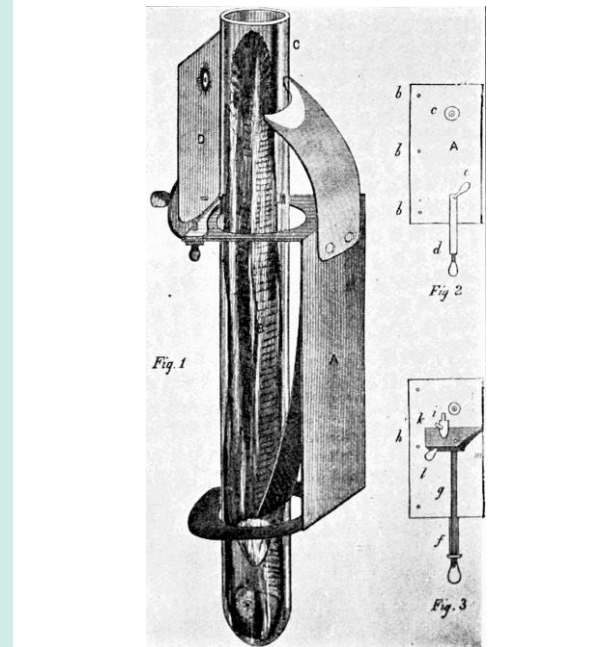


FIGURA 12
MICROSCÓPIO DE LEEUWENHOEK

Em 1674, o empresário e cientista holandês, Antonie Philips van Leeuwenhoek (Figura 11) (Antonie, 2021), desenvolveu um microscópio dotado de uma única lente de vidro (Figura 12), que permitia realizar aumentos de até 300 vezes e com razoável nitidez (Antony, 2009).

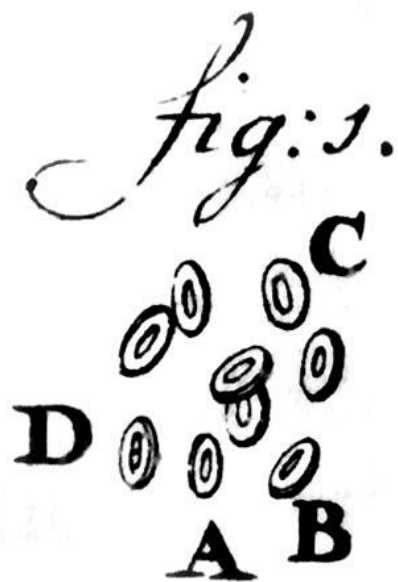


FIGURA 13
CÉLULAS DO SANGUE

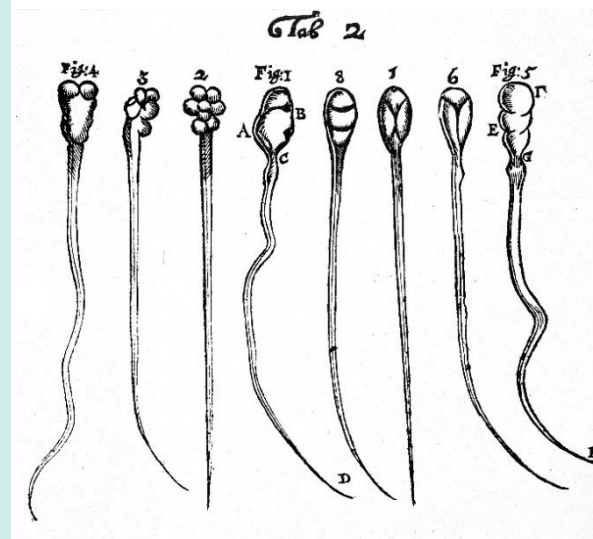


FIGURA 14
ESPERMATOZOIDES

A partir de seu microscópio, Leeuwenhoek observou pela primeira vez as células do sangue (Figura 13), os espermatozoides (Figura 14) e diversos tipos de microrganismos (Antony, 2009; Randi, Davidson, 2012).

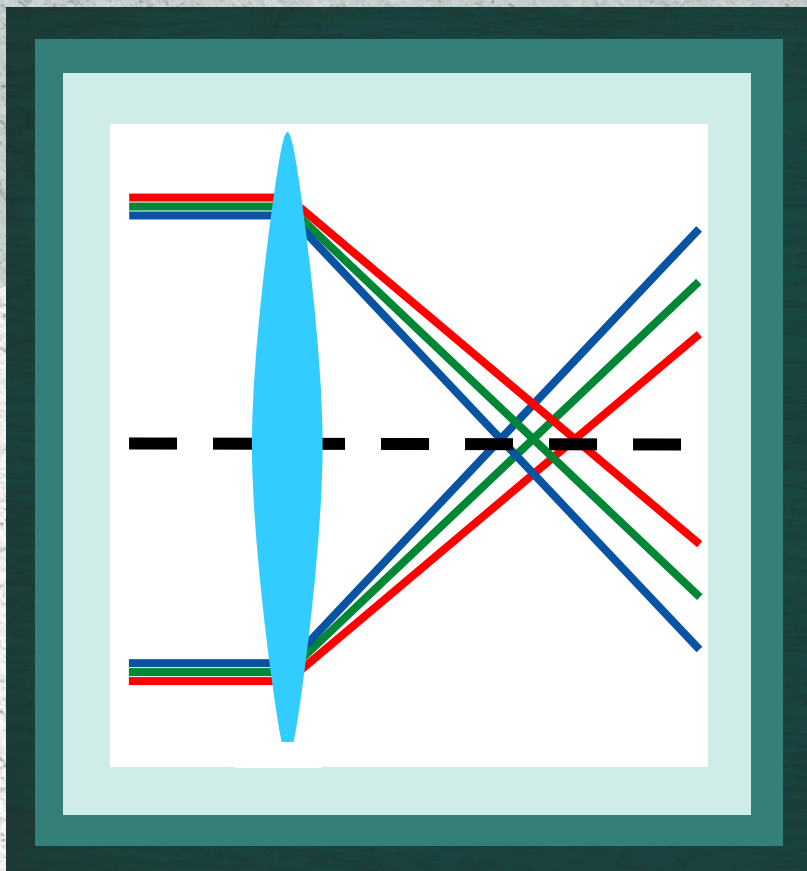


FIGURA 15
LENTE NORMAL

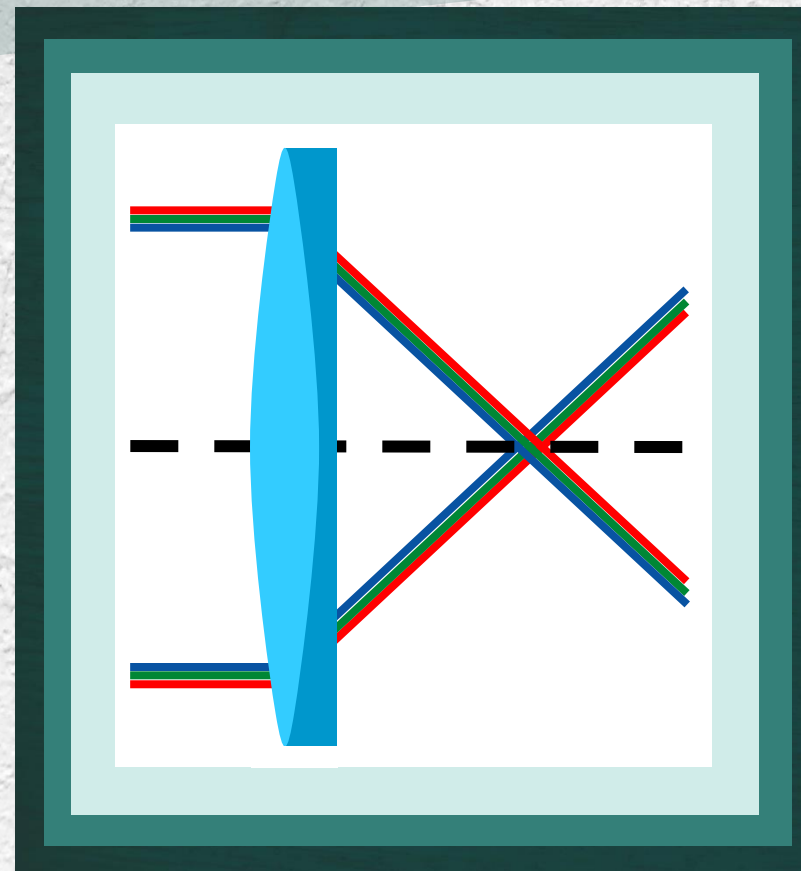


FIGURA 16
LENTE ACROMÁTICA

Em 1729, o advogado e inventor britânico, Chester Moore Hall, produziu as primeiras lentes acromáticas (Chester, 2020). Em uma lente normal (Figura 15) observa-se aberração cromática (Aberração, 2019), que não ocorre na lente acromática (Figura 16) por ser produzida com diferentes materiais (Wollman, Nudd, Hedlund, Leake, 2015).



