

**A luz, seus fenômenos e os instrumentos: um estudo iconográfico da óptica (1665-1798)<sup>+,\*</sup>**

---

*Breno Arsioli Moura<sup>1</sup>*

Centro de Ciências Naturais e Humanas – Universidade Federal do ABC  
Santo André – SP

**Resumo**

*Neste artigo, apresento uma análise de ilustrações de óptica presentes em materiais de grande repercussão publicados entre o final do século 17 e o final do século 18. Meu objetivo é mostrar que a imagética da óptica fundamentada em um viés geométrico, como ainda encontramos nos dias atuais, já estava presente neste período de intensos estudos sobre a luz e de desenvolvimento de instrumentos ópticos como o microscópio e o telescópio. Espera-se que esta análise possa contribuir com novas abordagens da óptica em contextos de ensino.*

**Palavras-chave:** *Óptica; Ilustrações; Luz; Instrumentos Ópticos.*

**Abstract**

*In this paper, I present an analysis of illustrations of optics in widely-read materials published from the end of the 17th century to the end of the 18th century. My goal is to show that the visual repertoire of optics with a geometrical bias – as we see nowadays – was already established in this period, when studies about light were rising, as well as the development of optical instruments such as the microscope and the telescope. I hope this analysis contributes to new approaches to the optics in classroom situations.*

**Keywords:** *Optics; Illustrations; Light; Optical Instruments.*

---

<sup>+</sup> Light, its phenomena and the instruments: an iconographical study of optics (1665-1798)

<sup>\*</sup> *Recebido: 19 de maio de 2023.*

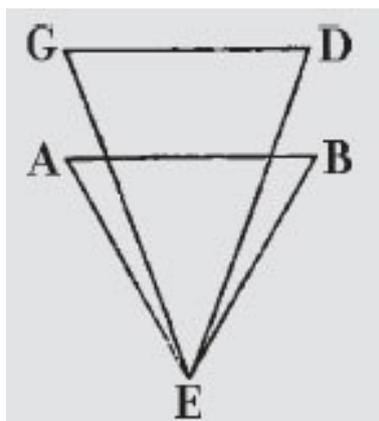
*Aceito: 14 de agosto de 2023.*

<sup>1</sup> E-mail: [breno.moura@ufabc.edu.br](mailto:breno.moura@ufabc.edu.br)

## I. Introdução

Tradicionalmente, a óptica é uma área da ciência tratada em contextos de ensino com viés puramente geométrico (GIRCOREANO; PACCA, 2001; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015). Acompanhando essa tendência, quase sempre vem adornada com figuras. Formam a iconografia comum desse campo da física as linhas retas, setas, algumas curvas no desenho de lentes e espelhos, e vez ou outra a representação do espectro luminoso. Basta abrir um livro didático para constatar a presença de muitos desses elementos. Apesar de notoriamente contribuir para a percepção da óptica como uma extensão da geometria, raramente nos perguntamos sobre possíveis origens dessa iconografia. Essa é a principal questão que este artigo buscará responder.

Desde os primeiros materiais escritos sobre a natureza da luz e seus fenômenos na Europa, podemos encontrar ilustrações os representando com linhas e setas. Por exemplo, em seu breve tratado de óptica, Euclides (fl. c. 300 a.C.), célebre pela geometria de seus *Os Elementos* (c. 300 a.C.), também adotou esse viés ao abordar a visão (ilustração<sup>2</sup> 1) (RODRIGUES NETO, 2013). Tratamento similar encontramos na óptica de Ptolomeu (c. 100-c. 170), ainda na Antiguidade (Darrigol, 2012, p. 12-15).



*Ilustração 1 – A geometria da visão por Euclides. Nessa ilustração, Euclides considerou duas “magnitudes iguais” a distâncias diferentes do olho E, notando que, quanto maior o ângulo, maior será a aparência do objeto. Portanto, nesse caso, AB parecerá maior que GD. Fonte: Euclides (2013, p. 894).*

Neste artigo, a ênfase se dará entre o final do século 17 e o final do século 18, período em que os estudos no campo foram amplamente desenvolvidos e quando podemos identificar protagonistas que até hoje são referenciados como contribuidores importantes ao

---

<sup>2</sup> Ao longo do artigo, serão disponibilizadas diversas ilustrações ou pranchas com ilustrações. Como muitas dessas estão identificadas no original por “Figura”, optei por não utilizar esse marcador para se referir a elas, a fim de não confundir o leitor. Nesse sentido, o termo ilustração pode se referir não apenas a uma só ilustração, mas a um conjunto delas, disponibilizadas em uma mesma prancha.

estudo da luz e das cores, como Isaac Newton (1642-1727) e Benjamin Martin (1704-1782) (CANTOR, 1983; DARRIGOL, 2012; MOURA, 2022). Além disso, nesse intervalo, houve um significativo processo de modernização das técnicas de gravação de ilustrações e de impressão de livros, possibilitando que mais materiais escritos incorporassem figuras mais facilmente entre suas páginas, o que, necessariamente, levou à publicação de mais livros com ilustrações de vários tipos (KUSUKAWA, 2000). Trata-se de um cenário profícuo para uma análise mais profunda de como a óptica, seus fenômenos e os instrumentos foram representados visualmente nos materiais publicados na época.

Dessa forma, a partir da análise de dezesseis livros, dicionários e enciclopédias publicados entre 1665 e 1798, buscarei mostrar que estava consolidada uma iconografia para a óptica, em que ilustrações de diferentes fenômenos luminosos e de instrumentos foram padronizadas e se repetiram em diferentes materiais. Por um lado, o viés geométrico da óptica ficará evidente a partir da análise das ilustrações de fenômenos como a refração, reflexão, difração (ou inflexão), e dispersão da luz branca por um prisma. Por outro, também será notado que os instrumentos e dispositivos que envolviam conceitos ópticos foram retratados similarmente, sinalizando que não apenas os fenômenos foram uniformizados visualmente, mas também os objetos da óptica. Houve, nesse sentido, uma convergência nos materiais, o que pode indicar as origens das ilustrações de óptica do período atual ou, ao menos, dos modos que ainda são adotados até os dias correntes para representar os fenômenos e instrumentos ópticos.

Para realizar este estudo, foram mobilizados conhecimentos de vários campos do saber. Primeiramente, a fim de reconhecer os materiais mais relevantes do período, foi necessária uma extensa pesquisa sobre o desenvolvimento da óptica entre o final do século 17 e início do século 18, o que vem sendo feito pelo autor há, pelo menos, vinte anos (MOURA, 2022). Em segundo lugar, foi imprescindível entender o aperfeiçoamento das técnicas de ilustração, de gravação e de impressão (TOPPER, 1996; KUSUKAWA, 2000). Em terceiro lugar, a presente análise se apropriou da literatura sobre ilustrações científicas, a qual é razoavelmente numerosa, mas não extremamente difundida e presente no Ensino de Ciências (FORD, 1993; KNIGHT, 1996). Por fim, foi essencial uma familiarização com técnicas da pesquisa com imagens, inseridas, entre outros pontos, no contexto da ressignificação da cultura visual como fonte relevante para a historiografia de um modo geral (ROSE, 2001; BURKE, 2017).

O artigo está dividido em três seções. Na primeira, elenco as fontes utilizadas e a metodologia adotada para a separação, categorização e análise das ilustrações. Na segunda, listo alguns dos ilustradores e gravadores que produziram as ilustrações. Essa seção tem como intuito principal dar visibilidade a quem geralmente é invisível, mesmo em análises contemporâneas de materiais visuais. Na terceira seção, apresento o estudo em si, dividido em várias subseções em que as ilustrações serão disponibilizadas e comentadas. Nas considerações finais, retomo alguns pontos trabalhados nesta introdução, de modo a apontar

como o estudo pode contribuir para o Ensino de Física e para o Ensino de Ciências, de modo geral.

## II. As fontes e a metodologia

O estudo iconográfico apresentado neste artigo fundamentou-se na análise de fontes primárias publicadas entre 1665 e 1798, compreendendo livros de caráter científico, técnico e popular, bem como enciclopédias e dicionários. Como forma de não expandir demasiadamente o objeto de estudo, optei por materiais de grande repercussão na época publicados na Grã-Bretanha e França. Um ponto importante na escolha desses materiais foi a disponibilidade de boas versões digitalizadas em bancos de dados virtuais, com destaque para o Internet Archive, onde a maioria dos exemplares foi obtida<sup>3</sup>. Dessa maneira, foram analisadas dezesseis enciclopédias, dicionários ou livros de caráter técnico, científico ou popular. As obras estão listadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Obras de onde foram extraídas as ilustrações analisadas neste artigo.

<b>Título</b>	<b>Autor / Editor(es)</b>	<b>Edição</b>	<b>Volume</b>	<b>Ano de publicação</b>
<i>Micrographia</i>	Robert Hooke (1635-1703)	1 <sup>a</sup>	Único	1665
<i>Opticks</i>	Isaac Newton (1642-1727)	1 <sup>a</sup>	Único	1704
<i>Cyclopædia</i>	Ephraim Chambers (1680-1740), editor	1 <sup>a</sup>	1 e 2	1726
<i>A View of Sir Isaac Newton's Philosophy</i>	Henry Pemberton (1694-1771)	1 <sup>a</sup>	Único	1728
<i>Lexicon Technicum</i>	John Harris (1667?-1719)	5 <sup>a</sup>	1 e 2	1736
<i>Elémens de la Philosophie de Neuton</i>	Voltaire (1694-1778)	1 <sup>a</sup>	Único	1738
<i>A New and Compendious System of Optics</i>	Benjamin Martin (1704-1782)	1 <sup>a</sup>	Único	1740
<i>A Course of Lectures in Natural and Experimental Philosophy, Geography and Astronomy</i>	Benjamin Martin (1704-1782)	1 <sup>a</sup>	Único	1743
<i>Mathematical Elements of Natural Philosophy</i>	Willem J. 'sGravesande (1688-1742)	6 <sup>a</sup>	1 e 2	1747
<i>Encyclopédie</i>	Denis Diderot (1713-1784) e Jean D'Alembert (1717-1783), editors	1 <sup>a</sup>	Vários	1751-1772

<sup>3</sup> Vale destacar uma dificuldade frequentemente presente na análise de fontes em bancos de dados virtuais: a péssima digitalização das pranchas. Pelo fato de estarem, no texto físico, quase sempre dobradas, assim elas acabam sendo digitalizadas, fazendo com que a visualização delas seja somente parcial. Não foi o caso dos materiais analisados nesta pesquisa, em que a digitalização das pranchas foi feita corretamente, sendo possível observar, muitas vezes, com alta resolução, as ilustrações nelas contidas.

<i>Dictionnaire Universel de Mathématique et de Physique</i>	Alexandre Savérien (1720-1805)	1ª	1 e 2	1753
<i>The Philosophical Grammar</i>	Benjamin Martin (1704-1782)	5ª	Único	1755
<i>Treatise on the Eye</i>	William Porterfield (c. 1696-1771)	1ª	2	1759
<i>Optical Essays</i>	Benjamin Martin (1704-1782)	1ª	Único	1765 (?) <sup>4</sup>
<i>The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours</i>	Joseph Priestley (1733-1804)	1a	1 e 2	1772
<i>Encyclopædia Britannica</i>	Colin Macfarqhar (1745?-1793) e George Gleig (1753-1840), editores	3ª	Vários	1797

Para examinar os materiais, optei em um primeiro momento pela metodologia denominada “Análise de Conteúdo”<sup>5</sup>, descrita em Rose (2001). Trata-se de uma metodologia bastante aberta e pouco rígida nos passos, que serviu como um guia satisfatório para a organização e análise das ilustrações. Como essa metodologia não é discutida com frequência no âmbito da pesquisa e das publicações em Ensino de Ciências, cabe detalhá-la neste momento, a fim de familiarizar o leitor com os passos que foram cumpridos até chegar na amostra de ilustrações disponibilizada neste artigo.

Conforme aponta a autora, essa metodologia é eficaz para analisar um grande número de imagens, como é o caso em questão (ROSE, 2001, p. 55). Ela é dividida em quatro etapas. Na primeira delas, deve-se verificar a pertinência das ilustrações<sup>6</sup> à questão colocada. Nesse sentido, como meu objetivo foi analisar a iconografia da óptica nos séculos 17 e 18, foram escolhidas ilustrações de materiais representativos do período, iniciando pela *Micrographia* (1665) de Hooke e finalizando na terceira edição da *Encyclopædia Britannica*, publicada em 1797, os quais já conhecida de pesquisas anteriores. Desses materiais, foram colhidas todas as ilustrações associadas à óptica, seja explicitamente ou não. Sendo assim, obtive quase uma centena de ilustrações. Posteriormente, foi realizada uma seleção por meio do método identificado como “estratificação” (ROSE, 2001, p. 57), em que amostras de ilustrações foram escolhidas de grupos já previamente definidos. Por exemplo, um dos grupos era composto de ilustrações de microscópios; outro, de ilustrações sobre a dispersão da luz branca, e assim por diante.

<sup>4</sup> Há dúvidas em relação à data exata de publicação deste trabalho, visto que ela não foi indicada na capa. Ver Milburn (1976, p. 210).

<sup>5</sup> Os leitores não devem confundir com a “Análise de Conteúdo” tradicionalmente atrelada aos trabalhos de Laurence Bardin.

<sup>6</sup> A autora não trata somente de ilustrações, mas de imagens no geral, que incluem também fotografias, pinturas, peças de propaganda etc.

A segunda etapa envolve a elaboração de categorias para classificar as ilustrações. Como ocorre em qualquer processo de categorização, muita informação pode ser perdida, uma vez que, inevitavelmente, escolhas são feitas no sentido de privilegiar um ou outro aspecto (ROSE, 2001, p. 60). No presente estudo, optei por dividir as ilustrações em duas grandes categorias – “Fenômenos” e “Instrumentos ou Dispositivos” –, separadas em mais subcategorias, como segue:

- Fenômenos:
  - Refração e reflexão;
  - Dispersão da luz por um prisma;
  - Arco-íris;
  - Inflexão (difração).
- Instrumentos e Dispositivos:
  - Lentes e espelhos;
  - Microscópios;
  - Telescópios;
  - Câmara escura;
  - Lanterna mágica.

Essa categorização e subcategorização foi realizada tanto *a priori* quanto *a posteriori*, ou seja, possuindo uma visão geral das imagens colhidas, pude determinar algumas das categorias e subcategorias; outras foram resultado de um refinamento ou reavaliação de classificações anteriores<sup>7</sup>.

Na terceira etapa, incluí as ilustrações obtidas nas categorias definidas, descartando outras que não se enquadravam. Na quarta e última etapa, que engloba a análise dos resultados da categorização, foi possível notar um aspecto que acabou se confirmando após uma análise minuciosa: a acentuada padronização das ilustrações em relação ao estilo e aos elementos retratados, isto é, figuras dentro de uma mesma subcategoria eram muito semelhantes, variando apenas em alguns pontos.

A identificação dessa padronização foi consequência não apenas da categorização, mas também de uma interpretação adicional, balizada em reflexões como: O que as ilustrações mostram? Como elas retratam um fenômeno ou um instrumento? O que significam os elementos que as compõem e a organização espacial deles na imagem como um todo? Nesse sentido, o aporte metodológico foi a “análise iconográfica” descrita por Panofsky (2017). Considerando três níveis de estudo de imagens – pré-iconográfico, iconográfico e iconológico –, as concepções do autor envolvem obras de arte, mas, com adaptações, podem ser aplicadas no caso em pauta. A análise iconográfica envolve não apenas identificar as

---

<sup>7</sup> Por exemplo, inicialmente, previa a inclusão da categoria “Natureza da luz”, em que mostraria ilustrações que retratassem como os autores (e ilustradores) concebiam visualmente a luz. Porém, não foi possível identificar, de modo claro, ilustrações que se encaixassem nessa definição da categoria. De outra parte, optei por juntar em uma única subcategoria ilustrações que geralmente apareciam próximas nos materiais analisados, como é o caso de “Lentes e espelhos”.

formas que compõem as imagens, mas reconhecer que, em conjunto, significam algo. Por exemplo, em uma ilustração do fenômeno da reflexão, podemos identificar setas, linhas, ângulos, curvas etc. Isso faz parte do estudo pré-iconográfico. Contudo, reconhecer nesse conjunto de elementos a representação do fenômeno da reflexão implica um conhecimento prévio não apenas de imagens semelhantes, mas do próprio fenômeno, o que caracteriza um estudo iconográfico. Panofsky (2017, p. 58) utiliza uma alegoria interessante, que serve como outro exemplo: “Nosso bosquímano australiano [se não conhecesse minimamente o Cristianismo] não seria capaz de reconhecer o assunto da Última Ceia [pintura de Michelangelo (1475-1564)]; esta lhe comunicaria apenas a ideia de um jantar animado”.

Portanto, na quarta etapa, após categorizar as ilustrações, busquei identificar elementos nelas que mostrassem como o fenômeno ou instrumento em questão foi representado, levando à percepção mencionada anteriormente de que houve uma notável estandardização nos desenhos. Em certos momentos, após já estar familiarizado com o processo, conseguia reconhecer que uma ilustração mostrava um fenômeno particular mesmo sem consultar o extrato do texto em que ela havia sido citada. Isso foi particularmente útil quando se tratou de instrumentos representados somente pelo ponto de vista do comportamento da luz dentro dele, como foi o caso das ilustrações de telescópios.

### **III. Os ilustradores e gravadores**

As ilustrações analisadas na pesquisa que originou este artigo foram produzidas por um grupo de pessoas geralmente invisibilizado no processo histórico e historiográfico. Esses ilustradores, gravadores e artistas, em geral, contribuíram para o estabelecimento de várias representações visuais dos fenômenos da ciência e, por isso, devem ser lembrados e estudados. Nesse sentido, o propósito dessa seção é dar um mínimo de visibilidade a eles e a seus trabalhos.

No quadro 2, listo alguns dos ilustradores e gravadores certamente ou provavelmente que produziram os desenhos analisados neste artigo. Esta lista é baseada primordialmente por um levantamento realizado no *Database of Scientific Illustrators, 1450-1950* (DSI), iniciativa do Departamento de História da Universidade de Stuttgart, na Alemanha, e coordenada por Klaus Hentschel<sup>8</sup>. Na busca avançada, é possível incluir os nomes para quem os ilustradores trabalharam. Dessa maneira, por exemplo, podemos verificar quais indivíduos ilustraram obras de Voltaire ou de 'sGravesande. Outros nomes foram obtidos diretamente das obras, por estarem lá identificados, ou por outras fontes.

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://dsi.hi.uni-stuttgart.de/>. Acesso em: maio 2023.

Quadro 2 – Ilustradores a quem podemos atribuir certamente ou provavelmente as ilustrações analisadas para este artigo. Nos casos em que não há certeza da colaboração, o símbolo \* foi colocado logo após o nome do ilustrador.

Ilustrador	Obra (autor), ano de publicação.	Fonte	Observação
Robert Hooke (1635-1703), filósofo natural inglês.	<i>Micrographia</i> (Robert Hooke), 1665.	Prefácio do livro	No prefácio da <i>Micrographia</i> , Hooke atesta: “[...] os gravadores seguiram muito bem minhas orientações e desenhos” (Hooke, 2003, The Preface, s.p., tradução livre). Vale destacar que nenhum gravador deste livro especificamente foi identificado no levantamento feito.
Christopher Wren* (1632-1723), matemático e arquiteto inglês.	<i>Micrographia</i> (Robert Hooke), 1665.	DSI	Embora Wren esteja listado no DSI como colaborador de Hooke na <i>Micrographia</i> e este último o cite no prefácio do livro, não há menção explícita pelo autor de que ele tenha contribuído com as ilustrações.
George E. Gladwin* (?-?), gravador inglês.	<i>Cyclopædia</i> (Ephraim Chambers, ed.), 1728.	DSI	Embora haja associação de Gladwin à <i>Cyclopaedia</i> no DSI, não foi possível localizar qualquer menção a ele (ou a outro ilustrador ou gravador) na obra, tampouco a ilustração referenciada no DSI pôde ser encontrada no livro.
Jacob Folkema* (1692-1767), ilustrador e gravador neerlandês.	<i>Elémens de la Philosophie de Newton</i> (Voltaire), 1738.	DSI	Não está claro quais ilustrações foram feitas por Folkema, mas dado que o frontispício do livro foi reconhecidamente feito por Louis Fabritius Dubourg (1693-1773), é provável que as demais ilustrações tenham sido feitas pelo primeiro.
James Mynde (1702-1771), gravador inglês.	<i>Mathematical Elements of Natural Philosophy</i> (Willem J. ’sGravesande), 1747.	Próprio material	Mynde está identificado em todas as ilustrações do livro de ’sGravesande.
Louis-Jacques Goussier (1722-1799), ilustrador francês.	<i>Encyclopédie</i> (Denis Diderot e Jean D’Alembert, eds.), 1751-1772	Kafker e Pinault-Sørensen (1995) e próprio trabalho	Os dois nomes estão identificados nas pranchas de óptica da <i>Encyclopédie</i> .
Bonaventure-Louis Prevost (1735?-1804?), gravador francês.			
John Butterworth* (1727-1803), gravador inglês.	<i>The History and Present State of Discoveries Relating</i>	DSI; próprio material	O nome de Butterworth é visto no <i>Biographical Chart</i> disponível no início do livro, mas não pôde ser confirmado se ele

	<i>to Vision, Light and Colours</i> (Joseph Priestley), 1772.		também gravou as ilustrações.
Andrew Bell (1726-1809/1810?), gravador escocês.	<i>Encyclopædia Britannica</i> , 3º ed. (Colin Macfarqhar e George Gleig, eds.), 1797.	DSI e proprio trabalho	Bell foi referenciado nas pranchas da enciclopédia.

#### IV. Uma iconografia da óptica (1665-1798)

Nesta seção, apresento o resultado do estudo iconográfico realizado com os materiais listados no quadro 1. A análise está dividida nas categorias e subcategorias delimitadas anteriormente. É importante salientar que não será apresentada uma descrição minuciosa dos fenômenos ou instrumentos mostrados nas ilustrações; meu propósito é examinar essas últimas, suas características, semelhanças, diferenças de estilos de desenho e de abordagem, entre outros pontos. Ocasionalmente, serão abordados alguns aspectos científicos ou históricos dos fenômenos e dispositivos representados, apenas a título de complementação da argumentação.

#### Fenômenos

Na categoria de “Fenômenos”, analisei as ilustrações que retratam quatro deles: a reflexão e a refração (tomados em conjuntos), a dispersão da luz branca por um prisma, a difração (ou inflexão, como era chamada) e o arco-íris. Nem todos os materiais apresentaram ilustrações de todos esses fenômenos, de modo que a quantidade de exemplos citados e analisados pode variar.

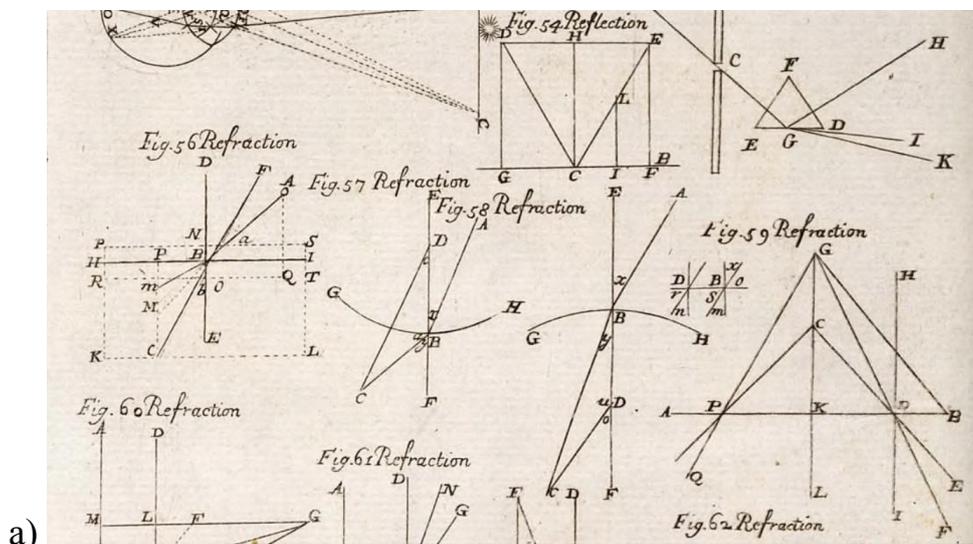
#### *Reflexão e refração*

Os primeiros fenômenos analisados são os mais basilares da óptica: a refração e a reflexão. Desde escritos antigos, como os de Euclides ou Ptolomeu, esses dois fenômenos ocupam as páginas iniciais de tratados de óptica, cujo conhecimento a respeito é normalmente considerado fundamental para compreender os demais fenômenos da área. Não por menos, em contextos de ensino, são aqueles que geralmente iniciam a abordagem da óptica, cujas leis aprendemos primeiro e por meio dos quais temos a primeira imersão em um viés geométrico da área. Usualmente, esses fenômenos são representados por setas e ângulos, raramente dando oportunidade para uma discussão mais profunda sobre como neles se dá a interação entre a luz e a matéria (GIRCOREANO; PACCA, 2001).

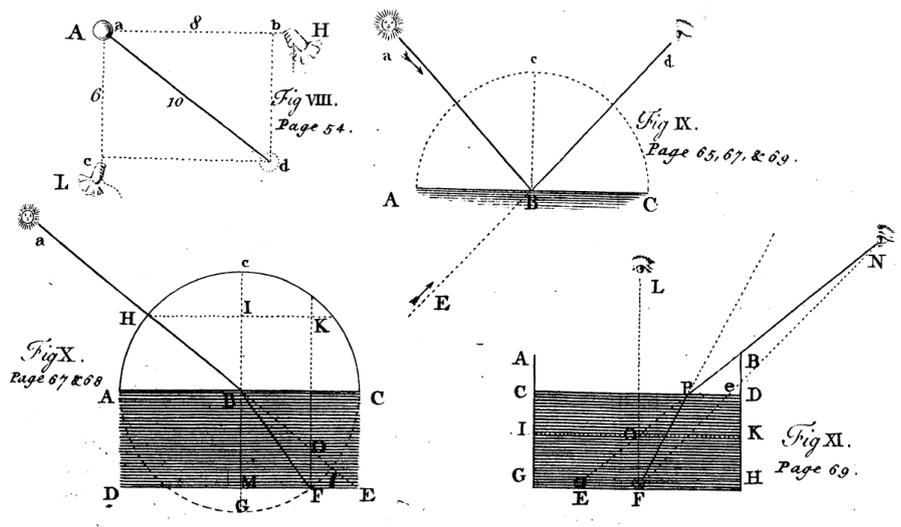
Nos materiais analisados para este estudo, identifiquei três tipos de abordagem visual para a refração e a reflexão. Por um lado, alguns materiais trouxeram apenas o caráter geométrico dos fenômenos, mostrando o caminho dos raios de luz em cada um deles. Por sua

vez, outros materiais foram um pouco além, não apenas incorporando o viés geométrico, mas também considerando os fenômenos como resultado de forças atrativas e repulsivas dos corpos sobre a luz. Um terceiro tipo pôde ser identificado na *Micrographia* de Hooke, em que atrelou a refração à produção de cores. No geral, contudo, todas apresentaram modos semelhantes de desenhar esses fenômenos.

Em relação à primeira abordagem, as ilustrações mostraram apenas as trajetórias dos raios de luz, ressaltando a igualdade dos ângulos de incidência e reflexão no caso da reflexão e o desvio sofrido por esses raios na refração produzida quando da passagem por dois meios de densidade diferentes. Nela, podemos identificar um padrão que permanece até os dias atuais, em que há pouca ou nenhuma ênfase à natureza física da luz, simplificando-a em linhas e setas. No conjunto de ilustrações a seguir, trago alguns exemplos.



a)



b)





No caso da *Encyclopédie* (ilustração 3a), a força atrativa atua no espaço delimitado entre os segmentos *PS* e *RF*, desviando o raio luminoso de sua trajetória. No caso de 'sGravesande (ilustração 3b), temos retratado na ilustração o “espaço de atividade”, conceito que elaborou para explicar a influência da força atrativa na refração (MOURA, 2022). No caso das ilustrações de Priestley (ilustração 3c), copiadas de um artigo de John T. Desaguliers (1683-1744), temos, à esquerda, o comportamento da luz quando as bases de dois prismas se aproximam, em um jogo de forças exercidas pelos dois, e à direita, o caminho percorrido pelo raio no caso da reflexão total, quando, por conta de sua inclinação, não teria condições de superar a força atrativa do meio mais denso, sendo trazido de volta a ele.

Outros materiais trouxeram a mesma abordagem, mas também ilustraram o caminho do raio na reflexão. Nesse sentido, além de representarem um espaço onde a atração atuava, incluíram um espaço de atuação da repulsão acima, mais estreito que o primeiro. Conforme apontei em estudo recente, os autores desses e de outros textos enfrentaram dificuldades conceituais em explicar a existência de um poder repulsivo nos corpos, algo que não encontrava semelhança na mecânica – afinal, não havia algo como repulsão gravitacional –, além de não explicarem por que a região de repulsão ficaria antes da de atração e seria menor que ela (MOURA, 2020).

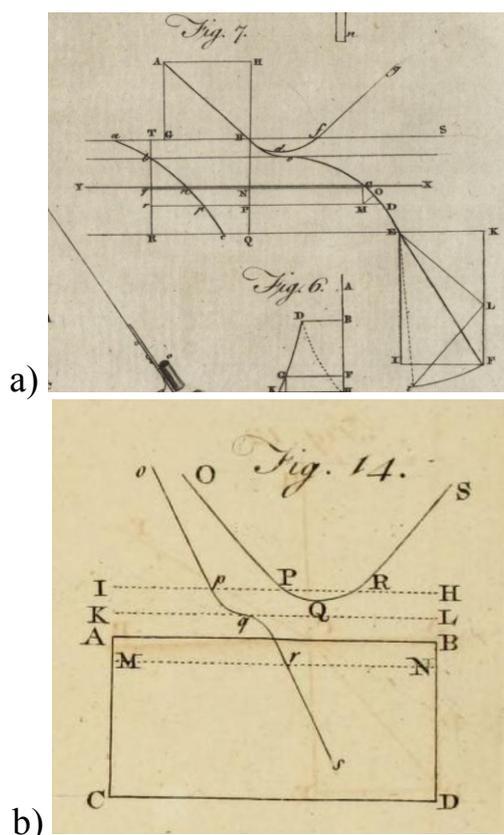


Figura 1 – Ilustrações da *Encyclopædia Britannica* (a) e do *Treatise on the Eye* de Porterfield (b), mostrando, além de uma região de atração, outra de repulsão. Fonte: Macfarqhar e Gleig (1728, Plate CCCLIV); Porterfield (1759, Plate 2, v. 2).



## *Dispersão da luz em um prisma*

A dispersão da luz branca quando de sua passagem por um prisma é, certamente, um dos fenômenos ópticos mais conhecidos quando se aborda a história da área, especialmente por sua origem estar atrelada aos trabalhos de Newton. Em resumo, o fenômeno envolve a formação de uma faixa colorida – chamada, justamente por Newton, de “espectro” – após um feixe de luz branca atravessar um prisma. Conforme apontam historiadores da óptica, apesar da fama, Newton não foi o primeiro a realizar experimentos com prismas, já executados anteriormente por filósofos naturais como Hooke, Robert Boyle (1627-1691) e René Descartes (1596-1650) (SILVA, 1996; DARRIGOL, 2012).

No entanto, com os trabalhos de Newton o fenômeno parece ter ganhado proporção e importância maiores, especialmente após a publicação da “Nova teoria sobre luz e cores”, em 1672. Sabidamente alvo de diversas controvérsias com Hooke e Christiaan Huygens (1629-1695), o texto apresentou o argumento de que o prisma não modificava a luz branca, considerada pura e homogênea, como se acreditava geralmente; por sua vez, propôs Newton, o prisma separava os raios coloridos, os quais misturados heterogeneamente davam a sensação de luz branca. A cor não seria, assim, uma qualidade da luz, mas uma propriedade original e imutável dela. Implicitamente, estava no cerne dessa questão uma concepção corpuscular para a luz (SILVA; MARTINS, 1996). Para demonstrar sua proposição, Newton descreveu o famoso *experimentum crucis*, em que um feixe colorido resultante da passagem de um feixe de luz branca por um primeiro prisma passava por outro, mostrando que a cor era mantida (SABRA, 1967, p. 231-250)<sup>9</sup>.

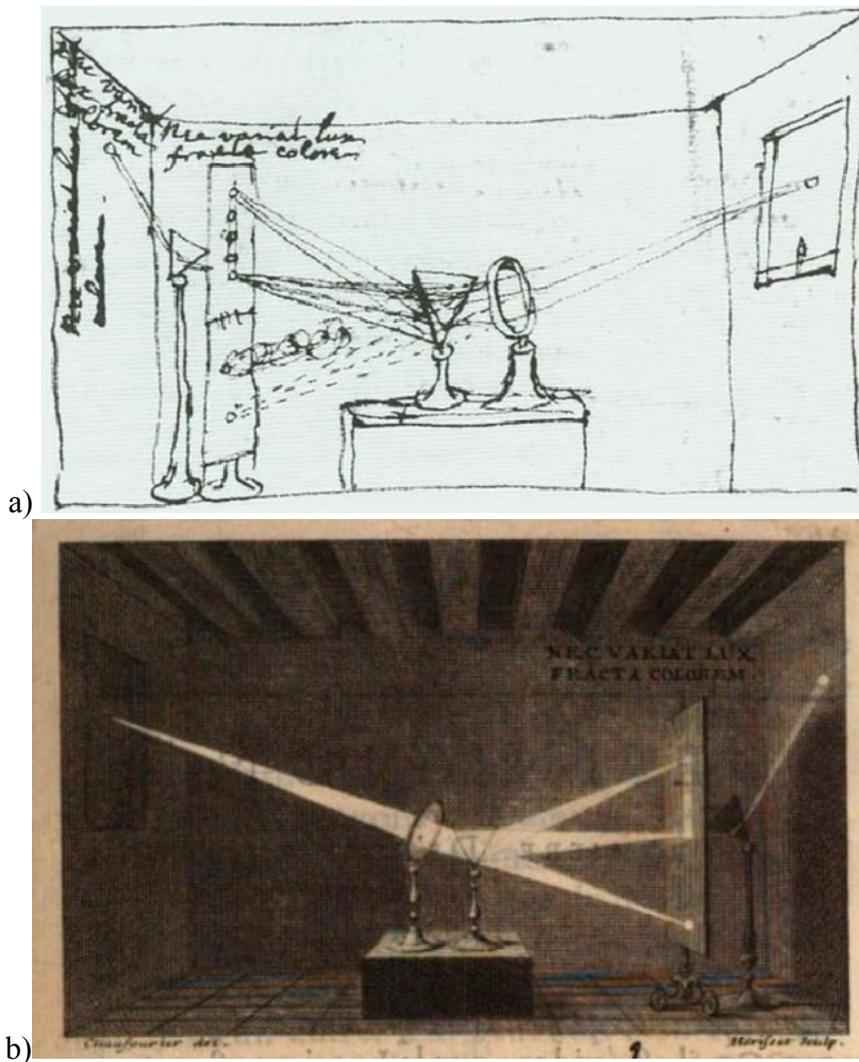
Na “Nova teoria”, Newton não incluiu desenhos do *experimentum crucis* ou de outros experimentos com prismas. Contudo, um esboço visual do experimento é comumente utilizado e reproduzido em materiais históricos e didáticos (ilustrações 5a e 5b). Trata-se, na realidade, de um desenho feito pelo próprio Newton para ilustrar a segunda edição francesa oficial do *Óptica*, publicada em 1722 (GUERLAC, 1981, p. 157).

Foi com o *Óptica* que não apenas o *experimentum crucis*, mas o fenômeno da dispersão da luz branca por um prisma aparenta ter ganhado uma representação padronizada, mostrando um prisma sendo atravessado por um feixe de luz simbolizado por várias linhas retas e, em seguida, formando o espectro em um anteparo posicionado não muito distante dele. Neste livro, também se consolidou a ideia já presente na “Nova teoria” de que o espectro luminoso seria dividido em sete cores principais, a saber, violeta, índigo (ou anil), azul, verde, amarelo, laranja e vermelho (TOPPER, 1990)<sup>10</sup>. As ilustrações dos vários experimentos com prismas são abundantes, conforme podemos ver na prancha reproduzida na ilustração 6.

---

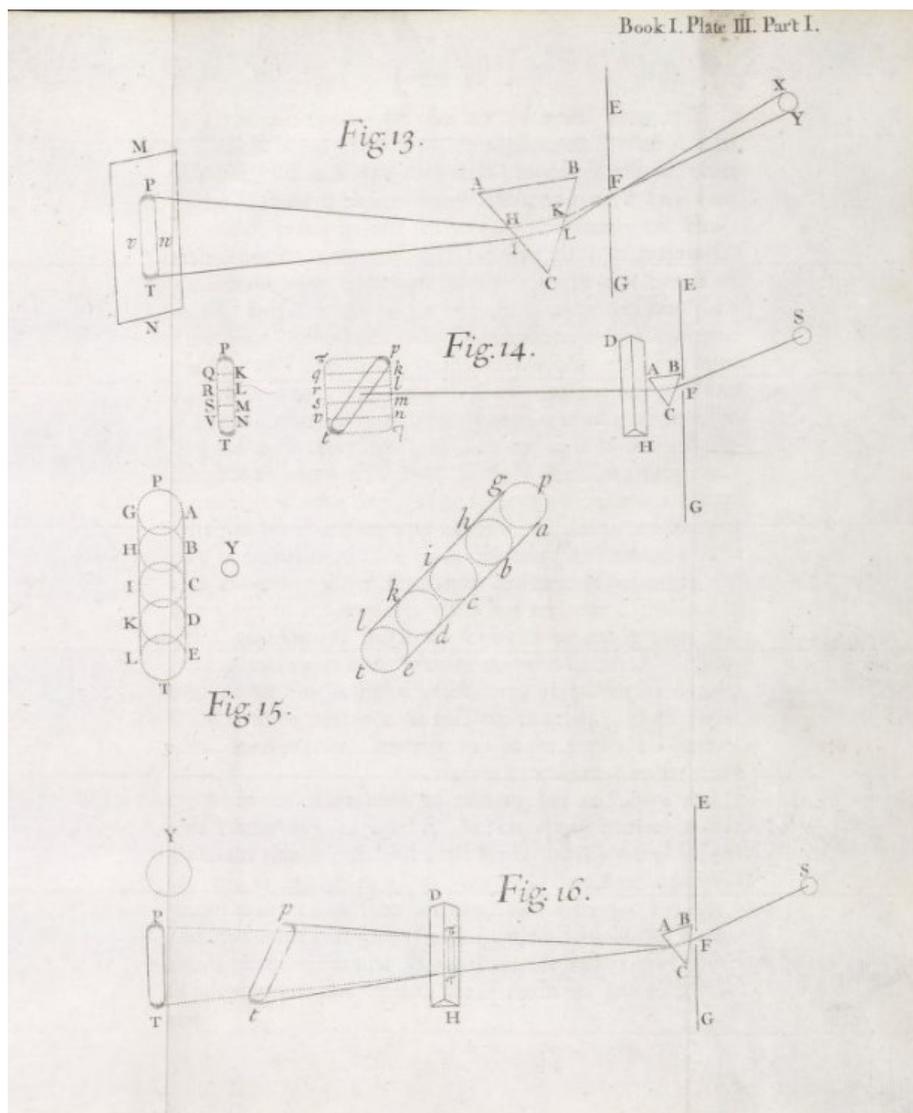
<sup>9</sup> Vale destacar que o *experimentum crucis* não foi “crucial” para a determinação da heterogeneidade da luz branca, como sugeriu Newton na “Nova teoria”. Ver Martins e Silva (2015).

<sup>10</sup> Como sabemos, o espectro luminoso tem infinitas cores, e não apenas sete. Conforme apontam Silva e Martins (1996, p. 322, n. 51), Newton não havia proposto em seus estudos sobre a luz antes da “Nova teoria” a existência



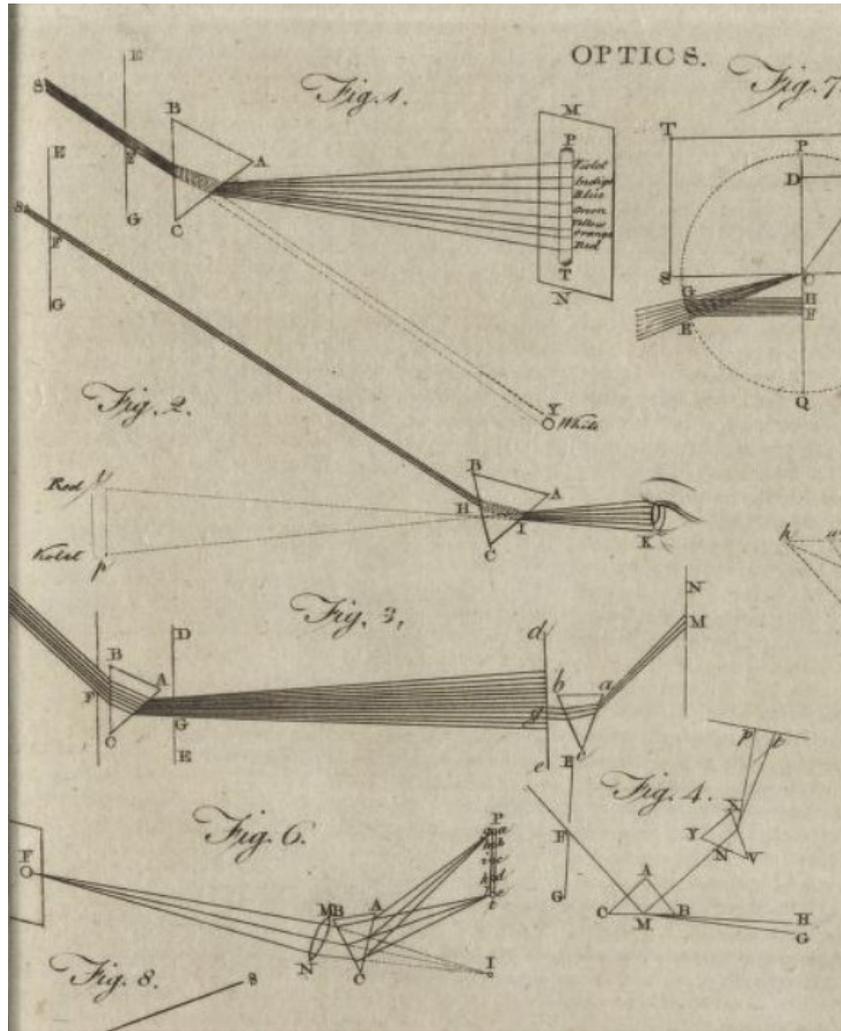
*Ilustração 5 – Ilustrações do experimento crucis. Em a) temos o esboço de Newton e em b) a versão publicada na segunda edição francesa oficial do Óptica, de 1722, feita por Jean Chaufourier (1679-1757) e gravada por Antoine Herisset (c. 1685-1769). Podemos ver o feixe de luz vindo de um buraco da janela, atravessando uma lente e o primeiro prisma e, enfim, um feixe colorido atingindo um anteparo com furos. Passando por um furo desse anteparo, o feixe colorido é novamente refratado por um segundo prisma. Fonte: Guerlac (1981, p. 158); Newton (1722, p. 1).*

de sete cores, mas de cinco. A fim de fazer uma analogia com as notas musicais, acabou por introduzir mais duas cores ao espectro.