FIGURA 17
FOTO NORMAL



FIGURA 18
ABERRAÇÃO CROMÁTICA

A aberração cromática corresponde à dispersão das ondas luminosas de diferentes comprimento (Aberração, 2019). Na Figura 17, observamos uma foto normal. Na Figura 18, uma ampliação da figura anterior, observamos contornos coloridos dos objetos da imagem, produzidos pela aberração cromática.

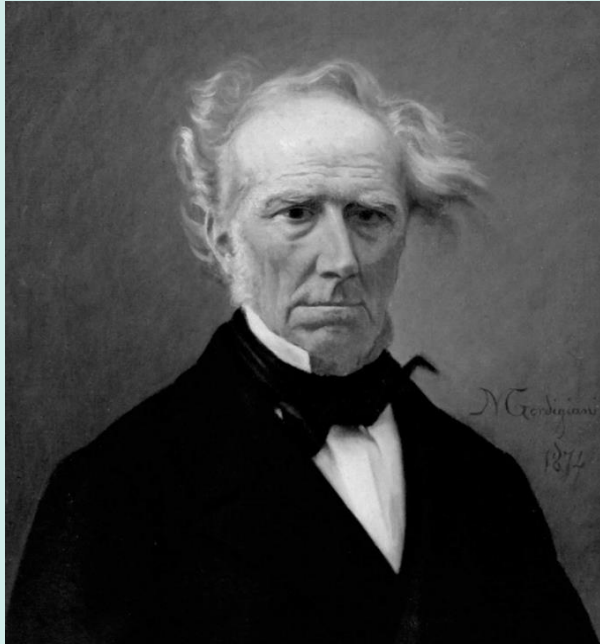


FIGURA 19
GIOVANNI BATTISTA AMICI

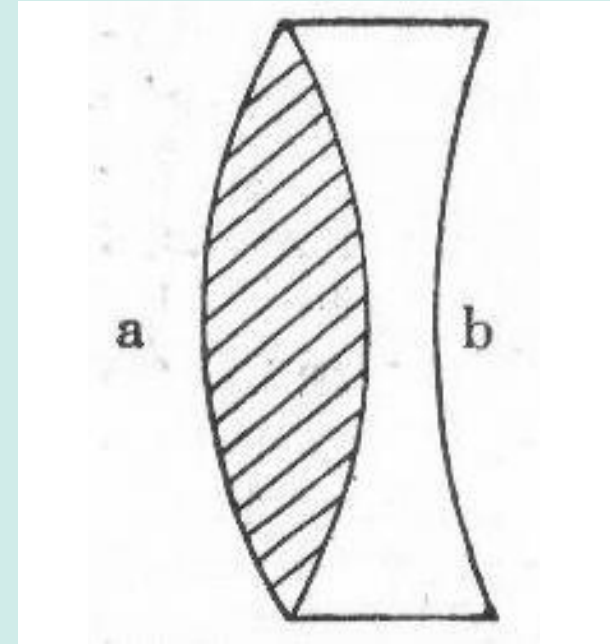


FIGURA 20
ESQUEMA DE LENTE ACROMÁTICA

Em 1824, o microscopista, astrônomo e botânico italiano, Giovanni Battista Amici (Figura 19) (Giovanni, 2021a), introduziu as lentes acromáticas (Figura 20) no microscópio óptico composto (Manten, 1969).



FIGURA 21
JOSEPH JACKSON LISTER

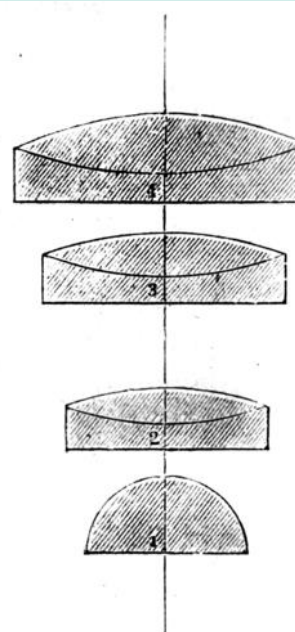


FIGURA 22
ESQUEMA DE LENTES ACROMÁTICAS

Em 1830, o oculista e físico britânico amador, Joseph Jackson Lister (Figura 21) (Joseph, 2021), desenvolveu um microscópio cujas lentes eram posicionadas em série em distâncias definidas (Figura 22), de modo que uma lente corrigia a imagem produzida por outra. Esta técnica resolveu os problemas de aberração esférica dos microscópios (Uluç, Kujoth, Başkaya, 2009).

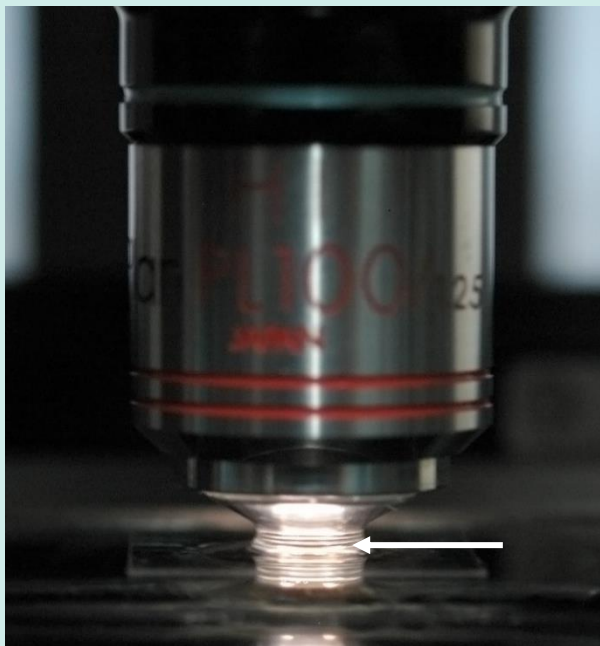


FIGURA 23
ÓLEO DE IMERSÃO (SETA)



FIGURA 24
ESQUEMA DE LENTE OBJETIVA

Em 1850, Giovanni Battista Amici (ver Figura 19) propôs a utilização de água para imersão da lente objetiva (Davidson, 2010). Atualmente, é utilizado o óleo de imersão (seta na Figura 23) em objetivas de maior aumento. Neste recurso, uma gota de óleo de imersão é colocada sobre a lâmina, para melhorar a produção da imagem (Figura 24).