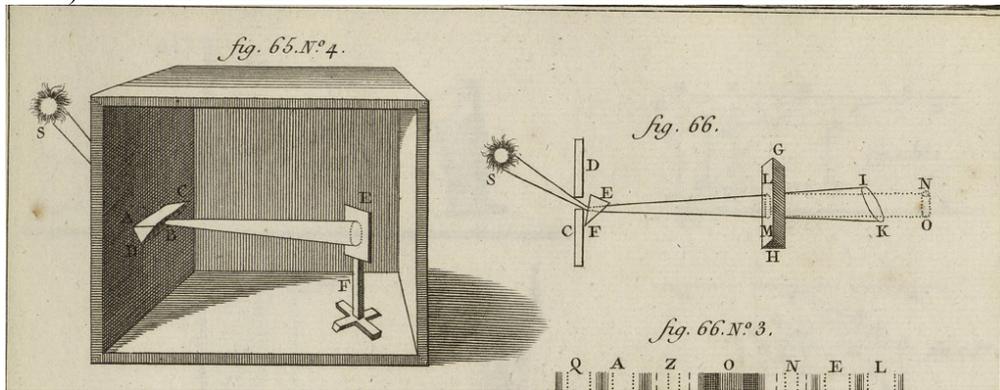


*Ilustração 6 – Uma das pranchas do Óptica, mostrando vários experimentos com prismas. A figura 13, em especial, será profusamente reproduzida e modificada ao longo do século 18. Fonte: Newton (1704, Book I, Plate III, Part I).*

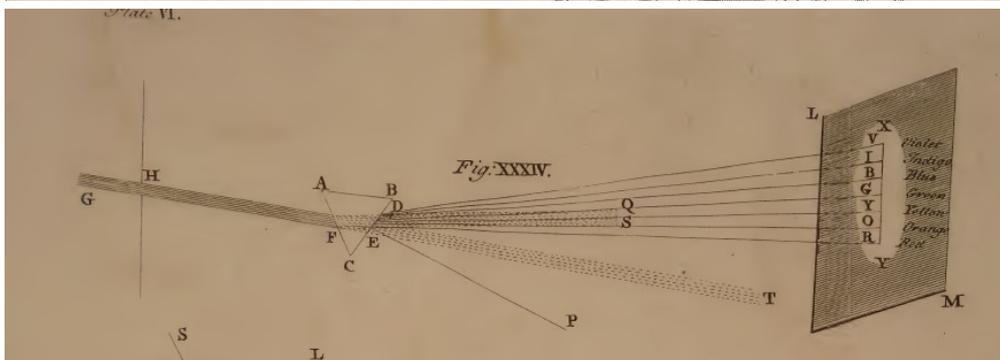
Nos materiais publicados nas décadas seguintes, os experimentos com prismas foram extensamente referenciados e comentados, acompanhados de ilustrações. Podemos dividir esse conjunto ilustrações sobre a dispersão da luz branca por um prisma em duas categorias: as cópias das ilustrações do *Óptica* e as tentativas de aprimoramento ou detalhamento. Na primeira categoria estão as ilustrações que simplesmente copiaram totalmente ou muito proxivamente aquelas do *Óptica*, o que é o caso de boa parte dos materiais considerados neste artigo (ilustrações 7a, 7b, 7c e 7d).



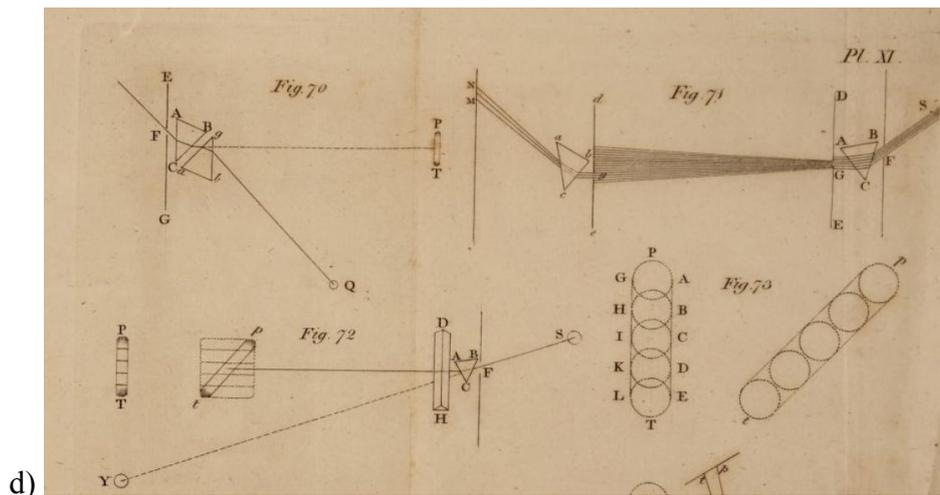
a)



b)



c)



d) *Ilustração 7 – Pranchas mostrando versões iguais ou muito similares àquelas publicadas no Óptica de Newton. Os exemplos foram retirados dos seguintes materiais: a) Encyclopædia Britannica, b) Encyclopédie, c) Course of Lectures de Martin, d) The History of Optics de Priestley. Nas ilustrações (a) e (c) é possível notar a tendência de advinda do Óptica de dividir o espectro em sete cores. Fonte: Macfarqhar e Gleig (1728, Plate CCCLX); <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/planche/v26-x1?p=v26-g57&vp=y&>. Acesso em: maio 2023; Martin (1743, Plate VI); Priestley (1772, Plate XI).*

Três outros materiais podem ser enquadrados na categoria de tentativas de aprimoramento ou detalhamento, sem fugir, infelizmente, de erros ou de concepções comuns que ainda hoje estão associadas aos experimentos com prismas. O primeiro deles é o *Dictionnaire* de Savérien, onde vemos uma refinada ilustração mostrando o feixe sendo dispersado em várias cores (ilustração 8). Contudo, nota-se que o livro de Savérien divide as supostas sete cores em círculos sobrepostos, o que provavelmente é influência direta do *Óptica*, onde Newton propôs algo similar (ver figura 15 da ilustração 6). Segundo Silva e Martins (2006, p. 214-216), trata-se de uma idealização do espectro, provavelmente visto como uma gota, e um indício de que Newton não se baseou somente naquilo que observava para propor suas ideias, mas também em hipóteses. Como vemos, no entanto, essa percepção irreal do espectro se perpetuou em materiais posteriores.

Um tratamento similar ao de Savérien foi encontrado no *Elémens* de Voltaire. Novamente, vemos na ilustração 9 o espectro dividido em sete cores, dessa vez nomeadas pelo autor, de cima para baixo: violeta, púrpura, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho. A divisão também foi reforçada no texto, quando Voltaire argumenta sobre os “sete raios de luz que escapam do corpo desse raio” (VOLTAIRE, 2015, p. 144).

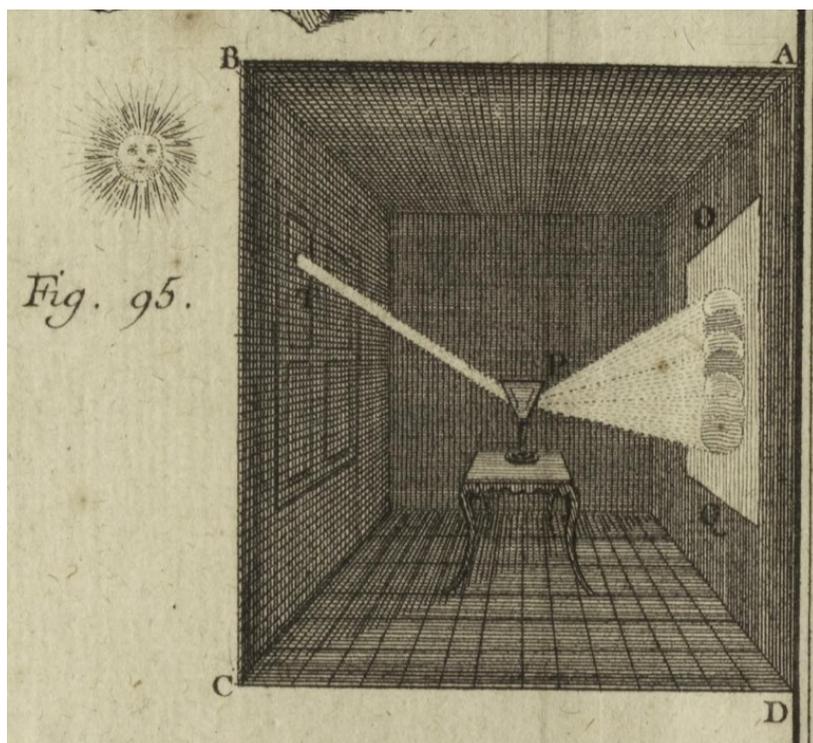


Ilustração 8 – Ilustração do Dictionnaire de Savérien, onde vemos o espectro dividido em sete círculos coloridos sobrepostos.

Fonte: <https://dlc.mpg.de/image/867385359/589/>. Acesso em: maio 2023.

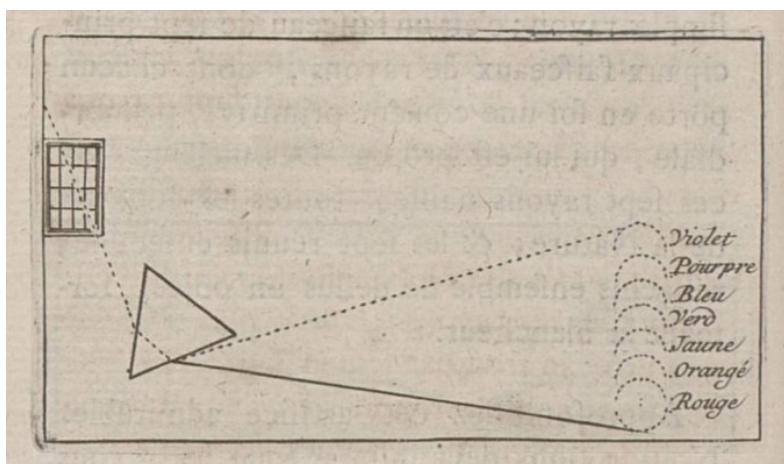


Ilustração 9 – O experimento da dispersão da luz branca por um prisma no *Éléments de Voltaire*. Fonte: Voltaire (1738, p. 118).

O terceiro exemplo dessa categoria é o *Mathematical Elements* de 'sGravesande. Esse material é um dos mais guarnecidos de ilustrações de vários tipos, e no caso do experimento da dispersão da luz branca por um prisma, não é diferente. São sete pranchas

com o detalhamento da organização dos aparatos utilizados. Na ilustração 10, vemos a configuração tradicional do experimento.

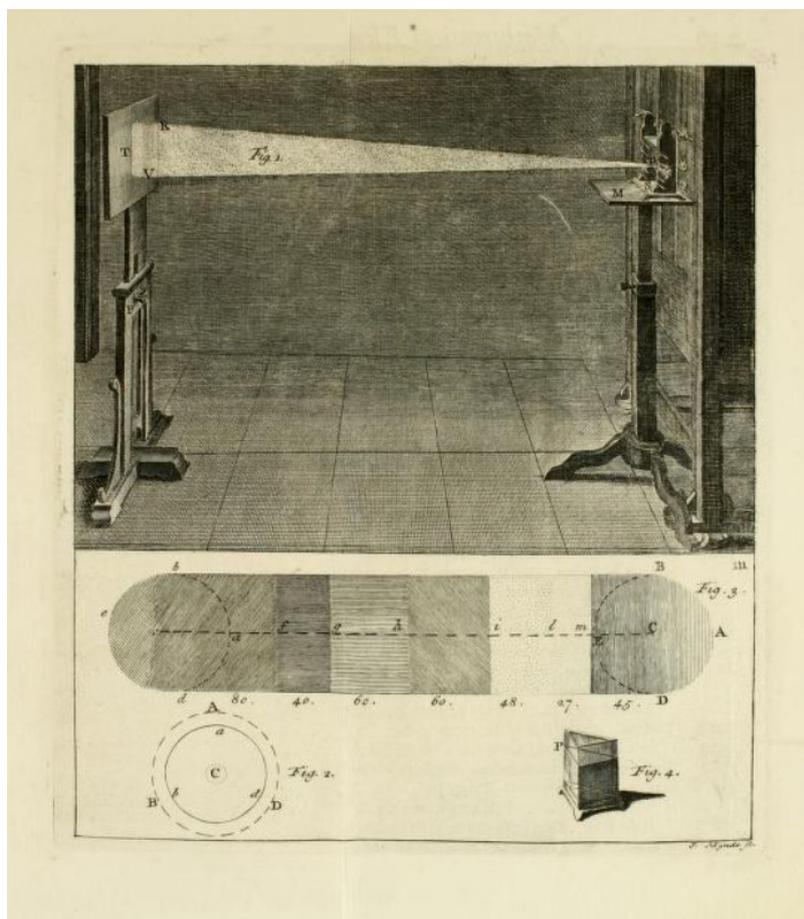
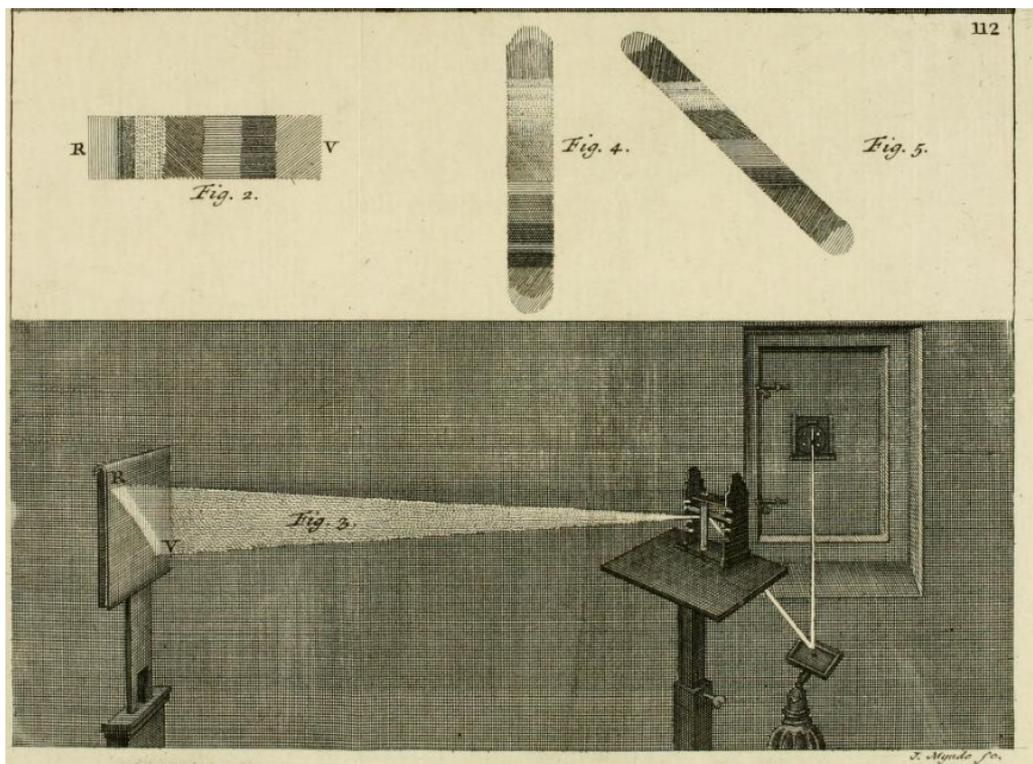


Ilustração 10 – Prancha com ilustrações sobre o experimento com prismas no *Mathematical Elements* de 'sGravesande. Fonte: 'sGravesande (1747, Plate 111).

Na ilustração 11, ainda do *Mathematical Elements*, temos uma visualização próxima de como seria o esquema para uma das variantes de experimentos com prismas exploradas no *Óptica*: a passagem da luz por dois prismas cujos eixos estão a  $90^\circ$  graus um para o outro, ou seja, um na vertical e outro na horizontal, conforme mostrado na figura 14 da ilustração 6. Também há destaque para a forma inclinada do espectro, conforme demonstrada anteriormente por Newton.

Portanto, pelos exemplos de ilustrações anteriores, vemos que a dispersão da luz branca por um prisma foi discutida e representada em materiais do século 18, com forte influência dos desenhos publicados no *Óptica* de Newton. Não obstante, elas propagaram a concepção equivocada, mas ainda presente, de que o espectro da luz visível possui apenas sete cores. Dada a presença de imagens semelhantes em materiais dos dias atuais, pode-se inferir que essa representação visual não se modificou muito ao longo das décadas e séculos

posteriores, permanecendo como um modelo do que se entende por esse fenômeno, estreitamente associado à óptica newtoniana.



*Ilustração 11 – Esquema de 'sGravesande para um dos experimentos do Óptica de Newton, em que a luz passa por dois prismas orientados diferentemente. Na figura 5, temos o espectro inclinado, conforme o esperado. 'sGravesande (1747, Plate 112)*

### *Arco-íris*

Igualmente estudado desde a Antiguidade, o arco-íris é um dos fenômenos ópticos mais conhecidos e um dos mais cultuados e presentes em nosso arcabouço cultural, seja para inspirar histórias sobre lugares mágicos, seja para alimentar lendas de seres ou episódios míticos (ZAJONC, 1995, p. 165). Explicações sobre ele existem, assim, desde os escritos mais remotos. Uma das primeiras tentativas conhecidas de elucidar o arco-íris veio com Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), que imaginava o fenômeno como resultado apenas da reflexão da luz pelas nuvens. Um tratamento mais sistemático foi dado posteriormente por autores como Robert Grosseteste (1170-1253) e Descartes (BLAY, 2005; DARRIGOL, 2012, p. 45-47).

Em Descartes que encontramos um modelo de ilustração para o fenômeno que se tornou referência para as figuras nos materiais considerados nesta pesquisa, mostrando o arco-íris e o modo como se davam as refrações e reflexões nas gotas d'água, e não mais nas nuvens em si (BLAY, 2005, p. 51). Na ilustração extraída de seu *Les Météors* (1637), vemos a explicação para a formação do arco-íris primário (inferior) e o arco-íris secundário (superior)

(ilustração 12). Nota-se que os raios  $A$  e  $F$  atingem a gota em partes diferentes – um mais acima, outro mais abaixo –, o que gera um número diferente de reflexões dentro dela. O arco-íris primário surge quando o raio é refratado duas vezes, ao entrar e sair da gota d’água – cujo tamanho foi exagerado na figura –, e refletido uma vez (linha contínua). O secundário surge quando o raio é refratado e refletido duas vezes na gota (linha tracejada). A quantidade de reflexões influencia a ordem das cores, por isso, de um arco-íris a outro, ela é invertida (YOUNG, 2009, p. 13).

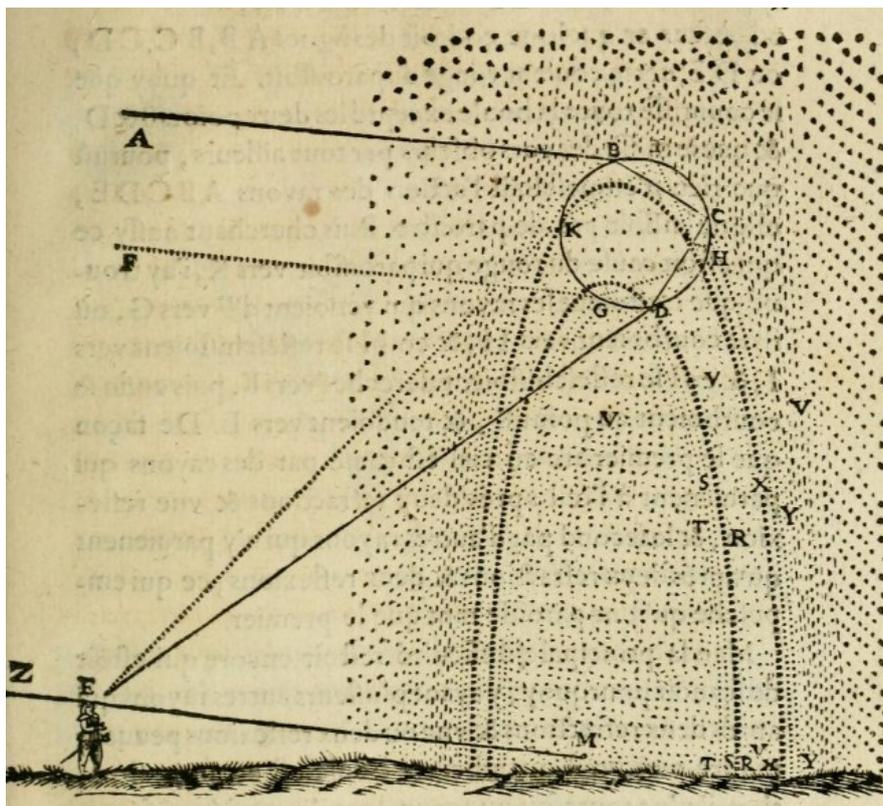


Ilustração 12 – Descartes e o arco-íris. Fonte: Descartes (1658, p. 253).

Décadas depois, com o advento do conceito de heterogeneidade da luz branca proposto por Newton tanto na “Nova teoria” (1672) quanto no *Óptica* (1704), a explicação para o arco-íris passou a ser, majoritariamente entre os filósofos naturais do século 18, a newtoniana. Não obstante, as ilustrações seguiram o mesmo estilo daquela do *Les Météors* de Descartes, com um observador olhando para dois arcos projetados no céu, o primário (menor) e o secundário (maior), como podemos ver na ilustração 13, extraída do livro de Newton.

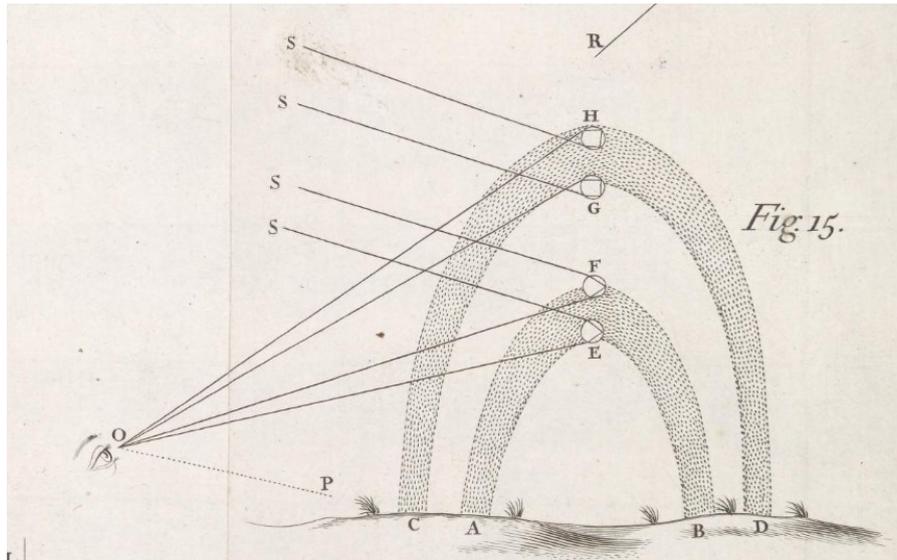
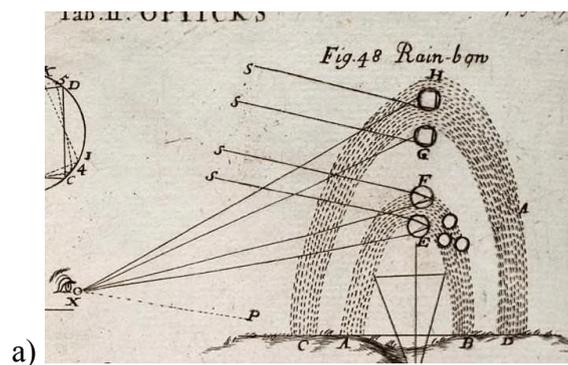
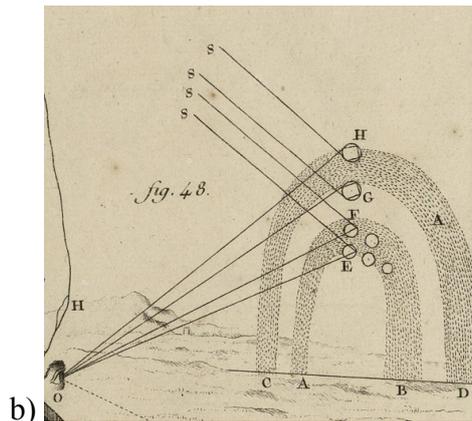


Ilustração 13 – Ilustração do Óptica de Newton, em que o estilo do desenho no *Les Météors de Descartes* foi preservado. É possível verificar, por exemplo, a única reflexão na gota d’água do arco-íris inferior e a dupla reflexão na gota do arco-íris superior. Fonte: Newton (1704, Book I, Part II, Plate IV).