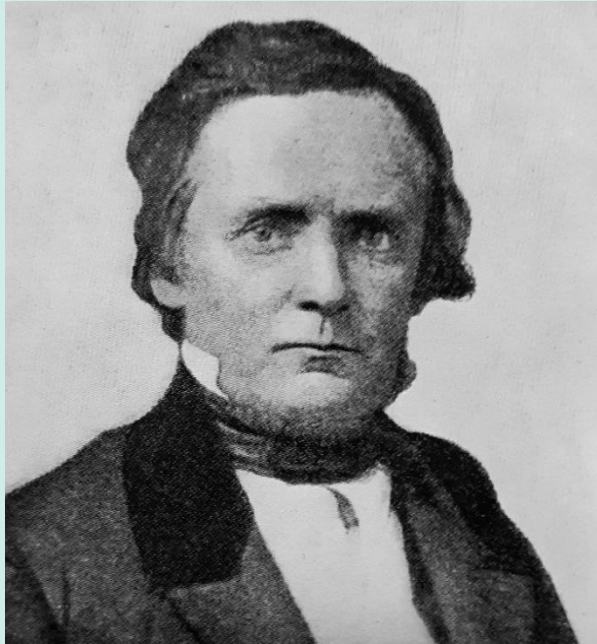


FIGURA 25
JOHN LEONARD RIDDELL

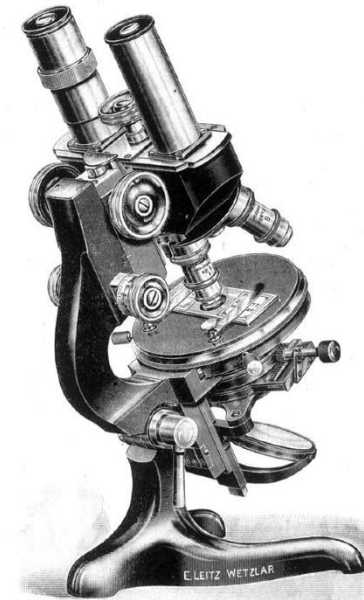


FIGURA 26
ESQUEMA MICROSCÓPIO BINOCULAR

Em 1854, o professor de ciências, botânico, geólogo, médico, químico, microscopista, político e autor de ficção científica americano, John Leonard Riddell (Figura 25) (John, 2020) desenvolveu o primeiro microscópio óptico binocular (Figura 26) (John, 2020; Riddell, 1854; Timeline, 2021).

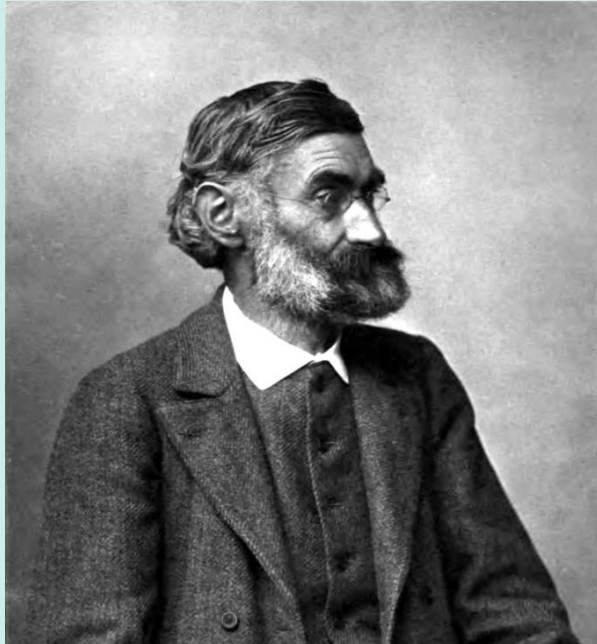


FIGURA 27
ERNST KARL ABBE



FIGURA 28
LENTE CONDENSADORA (SETA)

Em 1870, o físico, cientista óptico, empresário e reformador social alemão, Ernst Karl Abbe (Figura 27) (Condenser, 2021; Ernst, 2021) desenvolveu a lente condensadora Abbe (seta na Figura 28), que direciona a luz para o objeto a ser observado e as lentes objetivas (Wollman, Nudd, Hedlund, Leake, 2015).

$$D = \frac{\lambda}{AN}$$

FIGURA 29
FÓRMULA DE ABBE

$$AN = n \cdot \text{sen } \alpha$$

FIGURA 30
CÁLCULO DA ABERTURA NUMÉRICA

Em 1873, Ernst Karl Abbe (ver Figura 27) desenvolveu a fórmula de Abbe (Figura 29), que determina o limite de difração (d) de uma lente (onde, λ = comprimento da onda de luz e AN = abertura numérica). Na fórmula da AN (Figura 30), n = índice de refração do meio e α = metade do ângulo do cone de luz que penetra a lente objetiva (Weisenburger, Sandoghdar, 2015).

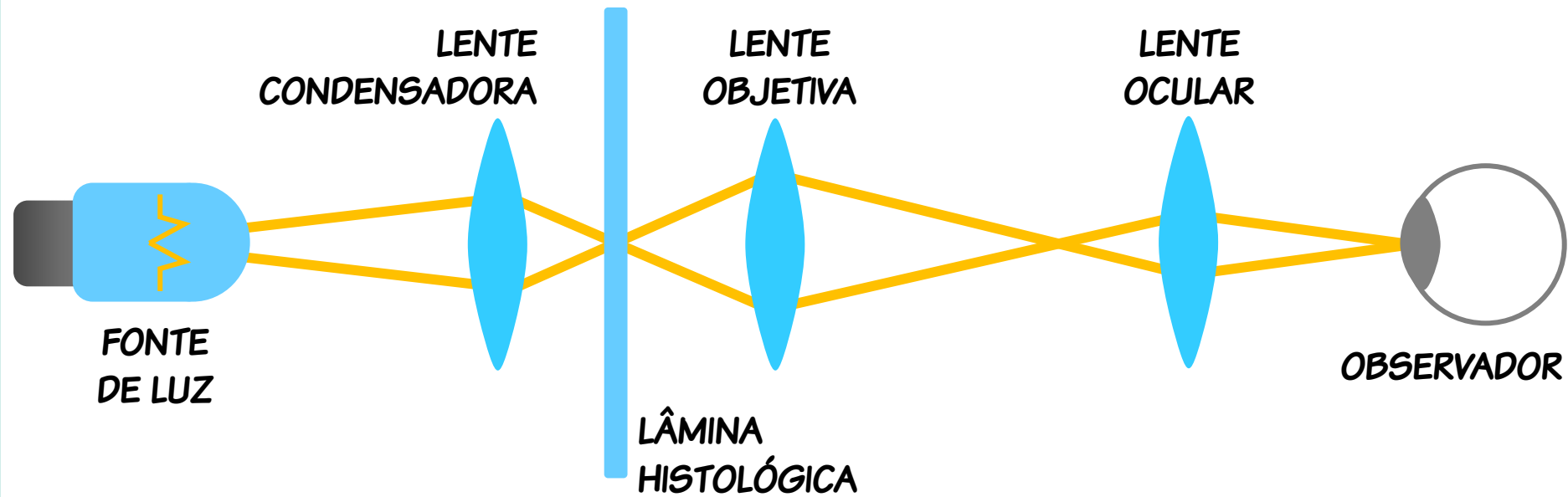


FIGURA 31
SISTEMA DE ILUMINAÇÃO KÖHLER

Em 1893, o professor alemão e um dos primeiros membros da empresa Carl Zeiss, August Karl Johann Valentin Köhler (August, 2021), criou o sistema de iluminação Köhler (Figura 31) (McNamara, Difilippantonio, Ried, 2005), que é utilizado até os dias de hoje. Este sistema garante que a fonte de luz esteja desfocada do plano da amostra (Köhler, 2021).