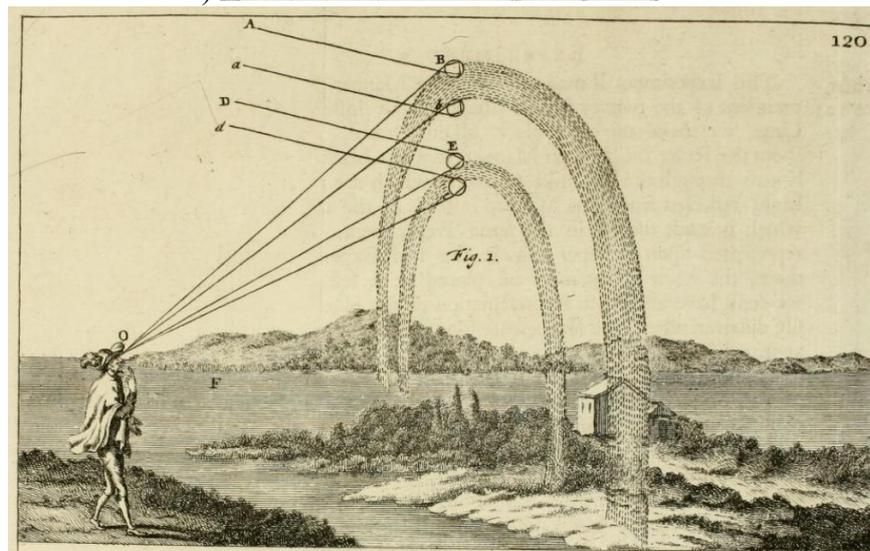
Em outros materiais, encontramos basicamente a mesma ilustração, com pequenas diferenças. Novamente, vemos um padrão se repetir, indicando que, visualmente, pouco foi alterado ao longo do século 18 a respeito da representação do arco-íris, mesmo que, do ponto de vista conceitual, a explicação do fenômeno em si tenha se modificado. Destaca-se no conjunto a seguir a ilustração do *Mathematical Elements* de ‘sGravesande, elegantemente produzida, e a do *Éléments* de Voltaire, onde foram indicadas apenas três cores, “para evitar confusão” (VOLTAIRE, 2015, p. 155).



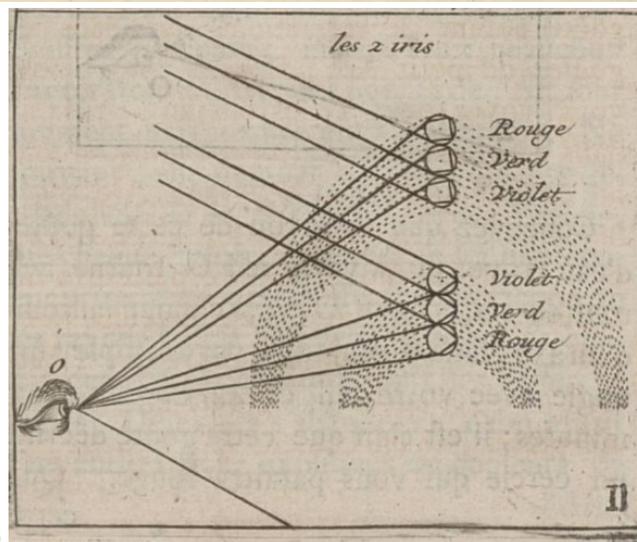
a)



b)



c)



d)

Ilustração 14 – Ilustrações do arco-íris na a) Cyclopaedia, na b) Encyclopédie, no c) Mathematical Elements de 'sGravesande e no d) Éléments de Voltaire. Neste último, podemos notar a inversão das faixas de cores entre um arco-íris e outro.

Fonte: Chambers (1728, Tab. Opticks, s.p.); <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/planche/v26-x1?p=v26-g55&vp=y&>. Acesso em: maio 2023; 'sGravesande (1747, Plate 120); Voltaire (1738, p. 157).

Além da semelhança, um detalhe que chama a atenção nas ilustrações anteriores é a aparente forma “física” do arco-íris, como se ele tocasse efetivamente o solo em uma área específica. Essa é uma percepção distorcida do fenômeno, uma vez que se trata de um efeito óptico; ou seja, o arco-íris não é um ente físico, concreto, mas uma sensação óptica. Embora sua posição pareça fixa no céu, ela varia conforme o ângulo em que o observamos (YOUNG, 2009, p. 14).

Em outros textos, além de disponibilizarem esse tradicional modelo de ilustração do arco-íris, também detalharam o modo como ocorriam as refrações e reflexões no interior das gotas, como foi o caso dos livros de Hooke, Voltaire, Pemberton e Priestley (ilustrações 15a, 15b, 15c e 15d).

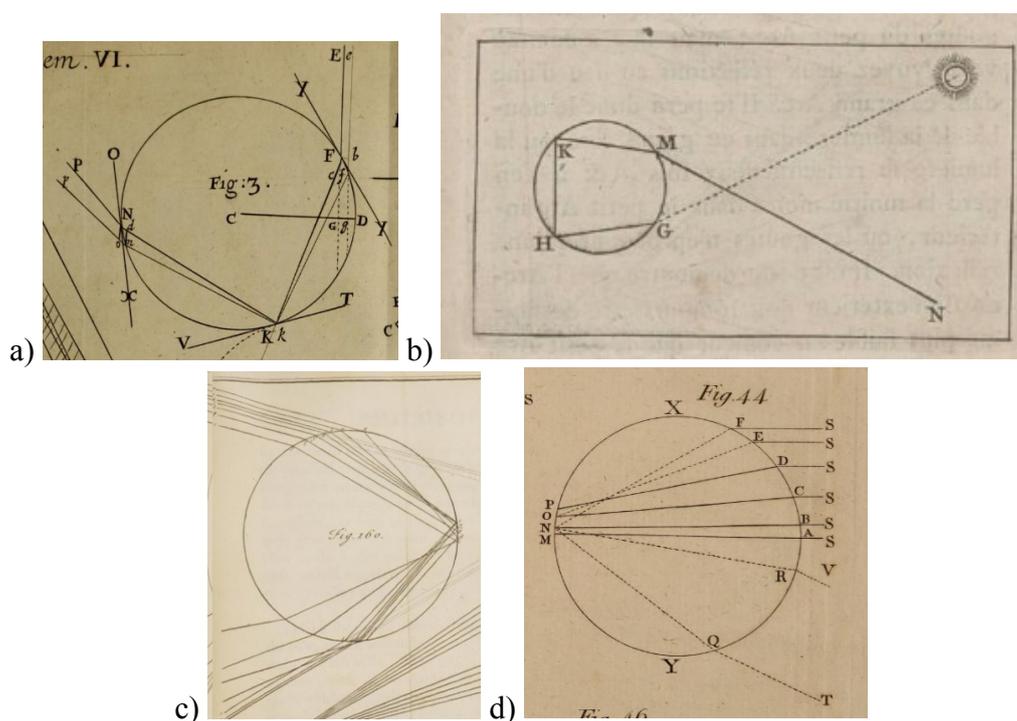


Ilustração 15 – Ilustrações dos livros de Hooke (a), Voltaire (b), Pemberton (c) e Priestley (d), detalhando o trajeto dos raios de luz na gota d’água. Fonte: Hooke (1665, Schem. VI, s.p.); Voltaire (1738, p. 153); Pemberton (1738, s.p.); Priestley (1772, Plate VI).

Nessas ilustrações, temos novamente ressaltado o aspecto geométrico e a representação por linhas dos fenômenos da refração e reflexão da luz. Ademais, assim como no caso da refração e da reflexão, mesmo que tenha havido concepções diferentes, o conceito visual do comportamento da luz na gota d’água foi o mesmo. Isso sugere que a iconografia do arco-íris estava bastante consolidada no período, não ocorrendo iniciativas para alterá-la.

## Difração (inflexão)

A difração da luz pertenceu a uma classe de fenômenos ópticos novos descritos na segunda metade do século 17, composta também pelos anéis coloridos em películas finas.<sup>11</sup> Relatada pela primeira vez pelo padre Francesco Grimaldi (1618-1663) em um trabalho póstumo de 1665, a difração foi aos poucos sendo incorporada nos trabalhos em óptica do período, embora não tenha tido um grande destaque até, pelo menos, o início do século 19 (FRANKEL, 1976). Por exemplo, do trio de principais e mais conhecidos estudiosos da luz do final do século 17 – Hooke, Huygens e Newton –, nenhum escreveu detalhadamente sobre o fenômeno ou mesmo sequer escreveu, como é o caso de Huygens. Em termos gerais, o fenômeno envolvia a produção de franjas na sombra de objetos finos ou fendas quando iluminadas. Atualmente, a difração é explicada pela interferência entre ondas luminosas.

No *Óptica*, Newton descreveu a difração, chamada por ele de “inflexão” no Livro III, mas apenas com algumas observações e uma ideia inicial para explicá-la, dada em mais detalhes nas Questões do mesmo livro. Newton especulou se a luz não sofreria algum tipo de interação com os corpos por meio de forças, o que faria com essa fosse desviada quando próxima deles. Nas décadas seguintes à publicação do *Óptica*, as explicações ao fenômeno não foram alteradas significativamente, e “ninguém [...] avançou um passo além dele [nessa questão]”, como escreveu o teórico Thomas Melvill, em 1756 (MOURA, 2021, p. 723).

Por esse motivo, é compreensível a presença quase unânime das mesmas ilustrações em textos diferentes publicados entre o final do século 17 e o final do século 18. Na análise dos materiais, não encontrei nenhuma ilustração significativamente discrepante das outras, exceto, talvez, no caso do *Mathematical Elements* de 'sGravesande, do qual falarei mais à frente. Todas elas privilegiaram um tratamento geométrico do fenômeno, assim como na refração e reflexão. A maioria utilizou as ilustrações publicadas no *Óptica* de Newton (ilustração 16), em que ele descreveu como o fenômeno poderia ser visualizado pela incidência da luz em um fio de cabelo (figura 1), em uma lâmina de espelho afiada na borda (figura 2) e em uma faca (figura 3).

Em três materiais, pude encontrar figuras idênticas às de Newton: na *Encyclopædia Britannica*, na *Encyclopédie* e no *The History of Light* de Priestley (ilustrações 17a, 17b, 17c e 17d). Todos fizeram referência aos argumentos originais do *Óptica*. No caso da *Encyclopædia Britannica*, ainda foi incluída uma outra ilustração (figura 13 da ilustração 17a), referente a um experimento realizado por Etienne du Tour (1711-1789) mostrando o surgimento de franjas – descritas como de cor laranja – ao se aproximar dois pedaços de papel, bem como outros desenhos de franjas (figuras 3, 4, 5 etc.).

---

<sup>11</sup> Conhecido também como “anéis de Newton” e explicados atualmente pelo conceito de interferência da luz.

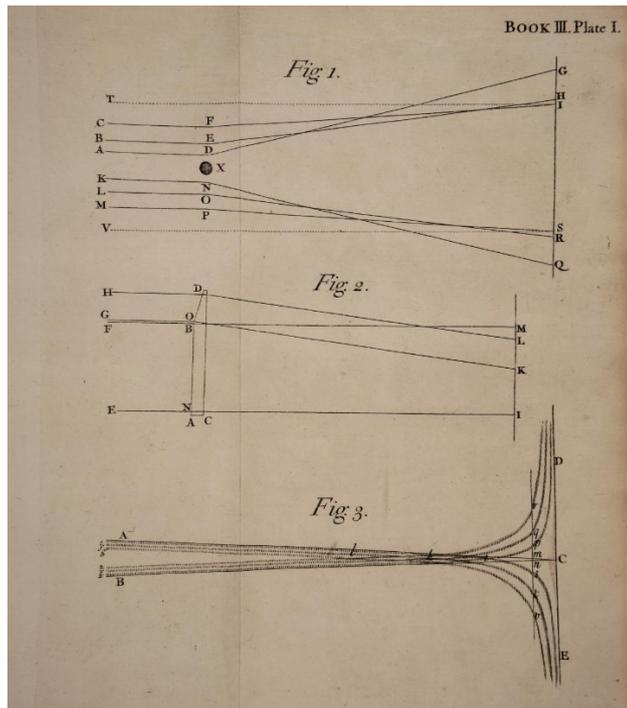
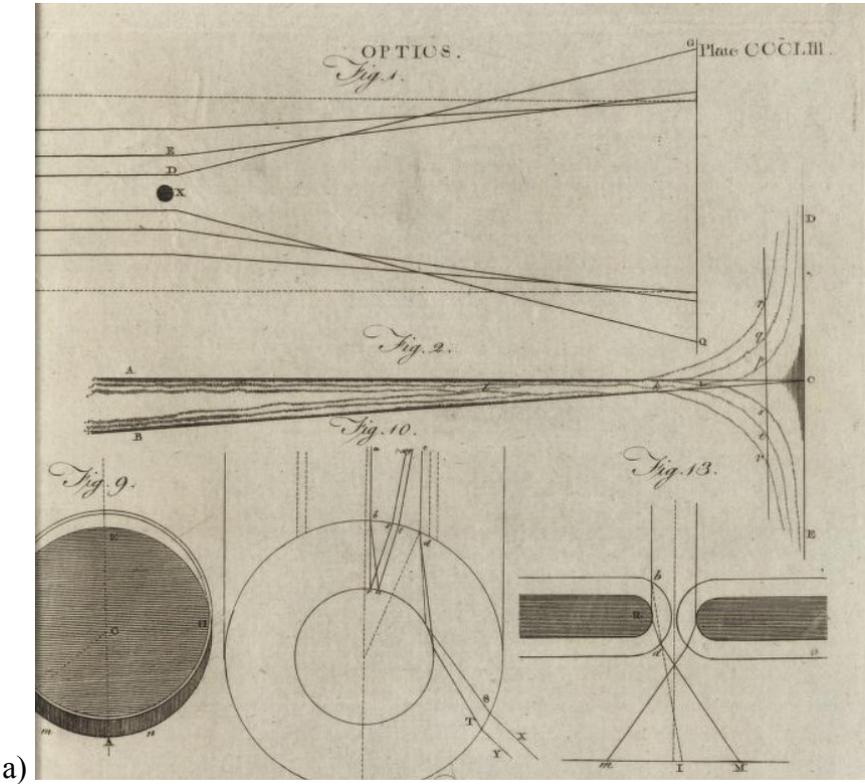
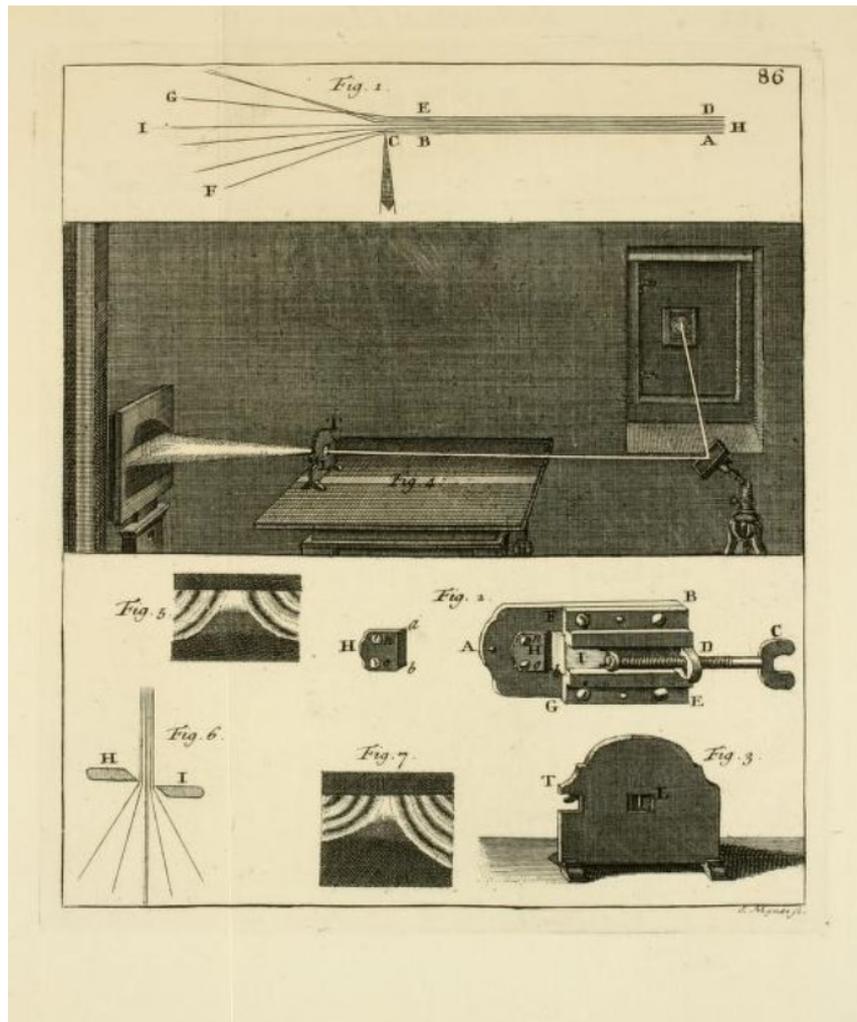


Ilustração 16 – Ilustrações da primeira edição do Óptica (1704) retratando experimentos de inflexão da luz, ou difração, como chamamos nos dias atuais. Fonte: Newton (1704, Plate I, Book III).

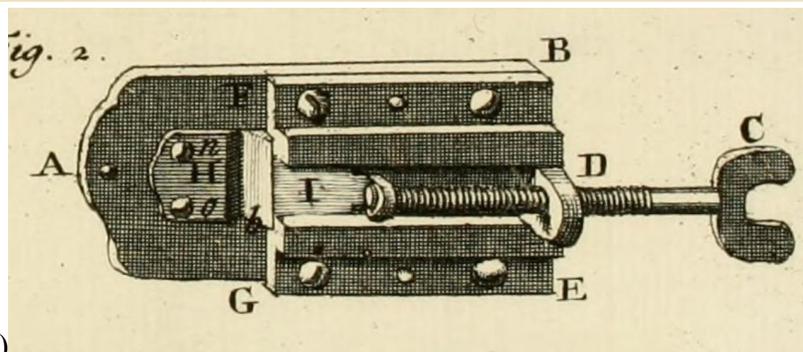


a)





a)



b)

*Ilustração 18 – Ilustrações da difração no Mathematical Elements de 'sGravesande. No detalhe (b), vemos um dispositivo utilizado para aumentar ou diminuir a fenda. Fonte: 'sGravesande (1747, Plate 86).*

Uma abordagem mais da perspectiva do experimento para observar a difração e não apenas do fenômeno em si foi dada no *Mathematical Elements* de 'sGravesande. Em uma prancha inteira, o autor ilustrou em detalhes o aparato experimental utilizado. Podemos ver, por exemplo, que foi utilizado um mecanismo em que a fenda formada por duas placas

poderia ser diminuída ou aumentada gradualmente com o auxílio de um parafuso (ilustrações 18a e 18b).

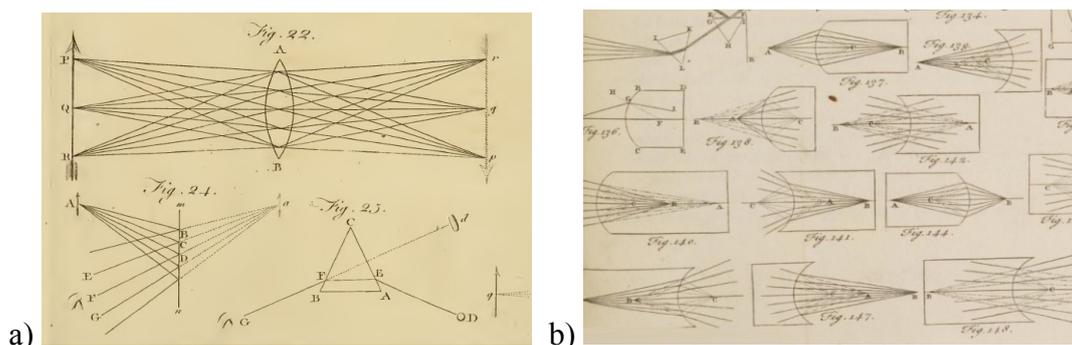
A ausência de muitas ilustrações sobre o fenômeno é, portanto, um indício de sua pouca repercussão e do pouco interesse dos filósofos naturais do período em estudá-lo. Chama a atenção, por exemplo, a inexistência de ilustrações de difração nos livros de Benjamin Martin; nenhuma de suas obras consideradas neste artigo apresentou qualquer figura que remetesse ao fenômeno. No caso das enciclopédias, também se observou o mesmo, com ilustrações apenas na *Encyclopædia Britannica* e na *Encyclopédie*, embora as demais tenham apresentado verbetes sobre o assunto.

### Instrumentos e dispositivos

Na categoria de “Instrumentos e dispositivos”, analisei as ilustrações que retrataram espelhos e lentes, o telescópio, o microscópio, a câmera escura e a lanterna mágica. Assim como na categoria anterior, alguns materiais não apresentaram ilustrações de um ou outro instrumento, mas todos os objetos da óptica parte dessa categoria são encontrados em pelo menos dois exemplares do acervo utilizado para este artigo.

#### *Lentes e espelhos*

Nesta subcategoria, temos exemplares que representam as lentes e os espelhos, bem como o comportamento da luz neles. Identifiquei ao menos três vieses pelos quais esses objetos foram representados. O primeiro deles ressaltou o caráter geométrico da trajetória da luz, dando pouca ou nenhuma ênfase às características da imagem formada, como vemos no conjunto de ilustrações abaixo (ilustrações 19a, 19b, 19c e 19d).