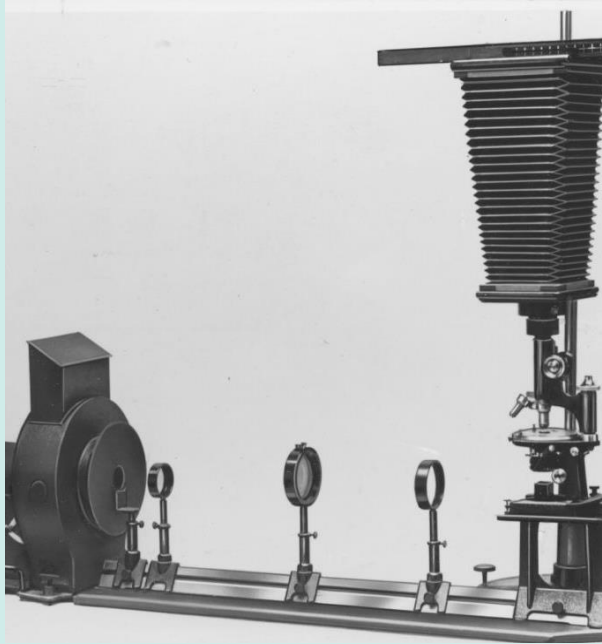


FIGURA 32
MICROSCÓPIO DE FLUORESCÊNCIA

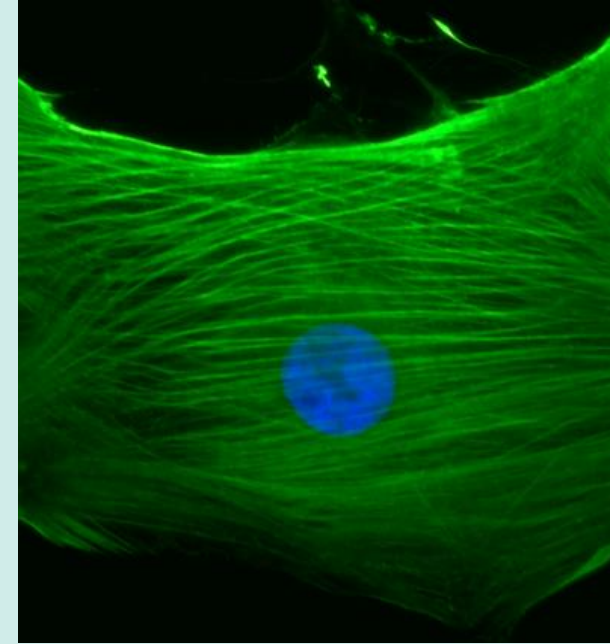


FIGURA 33
CÉLULA DO ÂMNIO DE GALINHA

Em 1911, o físico Oskar Gustav Heimstädt desenvolveu o primeiro microscópio de fluorescência (Figura 32) (Oskar, 2021), que utiliza luz ultravioleta em uma amostra para torna-la fluorescente (Rusk, 2009). A Figura 33 apresenta uma célula em microscopia de fluorescência, onde o núcleo é observado em azul e os filamentos de actina em verde (Prasongchean, 2011).



FIGURAS 34A E 34B
MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE TRANSMISSÃO

Em 1931, o engenheiro elétrico alemão Max Knoll (Max, 2020) e o físico alemão Ernst August Friedrich Ruska (Ernst, 2020) desenvolveram o primeiro microscópio eletrônico de transmissão (Figuras 34A e 34B) (Harris, 2018).

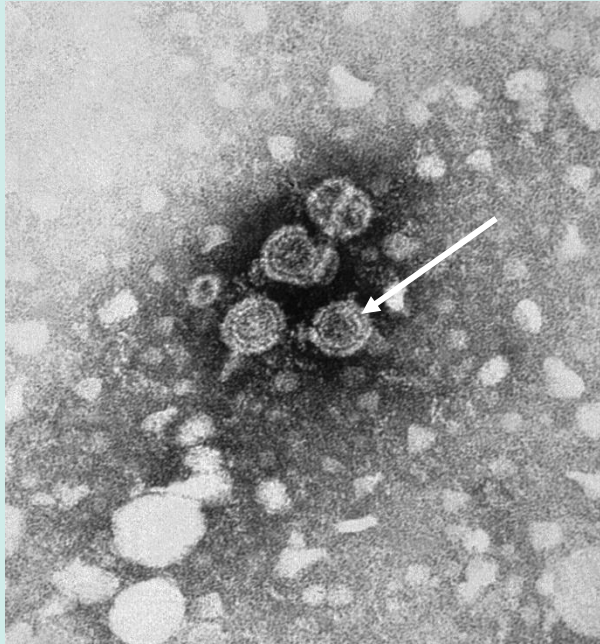


FIGURA 35
VÍRUS DA HEPATITE B (SETA)

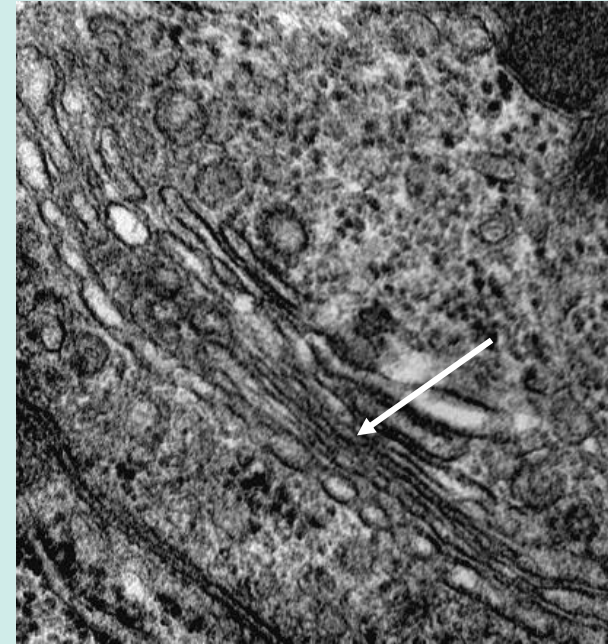


FIGURA 36
COMPLEXO DE GOLGI (SETA)

O microscópio eletrônico de transmissão permite a visualização de estruturas muito pequenas como bactérias, vírus (como o vírus da hepatite B na Figura 35) e componentes ultraestruturais das células (como o complexo de Golgi no citoplasma de um macrófago alveolar na Figura 36) (Gordon, 2014).

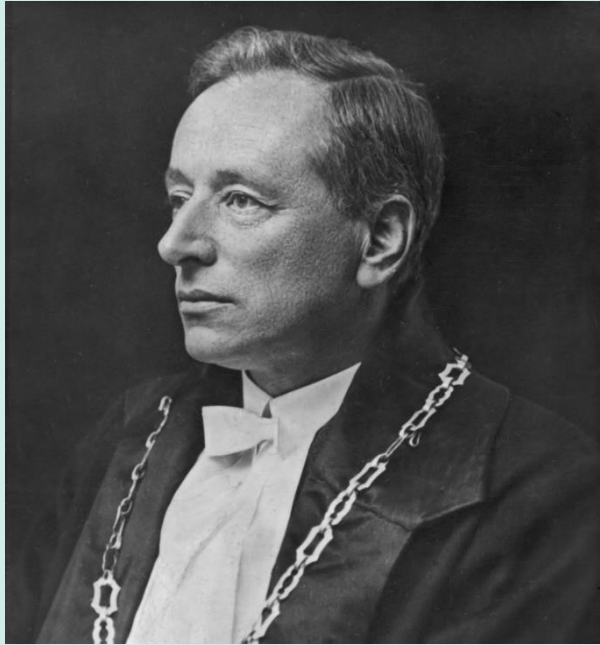


FIGURA 37
FRITS ZERNIKE



FIGURA 38
MICROSCÓPIO DE CONTRASTE DE FASE

Em 1938, o físico holandês Frits Zernike (Figura 37) criou o primeiro microscópio de contraste de fase (Figura 38) (Davidson, 2014; Frits, 2021).



FIGURA 39
Trichoderma harzianum



FIGURA 40
Acanthamoeba polyphaga

O microscópio de contraste de fase produz imagens com contraste alto, o que permite a visualização de espécimes transparentes como células vivas, fungos (*Trichoderma harzianum* na Figura 39), protozoários (*Acanthamoeba polyphaga* em forma cística na Figura 40), cortes finos de tecidos, entre outros (Davidson, 2014).



FIGURAS 41A E 41B
MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA

Em 1938, o inventor e pesquisador, Manfred von Ardenne (Manfred, 2021), desenvolveu o primeiro microscópio eletrônico de varredura (Figuras 41A e 41B) (McMullan, 1995; Scanning, 2021).

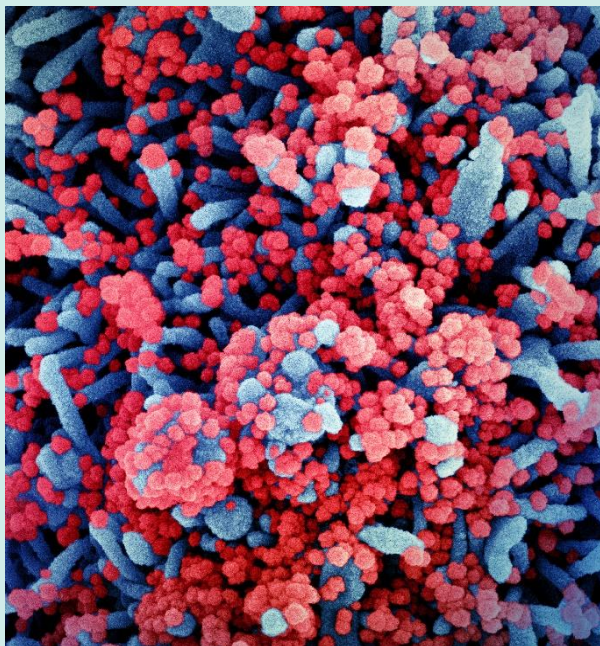


FIGURA 42
VÍRUS SARS-CoV-2

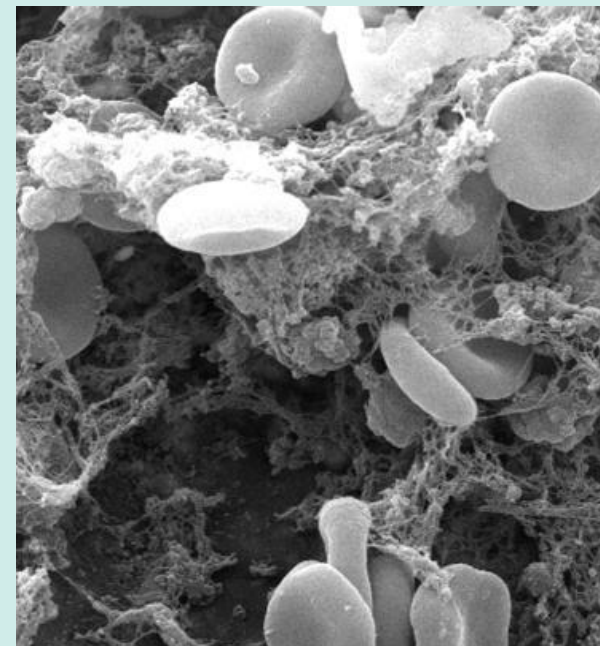


FIGURA 43
COÁGULO SANGUÍNEO

O microscópio eletrônico de varredura permite observar, em três dimensões (Microscópio, 2020), estruturas como: o vírus SARS-CoV-2 em uma célula infectada (apresentados na Figura 42 em vermelho e azul, respectivamente) e células em um coágulo sanguíneo (Figura 43).



FIGURA 44
MICROSCÓPIO DIC

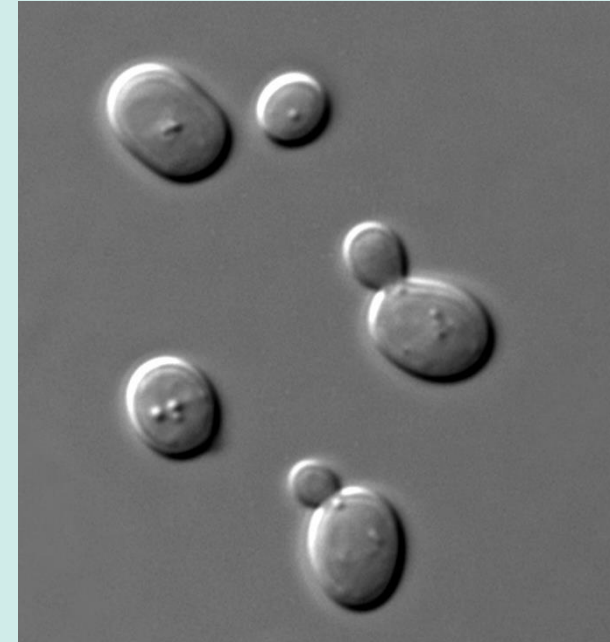
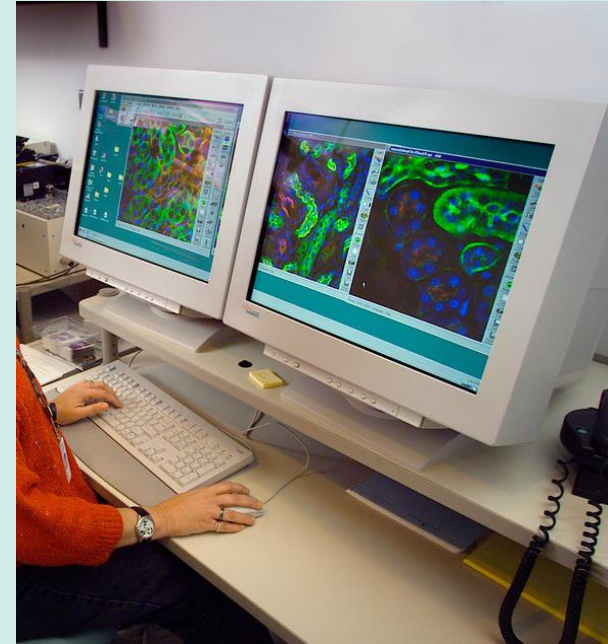
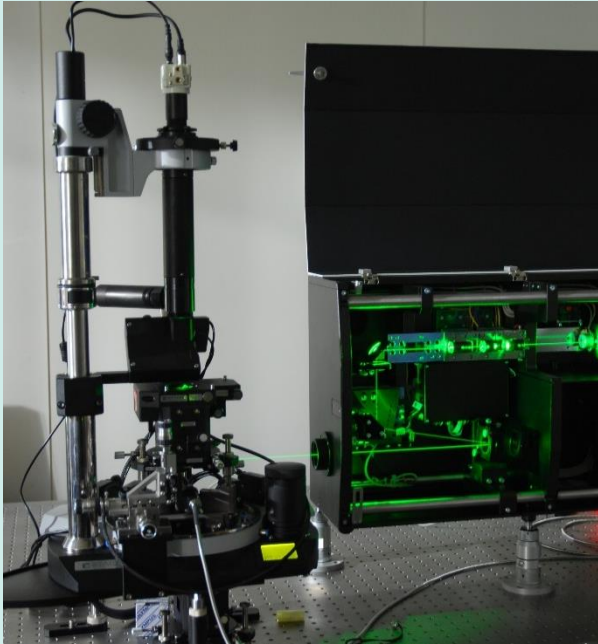


FIGURA 45
Saccharomyces cerevisiae

Em 1952, o físico polonês Georges Nomarski (Georges, 2020) propôs o microscópio de contraste de interferência diferencial (DIC) ou de Nomarski (Figura 44) (Shribak, 2013). Este microscópio permite a observação de amostras transparentes (Figura 45), porém, sem o halo brilhante observado no microscópio de contraste de fase (ver Figuras 39 e 40) (Differential, 2021).



FIGURAS 46A E 46B
MICROSCÓPIO CONFOCAL E MONITORES

Em 1955, o cientista americano Marvin Lee Minsky (Marvin, 2021) propôs o microscópio confocal (Figuras 46A e 46B), onde o sistema de iluminação e observação compartilham o mesmo ponto focal (por isso, o uso do termo confocal) (Stanca, Tabacaru, Celea, 2015) e a luz fora de foco é rejeitada (Elliott, 2020).