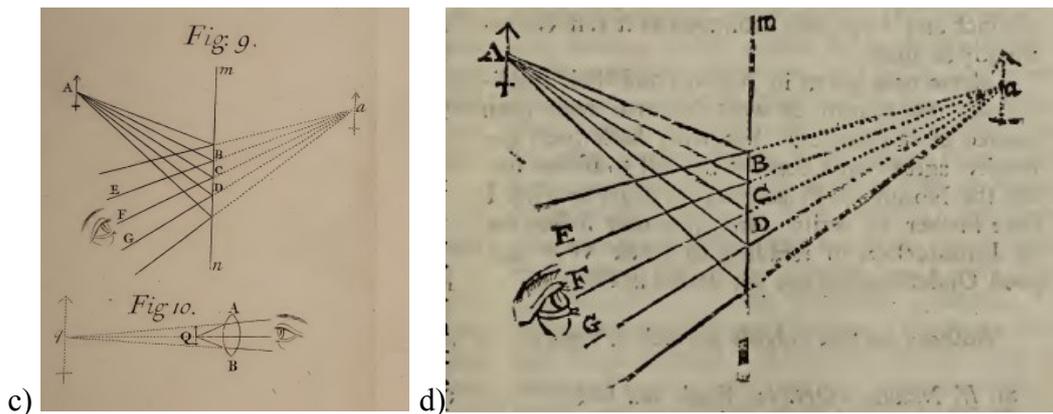


Ilustração 19 – Ilustrações do *Treatise de Porterfield* (a), do *View de Pemberton* (b), do *Óptica de Newton* (c) e do *Lexicon de Harris* (d), denotando o caráter geométrico do comportamento da luz em lentes e espelhos planos. Fonte: Porterfield (1759, Plate 3); Pemberton (1728, s.p.); Newton (1704, Book I, Plate II, Part I); Harris (1736, verb. Opticks, s.p.).

Outro conjunto buscou trazer mais detalhes sobre como as lentes e os espelhos interagem com a luz. Por exemplo, no *Dictionnaire* de Savérien, localizei diversas ilustrações detalhadas sobre esse ponto, mostrando o tamanho da face de um homem e uma mulher ao olharem para espelhos côncavos ou convexos (ilustração 20). No *Mathematical Elements* de 'sGravesande, encontrei ilustrações mostrando como se dava a percepção dos objetos pelo olho humano, quando observados por lentes de diferentes tipos (ilustração 21).

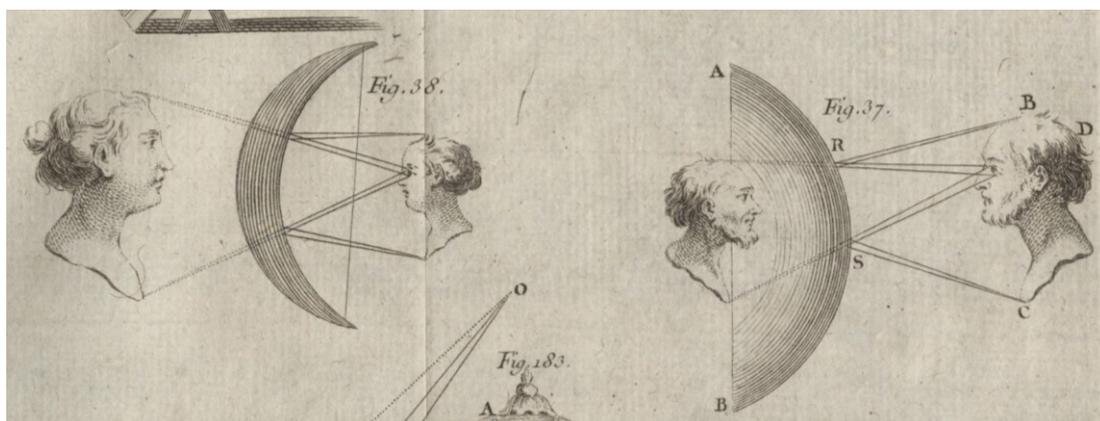


Ilustração 20 – Imagens formadas por espelhos côncavos e convexos no *Dictionnaire de Savérien*. Fonte: <https://dlc.mpg.de/image/867385359/599/>. Acesso em: maio 2023.

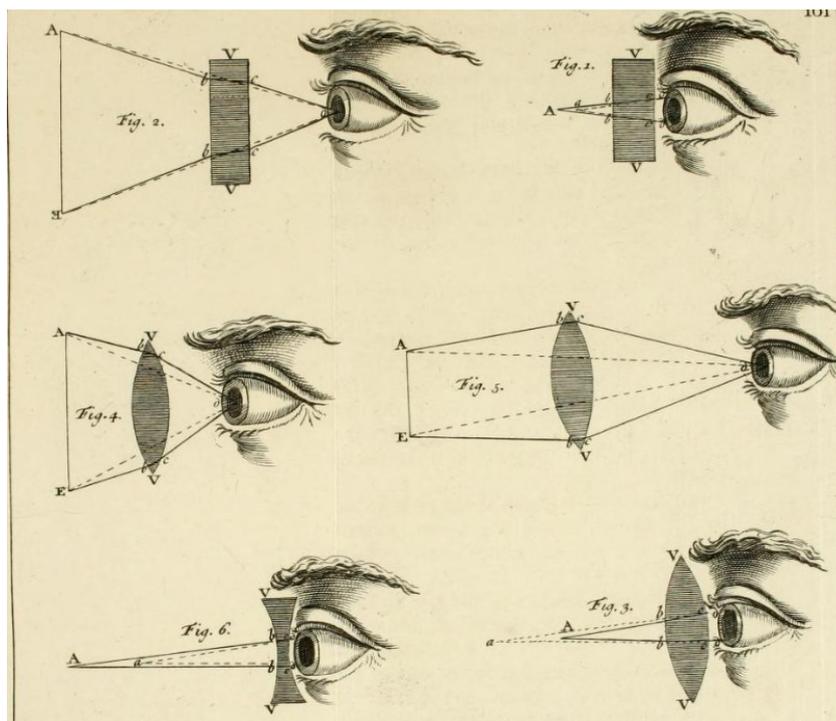


Ilustração 21 – Diversas lentes retratadas no *Mathematical Elements de 'sGravesande*. Fonte: 'sGravesande (1747, Plate 101).

O terceiro e último viés pelo qual as lentes e os espelhos foram representados acentuou as características desses objetos, mesclando em diferentes graus aspectos dos dois outros vieses discutidos anteriormente. Isso foi mais evidentemente percebido no *New Compendious System of Optics* de Martin, onde podemos ver diversas pranchas bastante detalhistas acerca das propriedades de lentes (ilustração 22).

Esses pontos sugerem que a consideração das lentes e espelhos já mantinha, ao menos desde o século 18, um viés geométrico, com poucas variações. De fato, dentre os materiais analisados, não foi localizada nenhuma ilustração expressivamente diferente – porventura as de 'sGravesande –, denotando que pouca ou nenhuma divergência havia na forma que os ilustradores representavam esses objetos e sua função na óptica.

### *Microscópios*

Determinar a origem exata do microscópio não é tarefa fácil, uma vez que a propriedade de magnificar imagens com o uso de múltiplas lentes já era comum no final do século 16. O crédito geralmente é dado aos neerlandeses Hans (?-?) ou Zacharias Janssen (c. 1585-c. 1632), ou, em alguns casos, a Galileu Galilei (1564-1642), mas o ponto é que, dada a efervescência do período em relação à construção desse tipo de instrumento, a determinação exata não parece chegar a um lugar comum (CROFT, 2006, p. 5-6). Entretanto, uma figura é central nessa história e é dela que vem uma das principais contribuições para a representação dos microscópios na segunda metade do século 17 e ao longo do século 18: Robert Hooke.

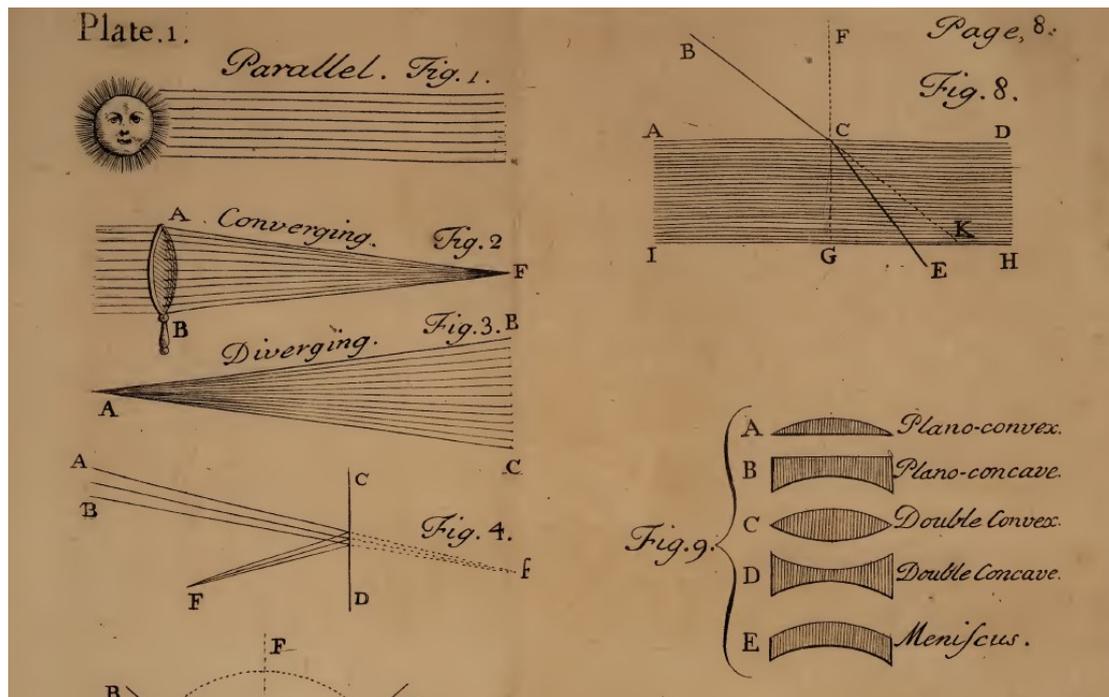


Ilustração 22 – Prancha do *New Compendious System of Optics* de Martin, onde podemos ver uma classificação para os tipos de lentes, no canto inferior direito. Fonte: Martin (1740, Plate I).

Em 1665, Hooke publicou sua *Micrographia*, um extenso tratado descrevendo as características de objetos, substâncias e animais vistos por um microscópio. Neste livro, vemos uma ilustração detalhada do instrumento utilizado por ele (ilustração 23). Em suma, tratava-se de um microscópio composto, formado inicialmente por três lentes. Para obter uma visualização mais clara do objeto e diminuir os efeitos de aberração cromática<sup>12</sup>, Hooke removeu uma das lentes, além de desenvolver um engenhoso sistema para iluminar o espécimen: uma chama alimentada por um frasco de óleo e difundida ao passar por um globo preenchido de água. Na figura 4 da ilustração 23, também podemos ver um recorte do microscópio e entender o posicionamento das duas lentes: “no limite menor dele, eu fixei com cera uma boa objetiva plano-convexa, com o lado convexo em direção ao objeto, e no limite maior também com cera [fixei] uma lente plano convexa bem larga, com o lado convexo em direção ao meu olho” (HOOKE, 2003, Preface, s.p., tradução livre). Hooke preencheu o espaço entre as duas lentes com água.

<sup>12</sup> Trata-se de uma distorção na imagem de um objeto observada por lentes por conta da dispersão da luz em cores em suas bordas.

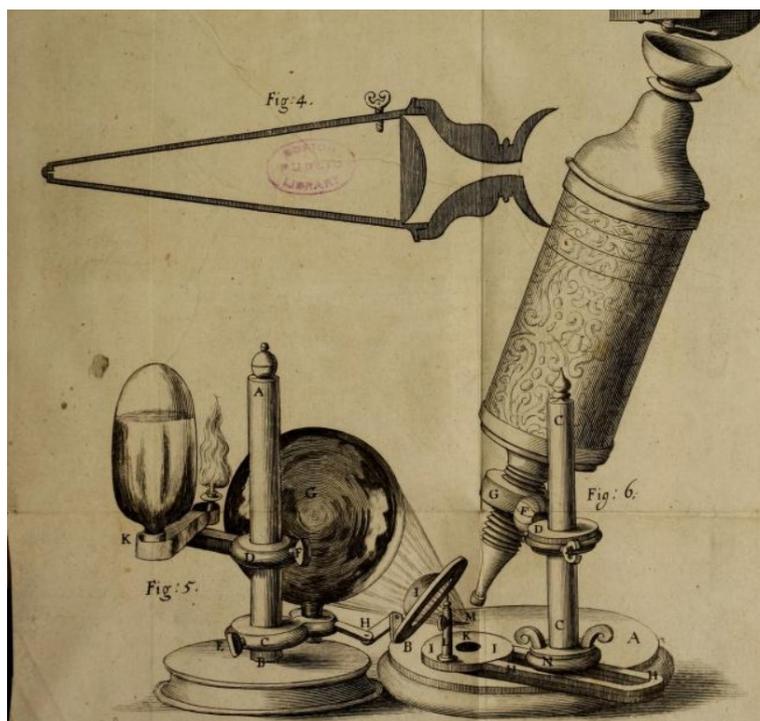


Ilustração 23 – O microscópio utilizado por Hooke. À esquerda, vemos o aparato utilizado para iluminar o objeto, colocado no suporte M, no centro da imagem. Na figura 4, vemos um recorte do microscópio em si, com a pequena objetiva na extremidade esquerda e a grande lente plano-convexa no lado direito. Fonte: Hooke (1665, Schem. 1).

No conjunto de materiais analisados, ilustrações de microscópios se fizeram mais presentes na enciclopédias e em livros técnicos, como alguns dos publicados por Benjamin Martin. Nas enciclopédias, em particular, diferentes tipos de microscópios foram retratados, com desenhos que lembram aquele utilizado e retratado por Hooke na *Micrographia*. Isso sugere, por um lado, que o instrumento estava bem consolidado no século 18 e, por outro, que muitos buscaram aperfeiçoá-lo, variando suas características e estruturas. Na ilustração 24 a seguir, retirada da *Cyclopædia*, podemos verificar vários tipos de microscópios, diversos acessórios e esquemas geométricos para explicar seu funcionamento.

Na ilustração 25, extraída da *Encyclopédie*, vemos uma representação do microscópio simples, que lembra o utilizado por Antonie van Leeuwenhoek (1632-1726) no final do século 17 para realizar observações no campo do que hoje chamamos de biologia celular (Cohen, 1980, p. 111). No centro de A, é posicionada uma lente, embutida no parafuso H (portanto, pode ser trocada por outra). Na ponta G, o espécimen é fixado.

O grande chamariz, contudo, era o microscópio composto, que possibilitava uma observações mais acuradas. No *Lexicon* de Harris, encontramos uma grande prancha ilustrando o microscópio duplo recém inventado por John Marshall (1659-1723) para examinar a circulação de sangue. Na ilustração 26, especificamente, temos um peixe colocado na placa e iluminado por baixo por uma vela. Nota-se também a gaveta com acessórios.

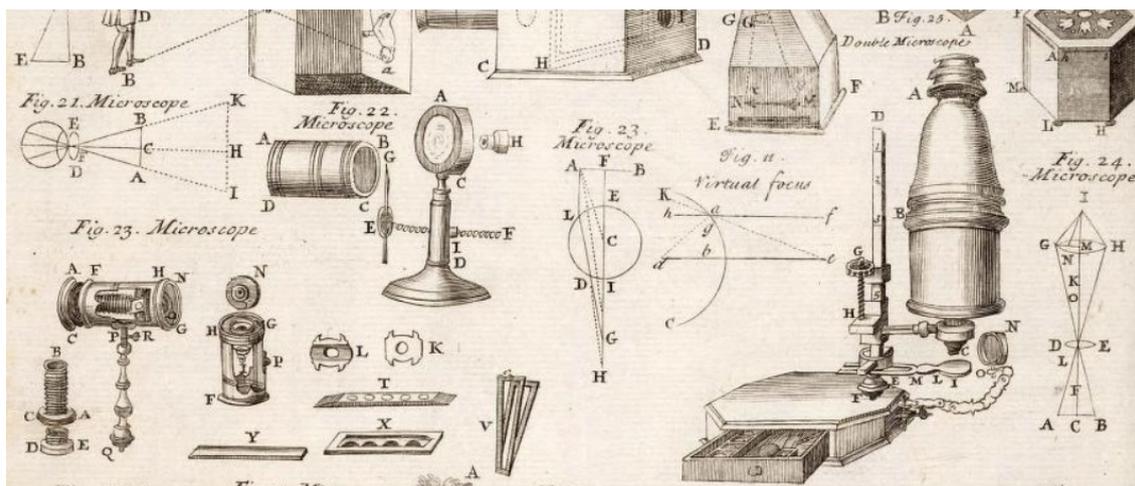


Ilustração 24 – Os microscópios de vários tipos ilustrados na Cyclopædia. Fonte: Chambers (1728, Tab. Opticks).

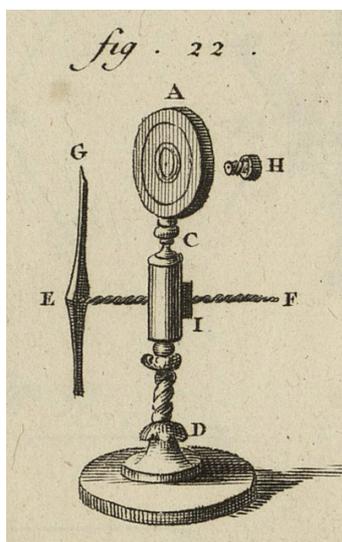


Ilustração 25 – Um microscópio simples representado na Encyclopédie. Fonte: <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedia/planche/v26-x1?p=v26-g53&vp=y&>. Acesso em: maio 2023.

Em seu *Course of Lectures*, Martin exibiu uma grande prancha com um dos microscópios portáteis que desenvolveu, atrelado a um espelho e com um micrômetro embutido, para medidas e ajustes na observação de um objeto (ilustração 27). Na ilustração, vemos não apenas o esquema geométrico do instrumento, como também seu aspecto quando montado. Distingue-se a abertura inferior, onde o objeto deveria ser colocado. Um espelho articulado *P* poderia ser ajustado para iluminar o objeto (MILBURN, 1976, p. 24-25). No *Optical Essays*, Martin apresentou uma prancha com diversos tipos de microscópicos, também portáteis, alguns semelhantes aos mencionados anteriormente (ilustração 28).



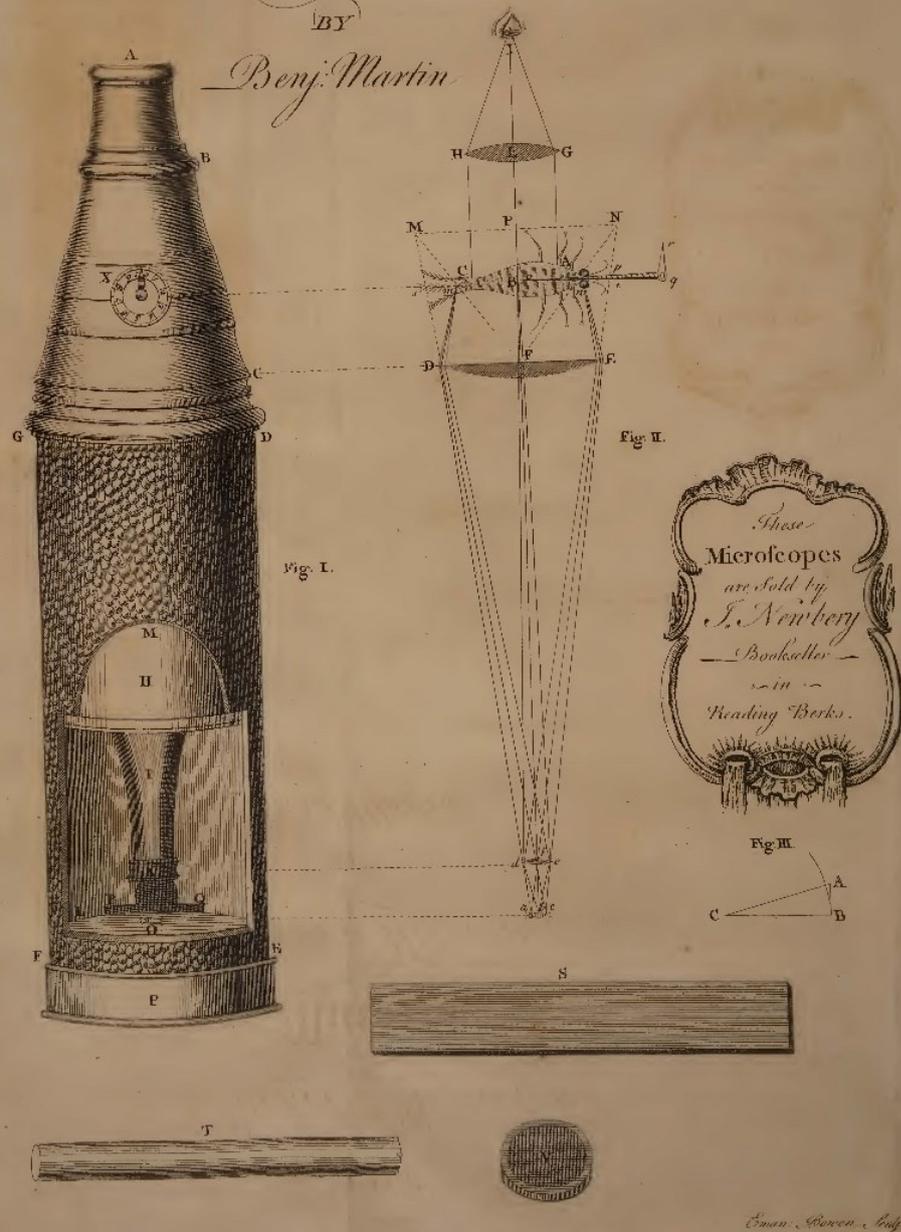
*Ilustração 26 – Microscópio de John Marshall ilustrado no Lexicon de Harris. Fonte: Harris (1736, s.p.).*

Um dos destaques da parte inferior da prancha do *Optical Essays* de Martin é o telescópio solar (figura 20 da ilustração 28). Uma versão desse instrumento também foi reproduzida no *Dictionnaire* de Savérien, como vemos na ilustração 29. O microscópio poderia ser acoplado a uma parede, com um espelho no lado de fora, ajustável para refletir a luz do sol nele. A imagem do espécimen era então projetada em uma parede. Instrumentos desse tipo foram usados, pelo menos, até o século 19, conforme aponta Cohen (1980, p. 116).