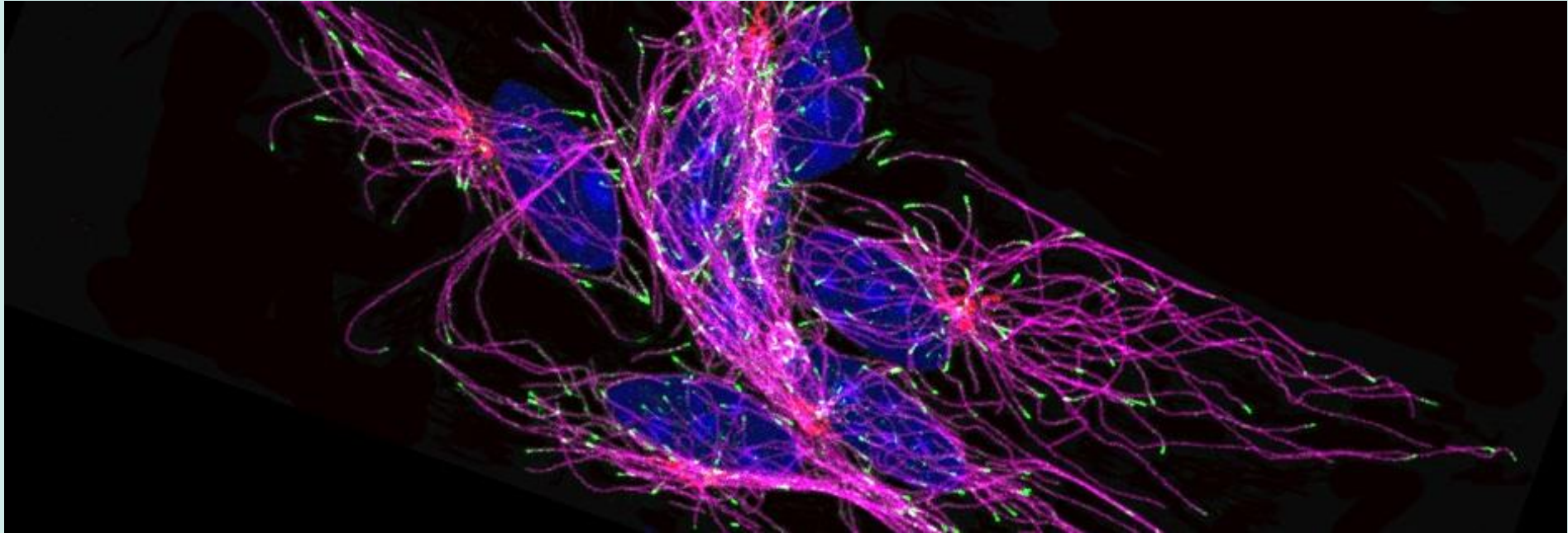


FIGURA 47
MIOBLASTOS

A Figura 47 apresenta mioblastos observados em microscopia confocal, coloridos por imunohistoquímica, onde foram usados anticorpos contra o complexo de Golgi (vermelho), microtúbulos (magenta), proteína EB1 associada a microtúbulos (verde) e núcleo (azul) (National, 2011).

Créditos das Imagens

Textura de parede da capa, contracapa e demais páginas do livro - Fonte: White textured wall close up. [acesso 2021 fev 27]. Disponível em: <https://www.photos-public-domain.com/2018/07/12/white-textured-wall-close-up/>. Figura registrada em domínio público.

Textura de madeira da capa, contracapa, nas molduras dos quadros das páginas 5 a 31 - Fonte: Modificada de: Tucharntke T. Screched painted wood. File:Screched painted wood.jpg. 2013 Mar 01 [acesso 2021 fev 27]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Screched_painted_wood.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 1 - Zacharias Jansen. Fonte: File:Portret van Zacharias Jansen, RP-P-1906-4235.jpg. 1655 [acesso 2021 mar 07]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Portret_van_Zacharias_Jansen,_RP-P-1906-4235.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 2 - Réplica do microscópio. Fonte: File:First compound microscope.jpg. 1841 [acesso 2021 mar 07]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:First_compound_microscope.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 3 - Galileo Galilei. Fonte: Passignano D. File:Galileo.jpg. 1885 [acesso 2021 mar 10]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Galileo.jpg>. Figura registrada em domínio público.

Figura 4 - Réplica do telescópio. Fonte: Morris J, Morris R. File:Galileo telescope replica (1) - white bg.jpg. 2006 Dec 24 [acesso 2021 mar 10]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Galileo_telescope_replica_\(1\)_-_white_bg.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Galileo_telescope_replica_(1)_-_white_bg.jpg). Figura registrada em domínio público.

Figura 5 - Giovanni Faber. Fonte: Rubens PP. File:Joannes Faber par Rubens.jpg. 17th century [acesso 2021 mar 13]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joannes_Faber_par_Rubens.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 6 - Pintura da flor de maracujá. Fonte: Faber G. File:Giovanni Faber 1619 Passiflore vera effigie.png. 1619 [acesso 2021 mar 13]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giovanni_Faber_1619_Passiflore_vera_effigie.png. Figura registrada em domínio público.

Figura 7 - Robert Hooke. Fonte: File:Robert Hooke portrait.jpg. 1665 [acesso 2021 fev 27]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robert_Hooke_portrait.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 8 - Livro de Robert Hooke. Fonte: File:Micrographia.gif. 1665 [acesso 2021 fev 27]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Micrographia.gif>. Figura registrada em domínio público.

Figura 9 - Microscópio de Robert Hooke. Fonte: Hooke R. File:Hooke-microscope.png. 1665 [acesso 2021 fev 27]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hooke-microscope.png>. Figura registrada em domínio público.

Figura 10 - Desenho de Robert Hooke. Fonte: Hooke R. File:Cork Micrographia Hooke.png. 1665 [acesso 2021 fev 27]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cork_Micrographia_Hooke.png. Figura registrada em domínio público.

Figura 11 - Antonie Philips Van Leeuwenhoek. Fonte: Verkolje J. Portrait of Antoni van Leeuwenhoek (1632—1723). File:Anton van Leeuwenhoek.png. 1686 [acesso 2021 mar 07]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anton_van_Leeuwenhoek.png. Figura registrada em domínio público.

Figura 12 - Microscópio de Leeuwenhoek. Fonte: File:PSM V58 D588 Leeuwenhoek microscope and capillary circulation.png. 1900-1901 [acesso 2021 mar 07]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSM_V58_D588_Leeuwenhoek_microscope_and_capillary_circulation.png. Figura registrada em domínio público.

Figura 13 - Células do sangue. Fonte: Leeuwenhoek AV. File:Leeuwenhoek1719RedBloodCells.jpg. 1675 [acesso 2021 mar 07]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leeuwenhoek1719RedBloodCells.jpg>. Figura registrada em domínio público.

Figura 14 - Espermatozoides. Fonte: Leeuwenhoek AV. File:Sperm Anton van Leeuwenhoek Rabbit dog.jpg. 1678 [acesso 2021 mar 07]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sperm_Anton_van_Leeuwenhoek_Rabbit_dog.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 15 - Lente normal. Fonte: Autores, 2021.

Figura 16 - Lente acromática. Fonte: Autores, 2021.

Figura 17 - Foto normal. Fonte: Grow KM. California Department of Water Resources. File:Flood under the Old Route 49 bridge crossing over the South Yuba River in Nevada City, California.jpg. 2017 Jan 09 [acesso 2021 mar 14]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flood_under_the_Old_Route_49_bridge_crossing_over_the_South_Yuba_River_in_Nevada_City,_California.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 18 - Aberração cromática. Fonte: Grow KM. California Department of Water Resources. File:Flood under the Old Route 49 bridge crossing over the South Yuba River in Nevada City, California - cropped for CA.jpg. 2017 Jan 09 [acesso 2021 mar 14]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flood_under_the_Old_Route_49_bridge_crossing_over_the_South_Yuba_River_in_Nevada_City,_California_-_cropped_for_CA.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 19 - Giovanni Battista Amici. Fonte: Gordigiani M. File:Giovanni Battista Amici.jpg. 1874 [acesso 2021 mar 17]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giovanni_Battista_Amici.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 20 - Esquema de lente acromática. Fonte: Blitz-Lexikon M. File:LA2-Blitz-0006 Achromatische Linse.JPG. 1932 [acesso 2021 mar 18]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LA2-Blitz-0006_Achromatische_Linse.JPG. Figura registrada em domínio público.

Figura 21 - Joseph Jackson Lister. Fonte: File:Joseph Jackson Lister.jpg. 1869 [acesso 2021 mar 18]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Joseph_Jackson_Lister.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 22 - Esquema de lentes acromáticas. Fonte: Czapski S. File:Amici-Objective.jpg. 1904 [acesso 2021 mar 14]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amici-Objective.jpg>. Figura registrada em domínio público.