Em outros materiais que compõem o acervo analisado para este artigo, os microscópios foram discutidos mais da perspectiva geométrica, sem a inclusão de ilustrações do instrumento em si. Por sua vez, os exemplares de sua iconografia expostos anteriormente mostram que, em meados do século 18, esse instrumento já possuía um bom conjunto de representações visuais, especialmente em materiais de amplo alcance, como as enciclopédias. Além disso, mesmo que variassem no tipo, as ilustrações foram semelhantes – como no caso do microscópio solar e dos microscópios simples –, sugerindo que havia um consenso mesmo que não explícito entre os ilustradores da melhor maneira de desenhar o instrumento e seus componentes.

THE  
*Pocket Reflecting*  
Microscope  
*With a Micrometer.*

BY  
*Benj. Martin*



*These*  
Microscopes  
*are Sold by*  
*J. Newbery*  
*Bookseller*  
*in*  
*Reading Berks.*

Ilustração 27 – Um dos microscópios portáteis de Martin.  
Fonte: Martin (1743, s.p.).

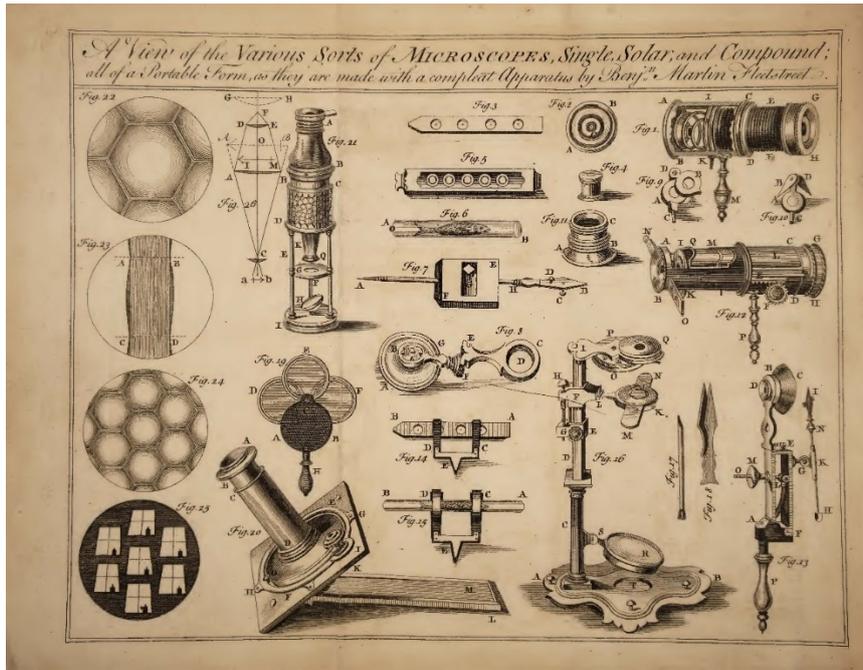


Ilustração 28 – Prancha do Optical Essays com vários tipos de microscópios, incluindo algumas ilustrações das observações em si. Também é possível ver ilustrações de microscópios simples. Fonte: Martin (1765?, s.p.).

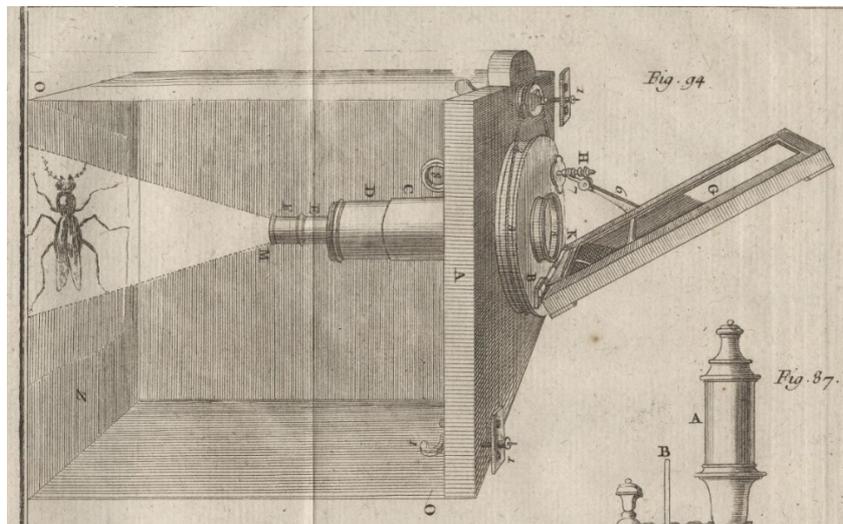


Ilustração 29 – O microscópio solar no Dictionnaire de Savérien. Na ilustração, vemos a imagem de um inseto projetada na parede.

Fonte: <https://dlc.mpg.de/image/867385367/588/>, acesso em maio de 2023.

### Telescópios

A história do telescópio muitas vezes se confunde com a do microscópio, dado que ambos instrumentos começaram a ser desenvolvidos e popularizados em épocas parecidas. Assim como no caso anterior, não é possível determinar exatamente a primeira autoria do

aparato, mas sua origem é vinculada também aos Países Baixos, por volta da década de 1600 (DUNN, 2009, p. 22-23). Nesse início, o nome de Galileu também aparece com proeminência, especialmente pela construção de seu próprio telescópio e pelas observações da Lua que com ele fez, publicadas em *Sidereus Nuncius* (1610) (KING, 1979, p. 37).

Ao longo do século 17, o telescópio se difundiu, tendo seu uso na astronomia amplamente se consolidado (HETHERINGTON, 2005; DUNN, 2009, p. 37). Dessa maneira, não é surpreendente notar que ilustrações do instrumento ou da trajetória da luz dentro dele estão presentes em diversos dos materiais analisados neste artigo. Entretanto, ao contrário do microscópio, houve uma ênfase maior no caráter geométrico do caminho da luz do que no instrumento em si. Isso significa que, embora existam ilustrações dos telescópios propriamente, elas estão em número bem menor que aquelas detalhando os raios de luz e a formação das imagens dentro deles, o que se aplica tanto às enciclopédias e dicionários quanto aos livros sobre filosofia natural. As pranchas da *Cyclopædia* e da *Encyclopædia Britannica*, mostradas nas ilustrações 30a e 30b a seguir, sugerem essa tendência.

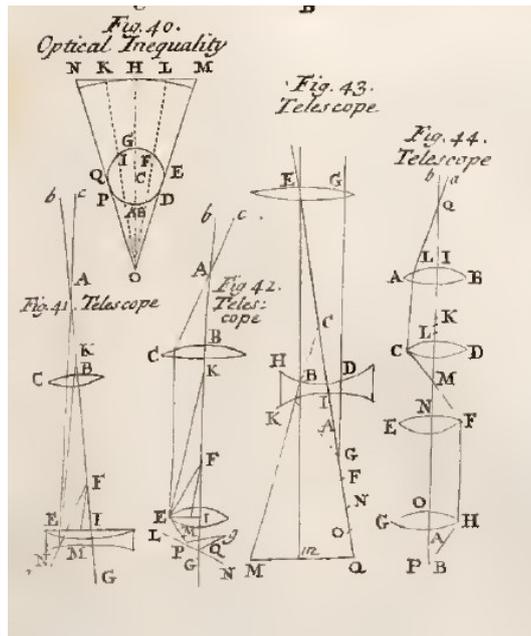
Outra tendência de destaque foi a presença constante de representações do telescópio refletor desenvolvido por Newton no início da década de 1670. Por aplicarem lentes, os telescópios refratores estavam sujeitos à aberração cromática, assim como os microscópios. Para reduzir esse efeito, começaram a ser utilizadas lentes de grande distância focal, sendo necessária a construção de longos e grandes telescópios (HETHERINGTON, 2005, p. 320). Fundamentado em seus conceitos de heterogeneidade da luz branca, Newton pensou ser impossível corrigir esse efeito nas lentes<sup>13</sup>, propondo a construção de telescópios refletores, ou seja, que empregavam espelhos em vez de lentes para magnificar a imagem dos objetos (DUNN, 2009, p. 57).

O aparato desenvolvido por Newton já era conhecido antes da publicação do *Óptica*. De fato, foi justamente o desenvolvimento do telescópio refletor que lhe concedeu a filiação à *Royal Society* (GJSERTSEN, 1986, p. 533). Uma primeira ilustração do instrumento pode ser vista no artigo “An accompt of a new catadioptrical telescope invented by Mr. Newton”, lido aos membros da sociedade em 1672, na mesma época da “Nova teoria” (ilustração 31).

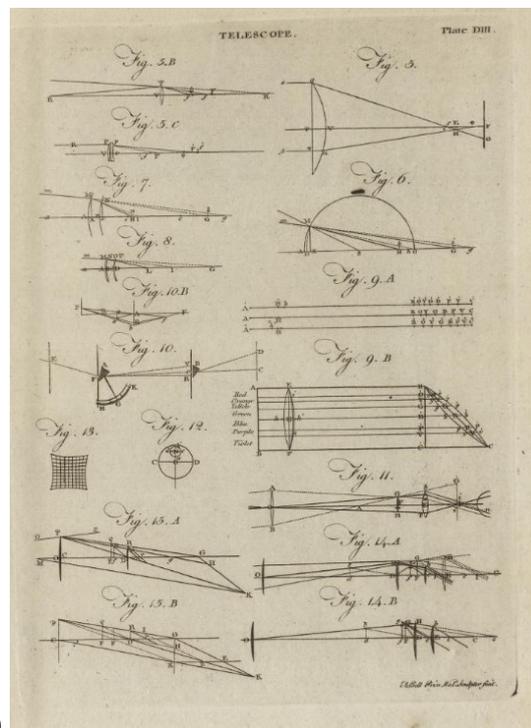
O telescópio refletor empregava um espelho côncavo, posicionado no lado oposto da abertura, para captar a luz vinda do objeto observado. Por essa razão, a visualização da imagem deveria ocorrer ou por um buraco no espelho ou por uma abertura lateral (DUNN, 2009, p. 56), como notamos na ilustração publicação no *Óptica* (ilustração 32).

---

<sup>13</sup> Em meados do século 18, John Dollond (1706-1761) conseguiu construir lentes acromáticas. Ver Darrigol (2012, p. 119-121).



a)



b)

Ilustração 30 – Pranchas da Cyclopædia e da Encyclopædia Britannica mostrando a trajetória da luz em diferentes tipos de microscópios. Chama a atenção o fato de que duas publicações distantes temporalmente por 70 anos exibam um estilo de ilustração parecido. Fonte: Chambers (1728, Tab. Opticks); Macfarqhar e Gleig (1797, Plate DIII).

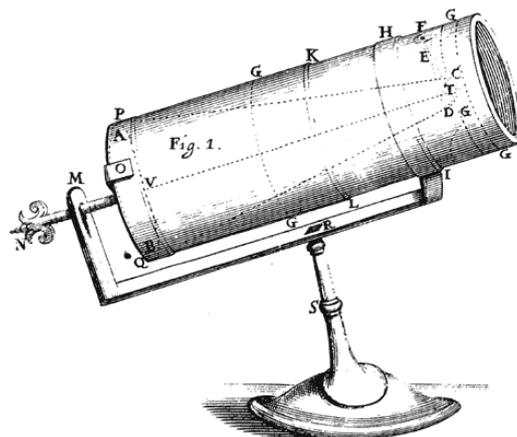


Ilustração 31 – O telescópio refletor de Newton<sup>14</sup>.

Fonte: <https://www.newtonproject.ox.ac.uk/view/texts/normalized/NATP00007>.

Acesso em: maio 2023.

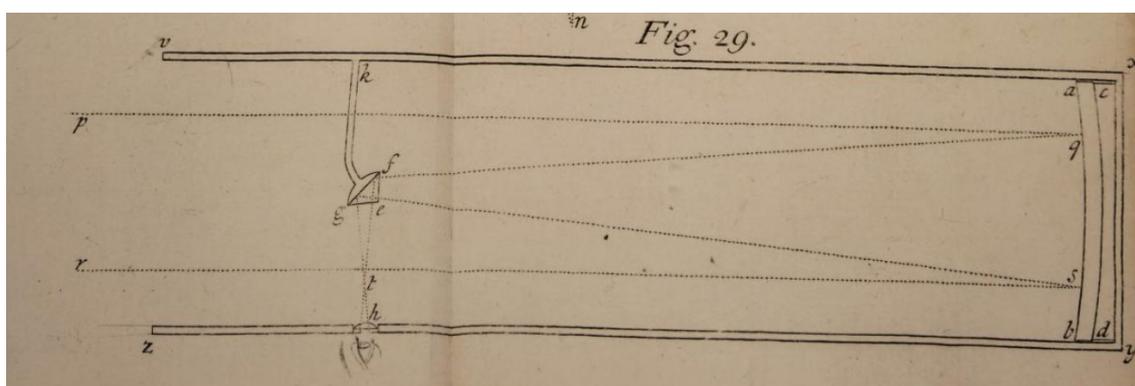


Ilustração 32 – Esquema mostrando a trajetória da luz no telescópio refletor de Newton. Logo abaixo, em h, temos a abertura por onde o experimentador observava a imagem. Fonte: Newton (1704, Book I, Part I, Plate V).

Em diversos materiais publicados nas décadas seguintes do século 18, o telescópio refletor de Newton foi ilustrado, como vemos na prancha publicada no *Dictionnaire* de Savérien (ilustração 33). Em outros casos, esquemas de telescópios refletores alternativos apareceram nas obras de Martin (ilustração 34). Esses pontos indicam que o instrumento desenvolvido por Newton e variantes dele estavam em ampla ascensão no século 18.

<sup>14</sup> Ao menos um esboço desta ilustração foi produzido pelo secretário da *Royal Society*, Henry Oldenburg (1619-1677), disponível no site da sociedade: <https://pictures.royalsociety.org/image-rs-15841>. Acesso em: maio 2023.

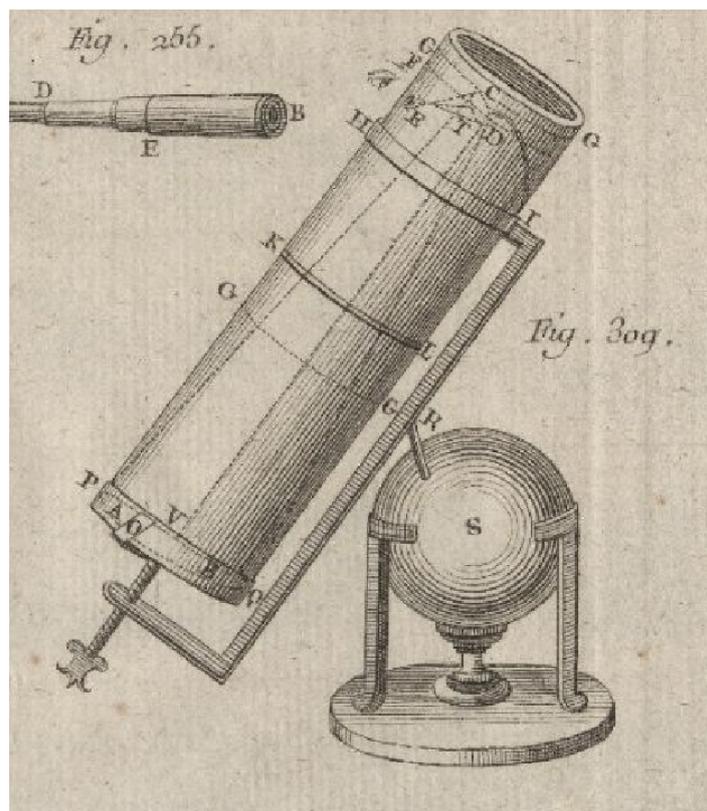


Ilustração 33 – O telescópio refletor de Newton representado no Dictionnaire de Savérien. Fonte: <https://dlc.mpg.de/image/867385367/564/>. Acesso em: maio 2023.

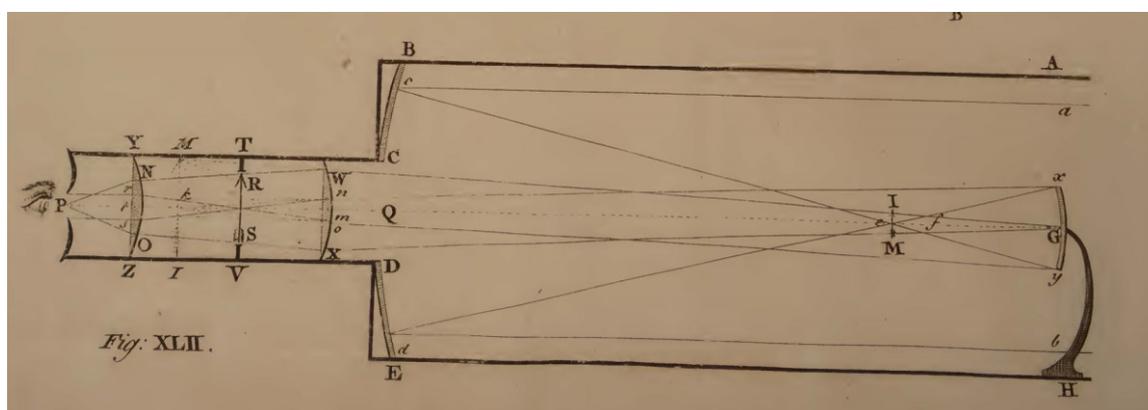


Ilustração 34 – Um dos telescópios refletors discutidos por Martin. BE é um grande espelho côncavo refletor, com um buraco no meio. A luz que nele incide caminha para outro espelho côncavo xy, menor, até atingir a lente plano-convexa WX, visto por outra lente YZ. Fonte: Martin (1743, Plate VI).

Por fim, uma terceira tendência observada na análise dos materiais foi a presença de ilustrações do “telescópio aéreo”, dispositivo inventado por Christiaan Huygens para driblar a dificuldade encontrada em produzir e sustentar grandes tubos de telescópios. Como apontei anteriormente, pelo fato de muitos telescópios estarem sujeitos a distorções nas imagens,

causadas pela aberração cromática, eram utilizadas lentes de grande curvatura, o que levava à construção de telescópios gigantes, como os de John Hevelius (1611-1687), descritos em seu *Machinae Coelestis* (1673) (KING, 1979, p. 51). Isso implicava que os tubos onde as lentes eram contidas também deveriam ser grandes e, principalmente, longos, o que levava a obstáculos do ponto de vista técnico.

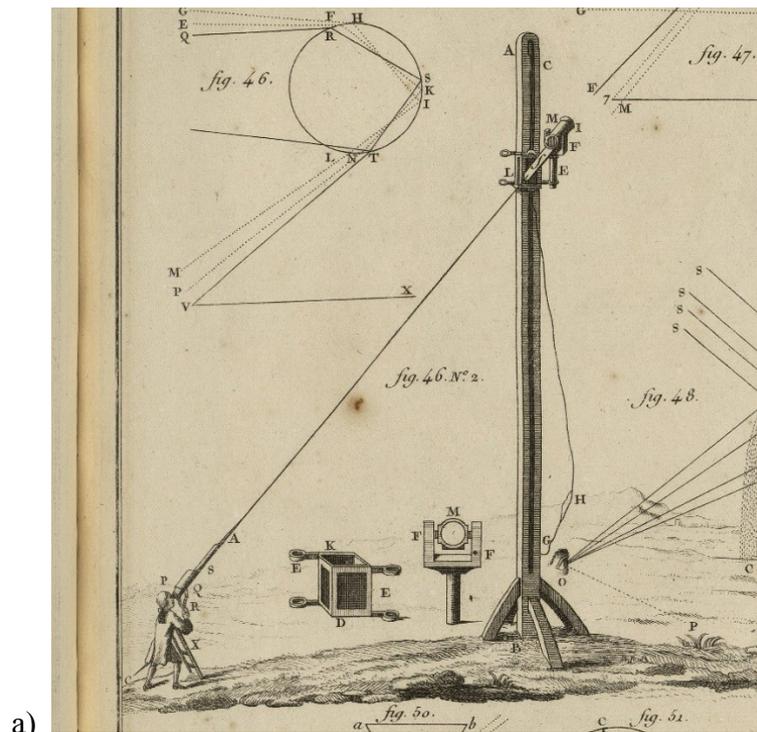
Para contornar esse problema, Huygens propôs um esquema em que a objetiva envolvida em um pequeno tubo era colocada no alto de um poste ou barra, e conectada por um barbante com a ocular, nas mãos do observador, que se apoiava em uma espécie de cavalete. Por meio de um sistema de contrapeso, a objetiva poderia ser levantada ou abaixada. O telescópio não era muito funcional e havia grande dificuldade em apontá-lo a corpos celestes pouco luminosos (KING, 1979, p. 54). Diversos materiais analisados nesta pesquisa disponibilizaram ilustrações do dispositivo de Huygens, todas muito semelhantes em si. Nas ilustrações 35a e 35b, vemos aquelas incluídas na *Encyclopédie* e no *The History of Optics* de Priestley.

Como um dos mais importantes instrumentos desenvolvidos no século 17, o telescópio não poderia deixar de figurar nas pranchas dos livros de filosofia natural e das enciclopédias e dicionários, e as ilustrações consideradas anteriormente mostram que ele, com efeito, o foi. A presença de poucas ilustrações do instrumento em si sugere que o foco das discussões era a formação das imagens e a maneira mais eficiente de obtê-las, se com telescópios refratores ou refletos.