Figura 23 - Óleo de imersão. Fonte: File:Immersion microscopy.jpg. 2009 Feb [acesso 2021 mar 19]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Immersion_microscopy.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 24 - Esquema de lente objetiva. Fonte: Autores, 2021.

Figura 25 - John Leonard Riddell. Fonte: File:John Leonard Riddell.jpg. 1914 [acesso 2021 mar 18]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:John_Leonard_Riddell.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 26 - Esquema microscópio binocular. Fonte: File:Binokulares Mikroskop mit einem Objektiv.jpg. Ca. 1871 [acesso 2021 mar 18]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Binokulares_Mikroskop_mit_einem_Objektiv.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 27 - Ernst Karl Abbe. Fonte: Tesch E. File:Ernst Abbe (Heliogravure Emil Tesch).png. Ca. 1907 [acesso 2021 mar 19]. Disponível em:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ernst_Abbe_\(Heliogravure_Emil_Tesch\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ernst_Abbe_(Heliogravure_Emil_Tesch).png). Figura registrada em domínio público.

Figura 28 - Lente condensadora. Fonte: Mappes T. File:Microscope Zeiss 1879.jpg. 2007 Jul 26 [acesso 2021 mar 19]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Microscope_Zeiss_1879.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 29 - Fórmula de Abbe. Fonte: Autores, 2021.

Figura 30 - Cálculo da abertura numérica. Fonte: Autores, 2021.

Figura 31 - Sistema de iluminação Köhler. Fonte: Autores, 2021.

Figura 32 - Microscópio de fluorescência. Carl Zeiss AG. File:Fluorecence Microscope-Köhler-Zeiss-1908.jpg. 1908 [acesso 2021 abr 01]. Disponível em:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fluorecence_Microscope-K%C3%B6hler-Zeiss-1908.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 33 - Célula do âmnio de galinha. Fonte: Prasongchean W. File:E7 amnion cells.png. 2011 Jan 18 [acesso 2021 abr 01]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E7_amnion_cells.png. Figura registrada em domínio público.

Figura 34A - Microscópio eletrônico de transmissão. Fonte:

File:Elektronenmikroskop.UeM100.Ernst.Ruska.TU-Berlin.jpg. 2018 Jul 11 [acesso 2021 mar 21]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elektronenmikroskop.UeM100.Ernst.Ruska.TU-Berlin.jpg>.

Figura registrada em domínio público.

Figura 34B - Microscópio eletrônico de transmissão. Fonte:

File:Elektronenmikroskop.UeM100.Tisch.Ernst.Ruska.TU-Berlin.jpg. 2018 Jul 11 [acesso 2021 mar 21].

Disponível em:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elektronenmikroskop.UeM100.Tisch.Ernst.Ruska.TU-Berlin.jpg>.

Figura registrada em domínio público.

Figura 35 - Vírus da hepatite B. Fonte: Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library. File:Hepatitis B virus 01.jpg. 1981 [acesso 2021 mar 25]. Disponível em:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hepatitis_B_virus_01.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 36 - Complexo de Golgi. Fonte: Howard L. File:Golgi in the cytoplasm of a macrophage in the alveolus (lung) - TEM.jpg. 2006 Oct 04 [acesso 2021 mar 25]. Disponível em:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golgi_in_the_cytoplasm_of_a_macrophage_in_the_alveolus_\(lung\)_-_TEM.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golgi_in_the_cytoplasm_of_a_macrophage_in_the_alveolus_(lung)_-_TEM.jpg). Figura registrada em domínio público.

Figura 37 - Frits Zernike. Fonte: File:Frits Zernike (1953).jpg. 1953 Nov 04 [acesso 2021 mar 25]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Frits_Zernike_\(1953\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Frits_Zernike_(1953).jpg). Figura registrada em domínio público.

Figura 38 - Microscópio de contraste de fase. Fonte: File:Phase contrast microscope.jpg. 2007 Jun 19 [acesso 2021 mar 25]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phase_contrast_microscope.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 39 - *Trichoderma harzianum*. Fonte: US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Systematic Botany and Mycology Laboratory. File:Trichoderma harzianum.jpg. 2006 Jul 18 [acesso 2021 mar 25]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trichoderma_harzianum.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 40 - *Acanthamoeba polyphaga*. Fonte: Healy G. Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library. File:Acanthamoeba polyphaga cyst.jpg. 1973 [acesso 2021 mar 25]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acanthamoeba_polyphaga_cyst.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 41A - Microscópio eletrônico de varredura. Fonte: File:SEMJeol5410 LV.JPG. 2007 Apr 12 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SEMJeol5410_LV.JPG. Figura registrada em domínio público.

Figura 41B - Microscópio eletrônico de varredura. Fonte: United States Department of Energy. File:U.S. Department of Energy - Science - 395 072 001 (33869514201).jpg. 2016 Nov 15 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:U.S._Department_of_Energy_-_Science_-_395_072_001_\(33869514201\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:U.S._Department_of_Energy_-_Science_-_395_072_001_(33869514201).jpg). Figura registrada em domínio público.

Figura 42 - Vírus SARS-CoV-2. Fonte: National Institutes of Health. File:Novel Coronavirus SARS-CoV-2 (50098378372).jpg. 2020 Jul 03 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Novel_Coronavirus_SARS-CoV-2_\(50098378372\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Novel_Coronavirus_SARS-CoV-2_(50098378372).jpg). Figura registrada em domínio público.

Figura 43 - Coágulo sanguíneo. Fonte: Carr J. File:Blood clot in scanning electron microscopy.jpg. 2005 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blood_clot_in_scanning_electron_microscopy.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 44 - Microscópio DIC. Fonte: File:Zeiss200.jpg. 2007 Jun 20 [acesso 2021 abr 01]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zeiss200.jpg>. Figura registrada em domínio público.

Figura 45 - *Saccharomyces cerevisiae*. Fonte: File:S cerevisiae under DIC microscopy.jpg. 2010 Jan [acesso 2021 abr 01]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:S_cerevisiae_under_DIC_microscopy.jpg. Figura registrada em domínio público.

Figura 46A - Microscópio confocal e monitores. Fonte: File:Humid 4.JPG. 2011 Sep 01 [acesso 2021 abr 01]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Humid_4.JPG. Figura registrada em domínio público.

Figura 46B - Microscópio confocal e monitores. Fonte: Public Health Image Library. CDC scientists at work using a confocal microscope. 2012 Nov 14 [acesso 2021 abr 01]. Disponível em: http://www.publicdomainfiles.com/show_file.php?id=13528851618032. Figura registrada em domínio público.

Figura 47 - Mioblastos. Fonte: National Institutes of Health (NIH). File:Primary myoblasts.jpg. 2011 Mar 10 [acesso 2021 abr 01]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primary_myoblasts.jpg. Figura registrada em domínio público.

Referências

Aberração cromática [Internet]. 2019 out 16 [acesso em 2021 mar 14]. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Aberra%C3%A7%C3%A3o_crom%C3%A1tica.

Adeel AA. A relic of the Wellcome Tropical Research Laboratories in Khartoum (1903-34). Sudan J Paediatr [Internet]. 2016 [acesso 2021 mar 07];16(1):67-75. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5025937/>.

Antonie van Leeuwenhoek [Internet]. 2021 Mar 03 [acesso em 2021 mar 08]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Antonie_van_Leeuwenhoek.

Antony van Leeuwenhoek: microscope inventor. J Bras Patol Med Lab [Internet]. 2009 Apr [acesso 2021 mar 07];45(2). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-24442009000200001&lng=en. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-24442009000200001>.

August Köhler [Internet]. 2021 Feb 09 [acesso em 2021 mar 20]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/August_K%C3%B6hler.

Chester Moore Hall [Internet]. 2020 Dec 24 [acesso em 2021 mar 14]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Chester_Moore_Hall.

Condenser (optics) [Internet]. 2021 Feb 03 [acesso em 2021 mar 19]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Condenser_\(optics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Condenser_(optics)).