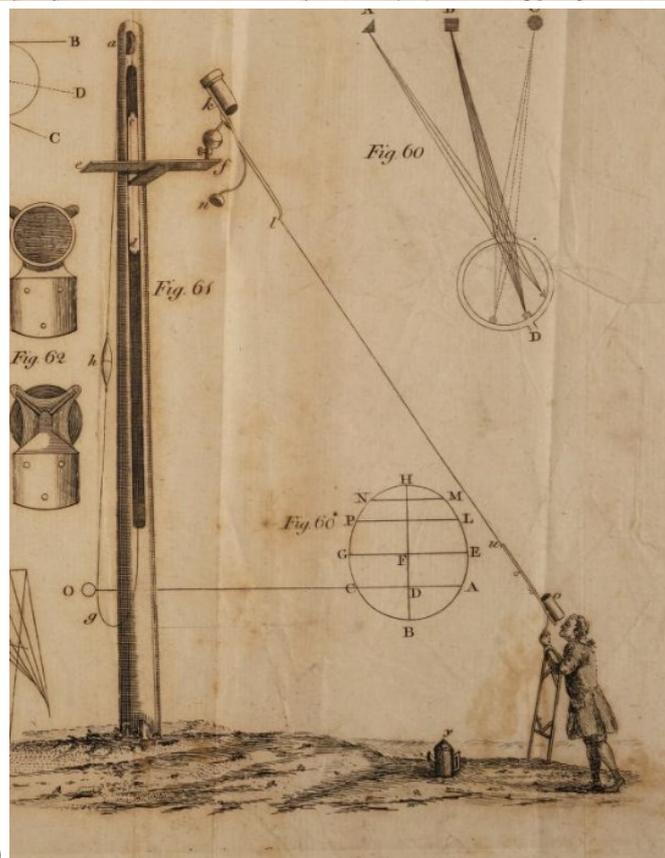
### *Câmara escura*

A câmara escura é o mais remoto dentre os instrumentos considerados neste artigo. Já conhecida desde a Antiguidade para uso na astronomia e descrita na forma que conhecemos desde a Idade Média, sua versão mais “moderna” foi estabelecida pelos escritos de Giovanni Battista Della Porta (1535-1615) em meados do século 16 (WENCZEL, 2007, p. 15; DARRIGOL, 2012, p. 24). Trata-se, basicamente, de uma caixa (ou quarto), com um pequeno buraco com uma lente, por onde passa a luz, projetando a imagem de fora, de maneira invertida, tanto vertical quanto horizontalmente. Em geral, o interesse pela câmara escura na óptica teve seu auge nos séculos 17 e 18, quando foi utilizada, por um lado, como um modelo do funcionamento do olho e, por outro, como auxiliar na pintura (LEFÈVRE, 2007, p. 8; WENCZEL, 2007, p. 18).

Pela sua importância na época, não é surpresa encontrar nos materiais analisados neste artigo ilustrações da câmara escura, na maioria dos casos, enfatizando o caráter geométrico do fenômeno ali produzido. Nas enciclopédias, deu-se destaque às versões portáteis do instrumento. Por exemplo, na *Cyclopædia*, vemos três ilustrações da câmara escura, uma mostrando o esquema tradicional do fenômeno e outras duas retratando versões transportáveis (ilustração 36).



a)



b)

Ilustração 35 – O telescópio aéreo na Encyclopédie e no The History of Light. Como vemos, a representação desse dispositivo não mudou de um material a outro. Fonte: <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/planche/v26-x1?p=v26-g55&vp=y&>, acesso em maio de 2023; Priestley (1772, Plate IX).

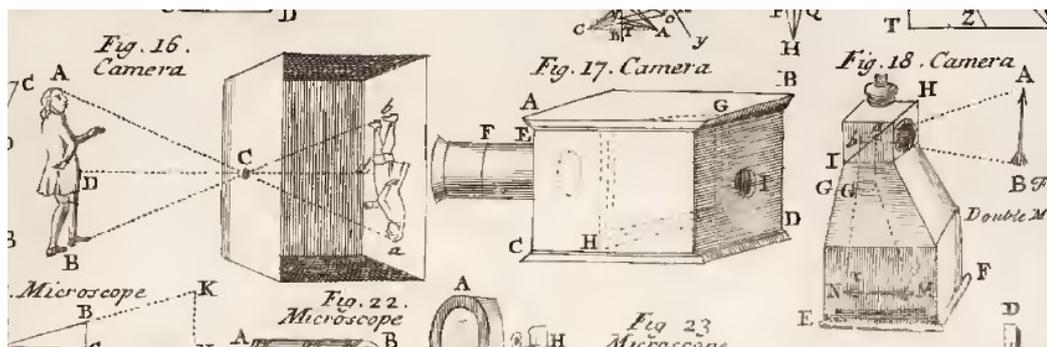


Ilustração 36 – Ilustrações da câmera escura na Cyclopædia. Versões portáteis são retratadas nas figuras 17 e 18. Fonte: Chambers (1728, Tab. Opticks).

Na *Encyclopédie*, encontramos ilustrações semelhantes, inclusive nos números. Na figura 17 da ilustração 37, temos a câmera escura como a caixa *ABCD*, e atrelada a ela um tubo *EF* com duas ou três lentes. *GH* é um papel oleado, ou seja, translúcido. O observador olha a imagem pelo buraco *I*. Na figura 18, há uma versão parecida, mas utilizando espelhos e projetando a imagem no piso.

Em outros três materiais, foram utilizadas ilustrações análogas, meramente descrevendo o caminho dos raios de luz entre o objeto e a imagem formada dentro da câmera. No caso do *New and Compendious System of Optics* de Martin, há uma declaração explícita de que a ilustração foi copiada do *Mathematical Elements* de 'sGravesande, provavelmente de sua 1ª edição (ilustrações 38a e 38b), visto que não há figuras da câmera escura na 6ª edição analisada neste artigo. No *Philosophical Grammar*, Martin apresentou apenas uma figura simples, quase a mesma utilizada por Priestley no *The History of Optics* (ilustrações 39a e 39b).

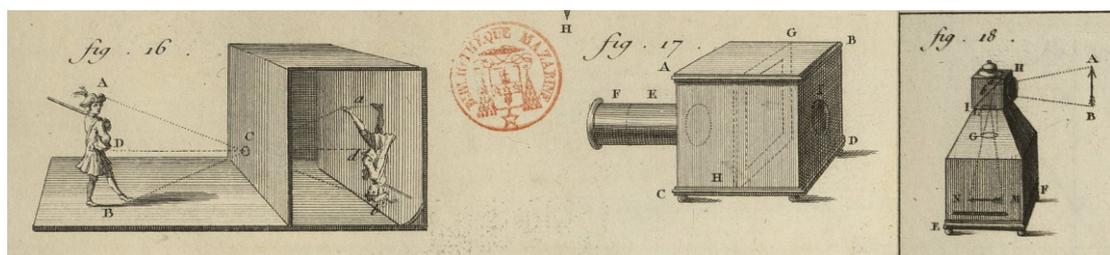


Ilustração 37 – Ilustrações da câmera escura na Encyclopédie, evidentemente baseadas nas ilustrações da Cyclopaedia. Fonte: <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/planche/v26-x1?p=v26-g52&vp=y&>. Acesso em: maio 2023.



Ilustração 38 – a) A ilustração do *New and Compendious System of Optics* de Martin. b) A mesma ilustração, mas invertida, presente na 1ª edição do *Mathematical Elements* de 'sGravesande. Fontes: Martin (1740, plate XII) e 'sGravesande (1721, plate 5).

As notáveis exceções a essas ilustrações são aquelas apresentadas no *Dictionnaire* de Savérien, mais bem detalhadas que as demais (ilustração 40). Na prancha, vemos um indício do uso da câmera escura na pintura, retratado tanto na figura 48, em que um homem pinta uma edificação com o uso de uma câmera escura simples, quanto na figura 47, em que uma mulher tem o auxílio de uma câmera escura associada a um espelho. A figura 46 representaria a “descoberta” de Porta (SAVÉRIEN, 1753, p. 145, tradução livre).

Observa-se, assim, igualmente uma padronização da representação da câmera escura, ressaltando o aspecto geométrico e a formação da imagem invertida dentro do instrumento, sem diferenças entre os livros e as enciclopédias. A exceção foi a prancha de Savérien, que enfatizou mais o uso da câmera escura para a pintura, aspecto não tão detalhado nas demais.

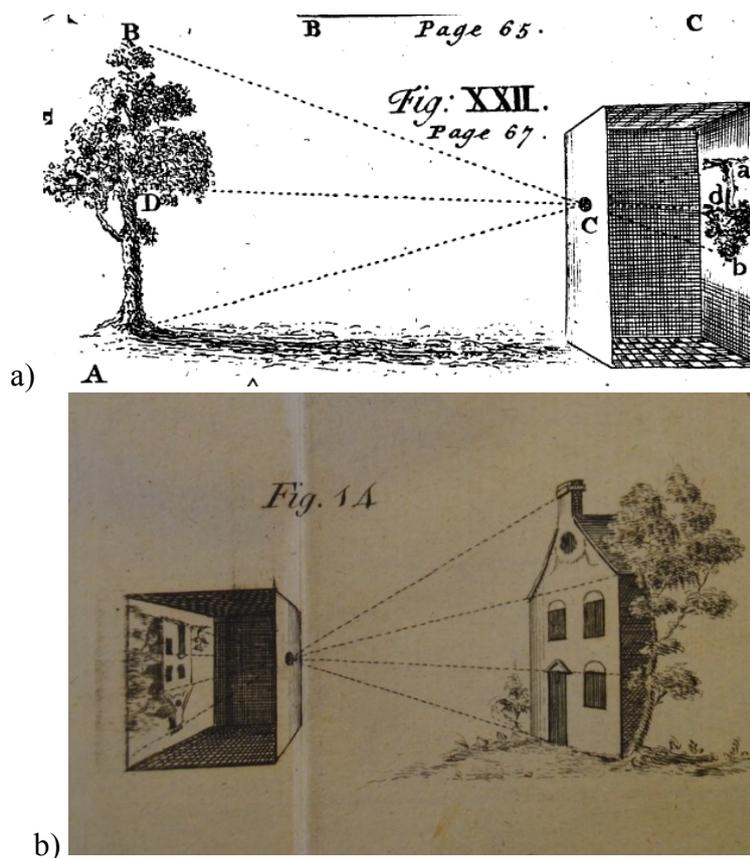


Ilustração 39 – Ilustrações da câmara escura no *Philosophical Grammar* de Martin (a) e no *The History of Optics* de Priestley (b). Fonte: Martin (1755, Plate III); Priestley (1772, Plate II).

### Lanterna mágica

O último dispositivo analisado nesse levantamento foi a lanterna mágica, descrita e produzida pela primeira vez no século 17. Por séculos, a criação da lanterna mágica foi atribuída ao jesuíta Athanasius Kircher (1601-1680), mas estudos contemporâneos apontam que Christiaan Huygens foi o primeiro a criar e vender o dispositivo, por volta de 1659 (MANNONI, 2000, p. 34). Em termos gerais, a lanterna mágica é, basicamente, um sistema primitivo de projeção, em que uma fonte luminosa – no princípio, uma vela – é colocada em uma caixa com um tubo acoplado. Na ligação entre o tubo e a caixa, é anexada uma placa de vidro com um desenho pintado. Dentro no tubo, uma lente magnifica o desenho da placa, sendo este finalmente projetado em uma parede. Em alguns casos, a placa de vidro pode deslizar na conexão entre a caixa e o tubo, gerando um efeito de “movimento” na imagem.

Do século 17 em diante, a lanterna mágica tornou-se um aparato bastante conhecido e replicado, sendo utilizado principalmente em demonstrações de ilusionistas e artistas (VERMEIR, 2005). Não por menos, ilustrações do dispositivo podem ser encontradas nos diversos materiais estudados neste artigo, tanto nas enciclopédias quanto nos livros. Por

exemplo, no *The History of Light*, Priestley disponibilizou duas ilustrações simples, mas que continuam as características básicas do dispositivo (ilustração 41).

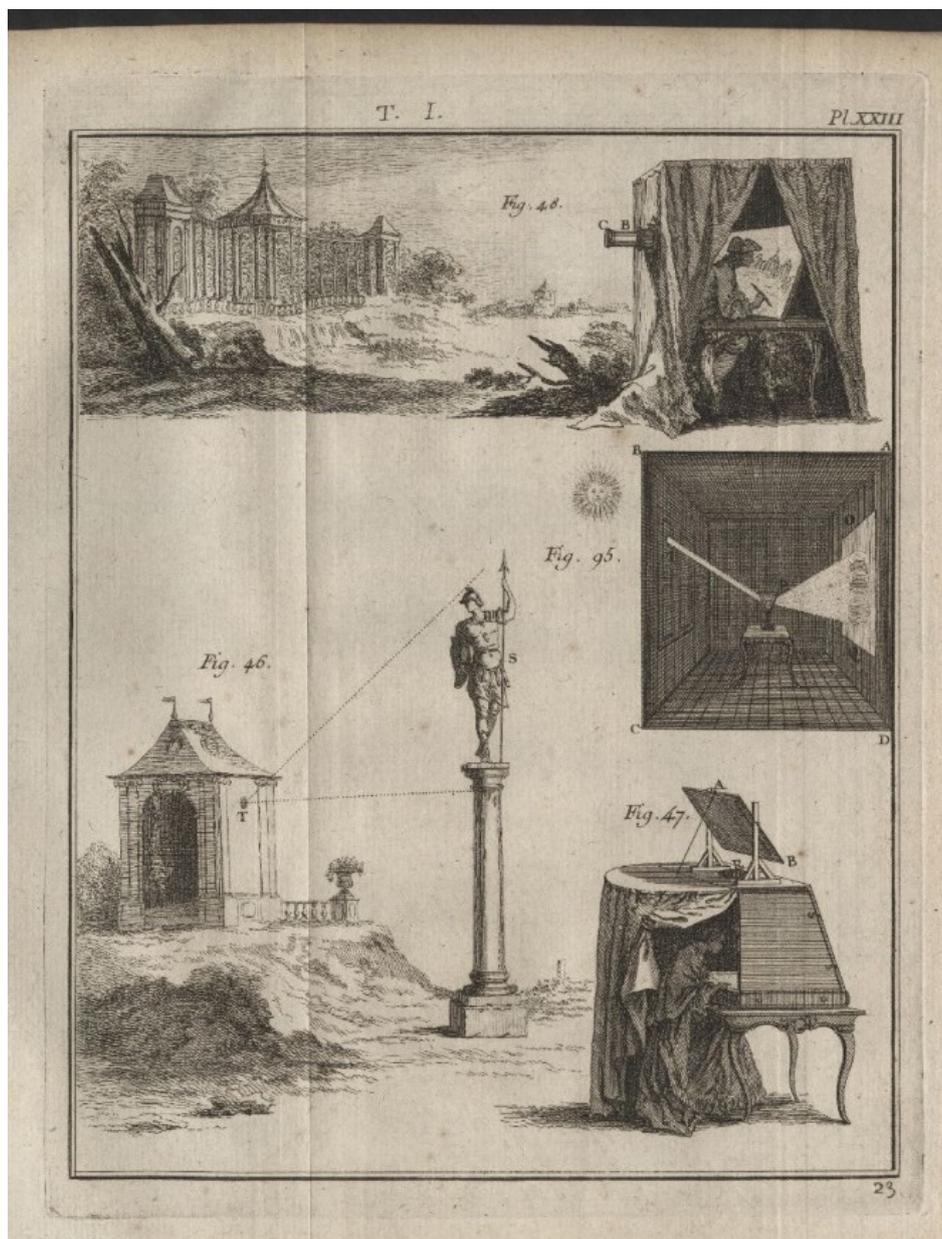


Ilustração 40 – Ilustrações da câmara escura no volume 1 do *Dictionnaire de Savérien*. Fonte: <https://dlc.mpg.de/image/867385359/589/>. Acesso em: março 2023.

Encontramos ilustrações similares em duas enciclopédias – a *Cyclopædia* e a *Encyclopédie* – e no *Philosophical Grammar* de Martin (ilustrações 42a, 42b e 42c). Essas ilustrações buscaram meramente apresentar a lanterna mágica, sem uma caracterização visual mais detalhada de seus componentes. Podemos notar, inclusive, que os desenhos pintados nas placas são muito parecidos, o que indica, assim como nos outros casos anteriores, que a forma de retratar a lanterna mágica estava uniformizada por volta do século 18.

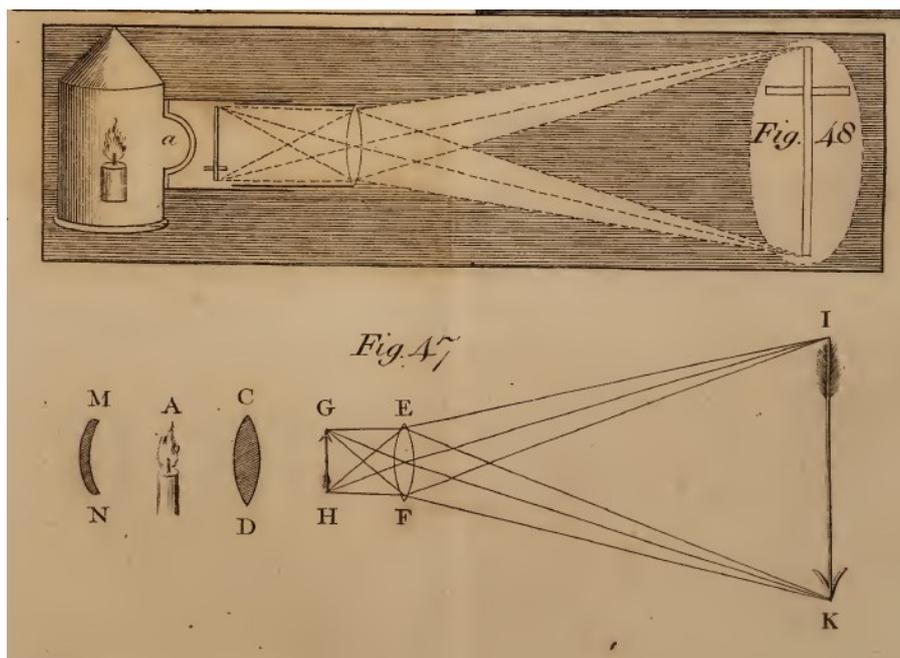


Ilustração 41 – Ilustrações no *The History of Light* de Priestley mostrando a lanterna mágica. Na figura 47, podemos ver os diferentes objetos que compõem o dispositivo. A representa a fonte luminosa, enquanto CD e EF são as lentes – a última é que a magnifica a imagem do objeto GH. Conforme Priestley relata no livro (Priestley, 1772, p. 123), em alguns casos, um espelho côncavo MN pode ser utilizado para “jogar ainda mais luz no objeto”. Na figura 48, temos a lanterna montada. Fonte: Priestley (1772, Plate VII).

Em três materiais, as pranchas com ilustrações da lanterna mágica foram mais detalhistas na apresentação. No *Dictionnaire* de Savérien, podemos ver com mais clareza os desenhos das placas de vidro, bem como outros mecanismos usados para dar movimento às imagens. Por exemplo, na figura 20 da ilustração 43, está representado um moinho, desenhado em partes em duas placas de vidro: uma delas contém o corpo do moinho e a outra, as pás, esta última conectada com uma manivela por meio de cordas. Sendo assim, “ao girar a manivela, a polia gira e as pás giram também” (SAVÉRIEN, 1753, p. 55, tradução livre). Em uma das ilustrações, vemos uma pequena chaminé acoplada à caixa, usada para dispersar a fumaça produzida pela vela que usualmente embaçava as lentes (MANNONI, 2000, p. 33).

Na *Encyclopædia Britannica*, também encontramos ilustrações mais minuciosas da lanterna mágica e instruções sobre como representar cenas em movimento (ilustração 44). Uma das sugestões dadas foi a de representar um mar tempestuoso e um navio em meio a ele. Assim como no *Dictionnaire* de Savérien, é orientado que sejam pintadas duas placas de vidro, uma representando o mar em diferentes fases, outra representando o navio. Há também a sugestão de construir um aparato que contenha uma lanterna mágica associada a um espelho. A imagem formada na lanterna é refletida no espelho e finalmente projetada fora da

caixa contendo os dois, mostrando a imagem de um “fantasma” (Encyclopædia, 1797, p. 38, tradução livre).

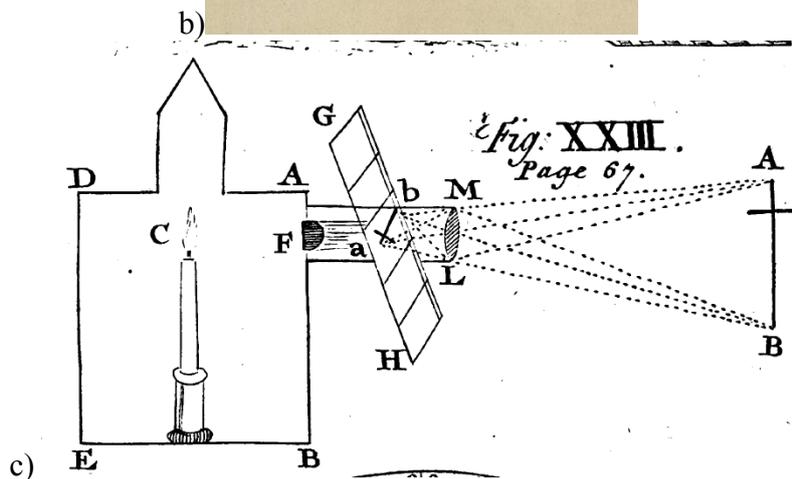
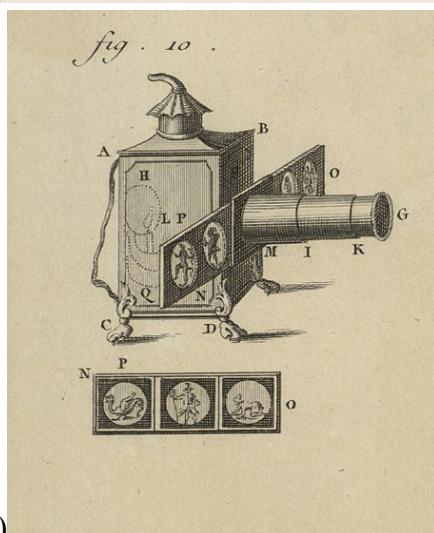
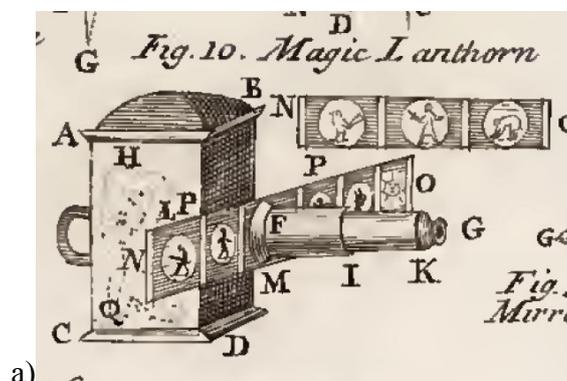
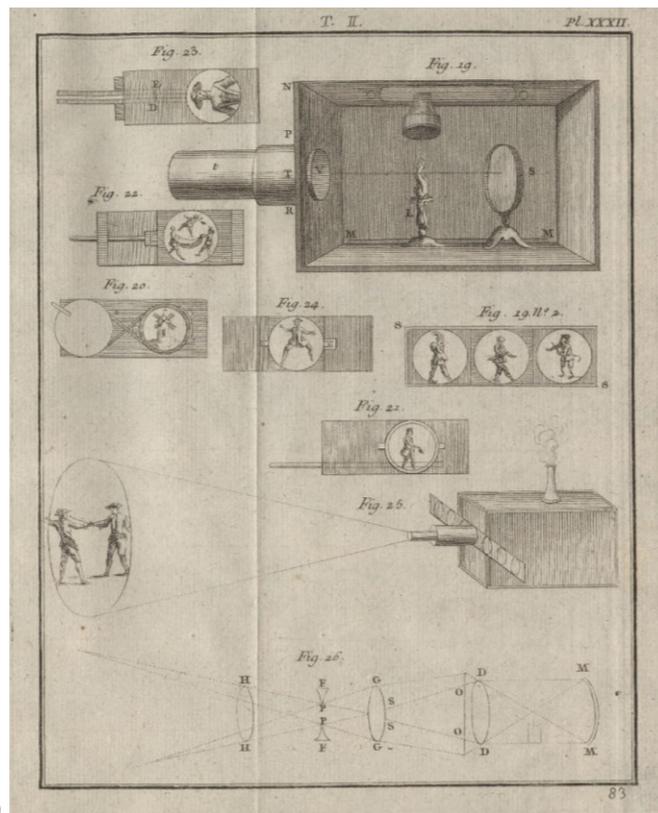
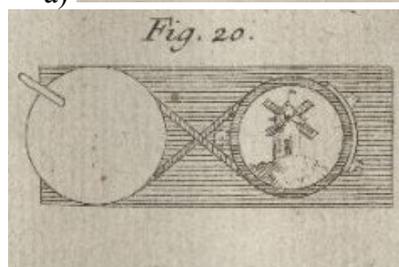


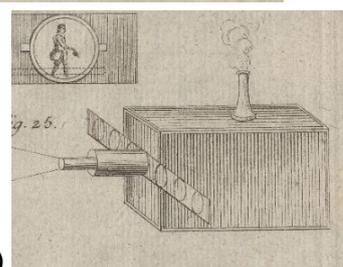
Ilustração 42 – Ilustrações da lanterna mágica na Cyclopædia (a), na Encyclopédie (b) e no Philosophical Grammar de Martin (c). Fonte: Chambers (1728, Tab. Opticks); <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/planche/v26-x1?p=v26-g52&vp=y&>. Acesso em: maio 2023; Martin (1755, Plate 3).



a)



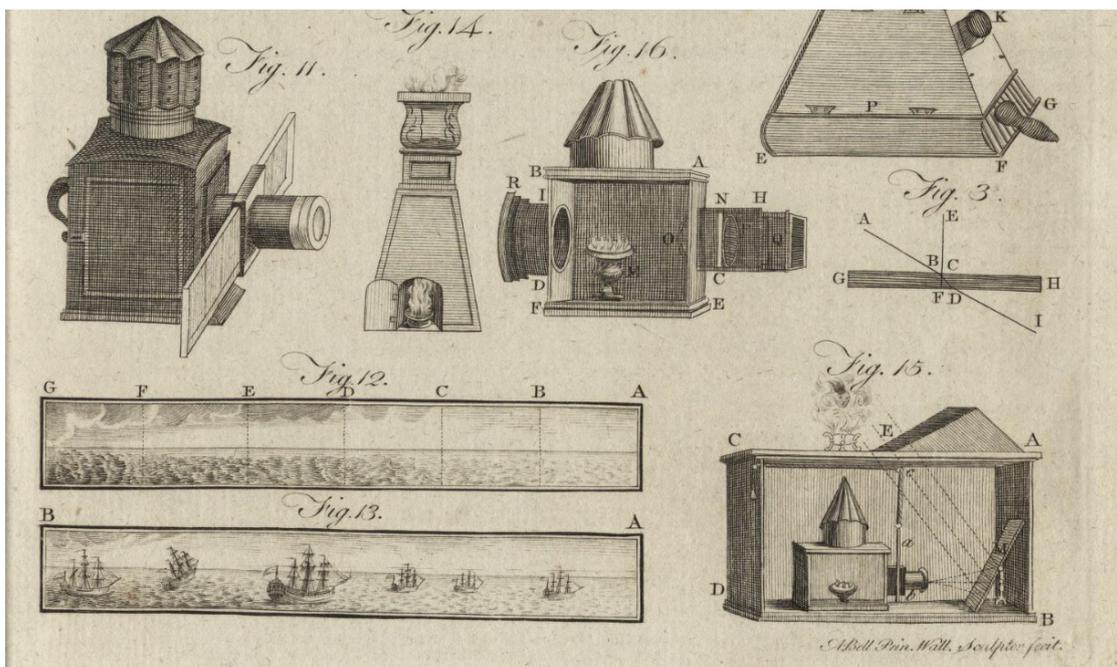
b)



c)

Ilustração 43 – Ilustrações da lanterna mágica no Dictionnaire de Savérien. Podemos ver não apenas a lanterna montada, como também os desenhos projetados e os objetos que compõem o dispositivo. Nos detalhes, temos a ilustração das placas de vidro com o desenho de um moinho acopladas a uma manivela (b) e a chaminé utilizada para dissipar a fumaça dentro da caixa (c). Fonte: <https://dlc.mpg.de/image/867385367/591/>. Acesso em: fev. 2023.

No *Mathematical Elements* de 'sGravesande foram disponibilizadas duas pranchas com ilustrações elegantes da lanterna mágica (ilustrações 45a e 45b). O destaque fica por conta da representação da imagem projetada, em que foi dada ênfase ao seu tamanho na parede. Nota-se que a imagem é a de um demônio, o que tem relação com um dos usos que tinha a lanterna mágica no período, no sentido de representar aparições, monstros e seres satânicos (VERMEIR, 2005, p. 132). Também podemos notar detalhes da estrutura do dispositivo, como os que mostram a parte em que o tubo é acoplado.



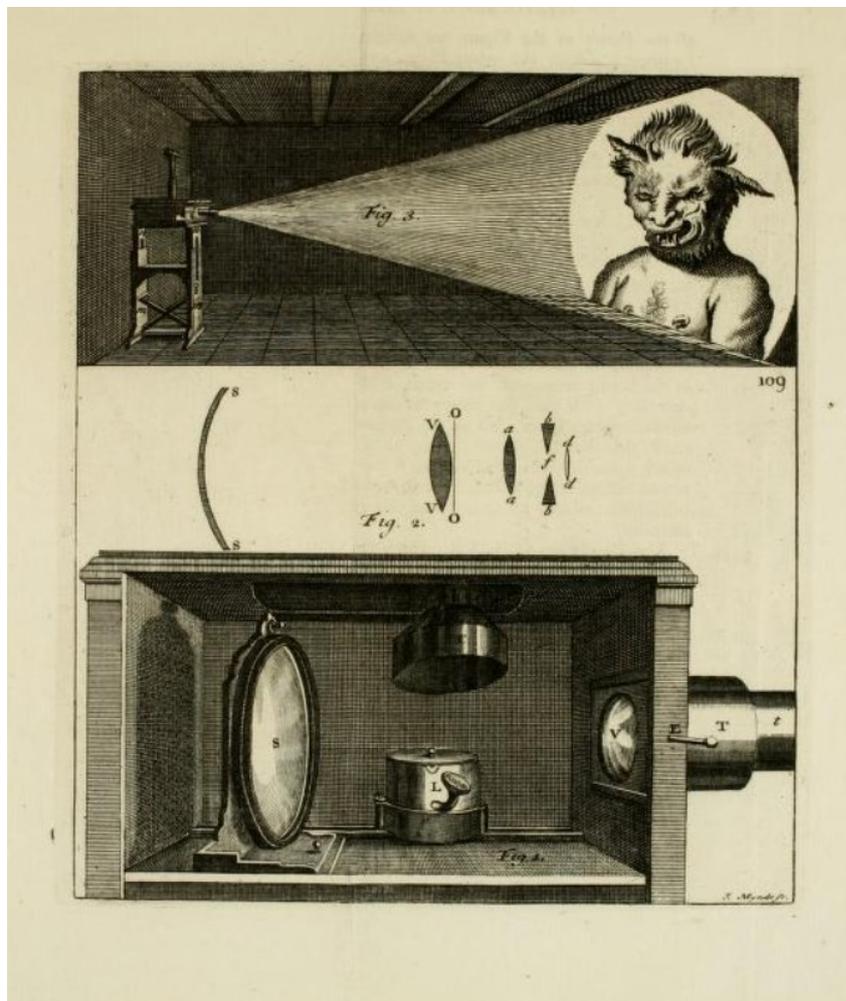
*Ilustração 44 – Prancha da Encyclopædia Britannica com ilustrações da lanterna mágica. As figuras 12 e 13 representam placas de vidro com desenhos que devem ser associadas de modo a representar um navio em meio a um mar calmo ou tempestuoso. A figura 15 retrata um aparato com uma lanterna mágica e um espelho, usado para projetar a imagem fora da caixa, dando uma aparência fantasmagórica a ela. Fonte: Macfarqhar e Gleig (1797, Plate CLXII).*

Dessa maneira, podemos concluir que o dispositivo era bem conhecido e representado no período considerado neste artigo. Das enciclopédias consideradas neste estudo, a maioria incluiu ilustrações do dispositivo, com destaque para as pranchas do *Dictionnaire* de Savérien e da *Encyclopædia Britannica*. A única exceção é o *Lexicon* de Harris, embora tenha incluído um verbete sobre o dispositivo. Em relação aos livros, nota-se que aqueles que buscaram divulgar aspectos da óptica – e não formalizá-la – também abordaram o aparato, indicando que tanto o público geral quanto o mais especializado poderiam conhecer suas características e usos principais.

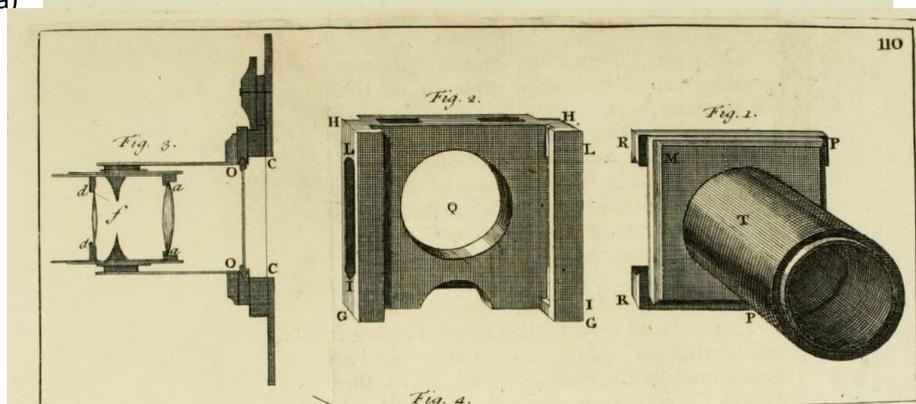
## V. Considerações finais

Na introdução de seu *Album of Science – From Leonardo to Lavoisier, 1450-1800*, I. Bernard Cohen (1914-2003) comenta que um dos propósitos do livro é “mostrar em imagens como a ciência era num passado distante e recente, e trazer um senso da percepção de ciência por homens e mulheres, ambos cientistas e não cientistas, vivendo em épocas diferentes” (COHEN, 1980, p. xi). Nessa linha, o que busquei mostrar neste artigo foi o modo como alguns fenômenos e instrumentos da óptica foram vistos pelos autores, ilustradores e

gravadores entre o final do século 17 e o final do século 18. A conclusão a qual podemos chegar, como já adiantado na Introdução, é a de que a maneira como representamos visualmente a óptica seguiu estilos que se mantêm – obviamente, com as diferenças devidas a cada tempo – até os dias atuais.



a)



b)

*Ilustração 45 – Ilustrações da lanterna mágica no Mathematical Elements de 'sGravesande. Nota-se o apreço pelos detalhes nessas ilustrações, assim como em outras do mesmo livro. Fonte: 'sGravesande (1747, Plate 109, 110).*

Nesse sentido, quando fazemos a crítica de que a óptica é tratada ainda de modo puramente geométrico em contextos de sala de aula, há de se compreender que o problema não é atual, mas certamente decorrente de uma influência direta de materiais anteriores, sejam eles voltados a um público mais amplo, como as enciclopédias, ou a uma audiência especializada, como as obras dos filósofos naturais citados neste artigo. As dezenas de ilustrações disponibilizadas nas seções anteriores evidenciam uma padronização nos estilos, nas formas, no modo de representar os fenômenos e objetos da óptica. Dessa forma, quando vemos, por exemplo, a reflexão da luz ser tratada apenas com linhas e setas, isso é devido, em grande parte, a uma tradição aparentemente bem consolidada, ao menos, desde o período que engloba as fontes consideradas nesta pesquisa. Esses homens e mulheres, seguindo na linha de Cohen, que desenharam a óptica, a viam de uma maneira muito similar ao que ainda vemos hoje.

Chama a atenção, considerando a análise como um todo, que a natureza da luz não foi tema das ilustrações, ou seja, nos materiais referenciados não há ilustrações da luz propriamente. A representação de Hooke para a refração (ilustração 4) pode ser considerada uma eventual exceção, já que ali vemos os pulsos de luz. Porém, nos demais casos, nada relevante pôde ser identificado. Por exemplo, considerando aqueles que pensavam a refração e a reflexão como consequência da ação de forças – e, portanto, adotavam uma concepção corpuscular para a luz –, não há qualquer detalhe das ilustrações que remetam à ideia de partículas luminosas; foram representados, efetivamente, apenas os raios.

Como conclusão, expressei a intenção de que o presente estudo possa contribuir para olhares mais atentos não apenas à óptica e à sua história, mas para as ilustrações, de modo geral. Essas obras artísticas, tão comumente invisibilizadas e tratadas superficialmente – assim como seus ilustradores e gravadores – constituem nosso repertório imagético dos fenômenos e dos instrumentos científicos. Conhecer mais sobre suas trajetórias, seus detalhes, suas semelhanças e diferenças pode abrir novas possibilidades de discussão não apenas sobre como a ciência foi abordada visualmente, mas também sobre a história dessas representações e sobre a importância de não considerá-las como elementos neutros e marginais ao desenvolvimento do conhecimento científico.

## **Agradecimentos**

O autor agradece a Bolsa Produtividade concedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, processo 308303/2021-0) e o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processos 2014/04366-2 e 2018/21711-6).

## Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, K. B.; SANTOS, P. J. S.; FERREIRA, G. K. Os três momentos pedagógicos como metodologia para o ensino de óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 461-482, 2015.

BLAY, M. **Les Figures de l'Arc-en-ciel**. Paris: Belin, 2015.

BURKE, P. **Testemunha Ocular: O Uso de Imagens como Evidência Histórica**. São Paulo: Editoria Unesp, 2017.

CANTOR, G. N. **Optics after Newton: theories of light in Britain and Ireland, 1704-1840**. Manchester: Manchester University Press, 1983.

CHAMBERS, E. (Ed.). **Cyclopædia**. v. 2. London: s. n., 1728.

COHEN, I. B. **Album of Science: From Leonardo to Lavoisier, 1450-1800**. New York: Charles Scribner's Sons, 1980.

CROFT, W. J. **Under the Microscope: A Brief History of Microscopy**. London: World Scientific Publishing, 2006.

DARRIGOL, O. **A history of optics from Greek Antiquity to the Nineteenth Century**. Oxford: Oxford University Press, 2012.

DESCARTES, R. **Discours de la Methode**. Paris: Henry le Gras, 1658.

DUNN, R. **The Telescope: A Short History**. London: National Maritime Museum, 2009.

EUCLIDES. Óptica. **Scientiæ Studia**, v. 11, n. 4, p. 893-936, 2013.

FORD, B. J. **Images of Science: A History of Scientific Illustration**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

FRANKEL, E. Corpuscular optics and the wave theory of light: the science and politics of a revolution in physics. **Social Studies of Science**, v. 6, n. 2, p. 141-84, 1976.

GIRCOREANO, J. P.; PACCA, J. L. A. O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 1, p. 26-40, 2001.

- GJERSTEN, D. **The Newton Handbook**. London: Routledge & Kegan Paul, 1986.
- GUERLAC, H. **Newton on the continent**. Ithaca: Cornell University Press, 1981.
- HARRIS, J. **Lexicon Tehnicum**. 5<sup>th</sup> ed. London: s. n., 1736.
- HETHERINGTON, N. S. Telescope. In: HEILBRON, J. L. (Ed.). **The Oxford Guide to the History of Physics and Astronomy**. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 320-321.
- HOOKE, R. **Micrographia**. London: Royal Society, 1665.
- HOOKE, R. **Micrographia**. Mineola: Dover, 2003.
- KAFKER, F. A.; PINAULT-SØRENSEN, M. Notices sur les collaborateurs du recueil de planches de l'Encyclopédie. **Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie**, n. 18-19, p. 200-230, 1995.
- KING, H. C. **The History of the Telescope**. New York: Dover Publications, 1979.
- KNIGHT, D. Illustrating chemistry. In: BAIGRIE, B. S. (Ed.). **Picturing Knowledge: Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science**. Toronto: University of Toronto Press, 1996.
- KUSUKAWA, S. Illustrating nature. In: FRASCA-SPADA, M.; JARDINE, N. (Eds). **Books and the Sciences in History**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 90-113.
- LEFÈVRE, W. The optical camera obscura I: a short exposition. In: LEFÈVRE, W. (Ed.). **Inside the Camera Obscura: Optics and Art under the Spell of the Projected Image**. Munich: Max Planck Institute for the History of Science, 2007. p. 5-11.
- MANNONI, L. **The Great Art of Light and Shadow: Archaeology of the Cinema**. Transl. by Richard Crangle. Exeter: University of Exeter Press, 2000.
- MARTIN, B. **A New and Compendious System of Optics**. London: James Hodges, 1740.
- MARTIN, B. **A Course of Lectures in Natural and Experimental Philosophy**. Reading: s. n., 1743.
- MARTIN, B. **The Philosophical Grammar**. 5<sup>th</sup> ed. London: John Noon, 1755.

MARTIN, B. **Optical Essays**. London: Printed for the Author, 1765?

MARTINS, R. A.; SILVA, C. C. As pesquisas de Newton sobre a luz: uma visão histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 4202, 2015.

MILBURN, J. **Benjamin Martin**: Author, Instrument-Maker, and ‘Country Showman’. Leyden: Noordhoff International Publishing, 1976.

MOURA, B. A.; SILVA, C. C. Forças entre luz e matéria: modelos mecânicos da óptica corpuscular no início do século XVIII. In: MARTINS, R. A.; LEWOWICZ, L.; FERREIRA, J. M. H.; SILVA, C. C.; MARTINS, L. A’ C. P. (Eds.). **Filosofia e história da ciência no cone sul – seleção de trabalhos do 6º encontro**. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, 2010.

MOURA, B. A. As “Observações sobre luz e cores” (1756) de Thomas Melvill (1726-1753): tradução comentada. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 699-741, 2021.

NEWTON, I. **Opticks**. London: Sam Smith and Benjamin Walford, 1704.

PANOFSKY, E. **Significado nas Artes Visuais**. São Paulo: Perspectiva, 2017.

PEMBERTON, H. **A View of Sir Isaac Newton’s Philosophy**. London: S. Palmer, 1738.

PORTERFIELD, W. **A treatise on the eye**. v. 2. Edinburgh: [s.n.], 1759.

PRIESTLEY, J. **The history and present state of discoveries relating to vision, light and colours**. v. 1. London: [s.n.], 1772.

RODRIGUES NETO, G. Euclides e a geometria do raio visual. **Scientiæ Studia**, v. 11, n. 4, p. 873-892, 2013.

ROSE, G. **Visual Methodologies: An Introduction to the Interpretation of Visual Materials**. London: Sage Publications, 2001.

SABRA, A. I. **Theories of light from Descartes to Newton**. London: Oldbourne, 1967.

SAVÉRIEN, A. **Dictionnaire Universel de Mathématique et de Physique**. t. 1. Paris: Jacques Rollin & Charles-Antoine Jombert, 1753.

'sGRAVESANDE, W. J. **Mathematical Elements of Natural Philosophy**. v. 1. Transl. by J. T. Desaguliers. London: J. Seney & W. Taylor, 1721.

'sGRAVESANDE, W. J. **Mathematical Elements of Natural Philosophy**. 6<sup>th</sup> ed. v. 2. Trans. by J. T. Desaguliers. London: W. Innys, T. Longman and T. Shewell, 1747.

SILVA, C. C. **A teoria das cores de Newton: um estudo crítico do Livro I do Opticks**. 1996. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física “Gleb Wataghin”, Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. A “Nova teoria sobre luz e cores” de Isaac Newton: uma tradução comentada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 18, n. 4, p. 313-27, 1996.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. O papel do experimento na óptica de Newton. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. **O Saber Fazer e seus Muitos Saberes: Experimentos, Experiências e Experimentações**. São Paulo: Editora Livraria da Física; EDUC; FAPESP, 2006.

TOPPER, D. Newton on the number of colours in the spectrum. **Studies in History and Philosophy of Science – Part A**, v. 21, n. 2, p. 269-279, 1990.

TOPPER, D. Towards an epistemology of scientific illustration. In: BAIGRIE, B. S. (Ed.). **Picturing Knowledge: Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science**. Toronto: University of Toronto Press, 1996.

VERMEIR, K. The magic of the magic lantern: on analogical demonstration and the visualization of the invisible. **British Journal for the History of Science**, v. 38, n. 2, p. 127-159, 2005.

VOLTAIRE. **Elémens de la Philosophie de Neuton**. Amsterdam: Etienne Ledet & Compagnie, 1738.

VOLTAIRE. **Elementos da Filosofia de Newton**. 2. ed. Campinas: Editora Unicamp, 2015.

WENCZEL, N. The optical camera obscura II: images and texts. In: LEFÈVRE, W. (Ed.). **Inside the Camera Obscura: Optics and Art under the Spell of the Projected Image**. Munich: Max Planck Institute for the History of Science, 2007. p. 13-30.

YOUNG, H. **Física IV: Óptica e Física Moderna**. Tradução: Cláudia Martins. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

ZAJONC, A. **Catching the Light: The Entwined History of Light and Mind**. Oxford: Oxford University Press, 1995.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#).