Davidson M. Pioneers in Optics: Frits Zernike and John Thomas Queket. *Micros Today*. 2014 [acesso 2021 mar 25];22(5):54-7. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/microscopy-today/article/pioneers-in-optics-frits-zernike-and-john-thomas-queket/A7D033D733B0BEC9F906AFA69C47551E#>.

Davidson M. Pioneers in Optics: Giovanni Battista Amici and Girolamo Cardano. *Micros Today*. 2010 [acesso 2021 mar 16];18(3):50-2. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/microscopy-today/article/pioneers-in-optics-giovanni-battista-amici-and-girolamo-cardano/756A9B9C8B0B5CB402A7D88ADB1EAE49>.

Differential interference contrast microscopy [Internet]. 2021 Jan 26 [acesso em 2021 abr 01]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_interference_contrast_microscopy.

Elliott AD. Confocal microscopy: principles and modern practices. *Curr Protoc Cytom* [Internet]. 2020 [acesso 2021 abr 01];92(1):e68. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6961134/>.

Ernst Abbe [Internet]. 2021 Mar 04 [acesso em 2021 mar 19]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Abbe.

Ernst Ruska [Internet]. 2020 Dec 18 [acesso em 2021 mar 21]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Ruska.

Faber G. File:Giovanni Faber 1619 Passiflore vera effigie.png. 1619 [acesso 2021 mar 13]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giovanni_Faber_1619_Passiflore_vera_effigie.png.

Frits Zernike [Internet]. 2021 Mar 11 [acesso em 2021 mar 25]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Frits_Zernike.

Galileo Galilei [Internet]. 2021 Mar 08 [acesso em 2021 mar 10]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei.

Georges Nomarski [Internet]. 2020 Apr 03 [acesso em 2021 abr 01]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Georges_Nomarski.

Giovanni Battista Amici [Internet]. 2021a Jan 22 [acesso em 2021 mar 14]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Battista_Amici.

Giovanni Faber [Internet]. 2021b Jan 19 [acesso em 2021 mar 13]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Faber.

Gordon RE. Electron microscopy: a brief history and review of current clinical application. *Methods Mol Biol* [Internet]. 2014 [acesso 2021 Mar 25];1180:119-35. Disponível em: <https://link.springer.com/protocol/10.1007%2F978-1-4939-1050->.

Harris PJF. Transmission electron microscopy of carbon: a brief history. *C* [Internet]. 2018 Jan 12 [acesso 2021 mar 21];4(1):4. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-5629/4/1/4/htm>.

John Leonard Riddell [Internet]. 2020 Dec 31 [acesso em 2021 mar 18]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/John_Leonard_Riddell.

Joseph Jackson Lister [Internet]. 2021 Jan 25 [acesso em 2021 mar 18]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Jackson_Lister.

Köhler illumination [Internet]. 2021 Feb 11 [acesso em 2021 mar 20]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6hler_illumination.

Manfred von Ardenne [Internet]. 2021 Feb 26 [acesso em 2021 mar 28]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Manfred_von_Ardenne.

Manten AA. The history of the microscope and its impact on the development of palynology. *Rev Palaeobot Palyno* [Internet]. 1969 Dec [acesso 2021 mar 14];9(3-4):137-48. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0034666769900013>.

Max Knoll [Internet]. 2020 Oct 01 [acesso em 2021 mar 21]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Max_Knoll.

Marvin Minsky [Internet]. 2021 Mar 13 [acesso em 2021 abr 01]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Marvin_Minsky.

McMullan D. Scanning electron microscopy 1928–1965. *Scanning* [Internet]. 1995 May/Jun [acesso 2021 mar 28];17(3):175-85. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sca.4950170309>.

McNamara G, Difilippantonio MJ, Ried T. Microscopy and image analysis. *Curr Protoc Hum Genet* [Internet]. 2005 [acesso 2021 mar 20];Chapter 4:Unit-4.4. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4772429/>.

Microscópio eletrônico de varredura [Internet]. 2020 fev 11 [acesso em 2021 abr 15]. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Microsc%C3%B3pio_eletr%C3%B4nico_de_varredura.

National Institutes of Health (NIH). File:Primary myoblasts.jpg. 2011 Mar 10 [acesso 2021 abr 01]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primary_myoblasts.jpg.

Oskar Heimstädt [Internet]. 2021 Mar 31 [acesso em 2021 abr 01]. Disponível em: https://de.wikipedia.org/wiki/Oskar_Heimst%C3%A4dt.

Prasongchean W. File:E7 amnion cells.png. 2011 Jan 18 [acesso 2021 abr 01]. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E7_amnion_cells.png. Figura registrada em domínio público.

Randi MAF, Davidson MW. Microscopia de luz. In: Ribeiro CAO, Reis Filho HS, Grötzner SR. Técnicas e métodos para utilização prática em microscopia. 1ª ed. São Paulo: Santos; 2012. p. 117-63.

Riddell JL. On the binocular microscope. J Cell Sci [Internet]. 1854 [acesso 2021 mar 18];s1-2:18-24. Disponível em: <https://jcs.biologists.org/content/s1-2/5/18>.

Robert Hooke [Internet]. 2021 Feb 16 [acesso em 2021 mar 08]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Hooke.

Rosenthal, C. The beginning. Nat Cell Biol [Internet]. 2009 [acesso 2021 fev 27]11:S6. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/milelight01#citeas>.

Rusk N. (1911, 1929, 1967) First fluorescence microscope, first epifluorescence microscope, the dichroic mirror: the fluorescence microscope. Nature Milestones: light microscopy - Milestone 4 [Internet]. 2009 Oct 01 [acesso 2021 abr 01]. Disponível em: <https://www.nature.com/milestones/milelight/full/milelight04.html>.

Scanning electron microscope [Internet]. 2021 Mar 27 [acesso em 2021 mar 28]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Scanning_electron_microscope.

Shribak M. Quantitative orientation-independent differential interference contrast microscope with fast switching shear direction and bias modulation. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis [Internet]. 2013 [acesso 2021 abr 01];30(4):769-82. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3695724/>.

Smolyaninov II. Optical microscopy beyond the diffraction limit. HFSP J [Internet]. 2008 [acesso 2021 mar 10];2(3):129-31. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2645564/>.

Stanca TH, Tabacaru B, Celea C. Correlations between confocal microscopy and histological aspects of normal cornea. Rom J Ophthalmol [Internet]. 2015 [acesso 2021 abr 01];59(1):19-23. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5729812/>.

Timeline of microscope technology [Internet]. 2021 Jan 18 [acesso em 2021 mar 10]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_microscope_technology.

Uluç K, Kujoth GC, Başkaya MK. Operating microscopes: past, present, and future. Neurosurg Focus [Internet]. 2009 Sep [acesso 2021 mar 18];27(3):E4. Disponível em: <https://thejns.org/focus/view/journals/neurosurg-focus/27/3/article-pE4.xml>.

Weisenburger S, Sandoghdar V. Light microscopy: an ongoing contemporary revolution. *Contemp Phys* [Internet]. 2015 Apr 17 [acesso 2021 mar 19];56(2):123-43. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00107514.2015.1026557>.

Wollman AJ, Nudd R, Hedlund EG, Leake MC. From Animaculum to single molecules: 300 years of the light microscope. *Open Biol* [Internet]. 2015 [acesso 2021 mar 13];5(4):150019. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsob.150019>.

Zacharias Janssen [Internet]. 2021 Feb 26 [acesso em 2021 mar 08]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Zacharias_Janssen.

**SEJA BEM-VINDO, AO MUSEU VIRTUAL
DE CIÊNCIAS!!!**

**NESTA COLEÇÃO, EM CADA VOLUME
IREMOS CONHECER ALGUMAS DAS
PRINCIPAIS DESCOBERTAS CIENTÍFICAS.**

**NESTE PRIMEIRO VOLUME, IREMOS
CONHECER O MICROSCÓPIO, O
EQUIPAMENTO MAIS IMPORTANTE NO
ESTUDO DAS CÉLULAS.**

**DESCOBRIREMOS COMO FOI
INVENTADO E COMO EVOLUIU AO
LONGO DO TEMPO!**

