

## **Experimento e matemática: o estudo das lentes segundo a *perspectiva* de Giambattista della Porta (1535-1615)**

**Fumikazu Saito**

### **RESUMO**

Este artigo aborda alguns aspectos relacionados à óptica do século XVI, especialmente, aos estudos das lentes realizados por Giambattista della Porta (1535-1615) em *Magiae naturalis libri XX* (1589), *De refractione optices parte libri novem* (1593) e *De telescopio* (1612). A análise dessas obras revela que Della Porta procurou explicar o funcionamento das lentes dentro dos moldes teóricos reconhecidamente tradicionais. Visto que a óptica era uma das áreas de conhecimento que o mago deveria ter em consideração em seu ofício, procuraremos apontar, neste artigo, para a relação entre experimento e matemática na magia natural de Della Porta.

### **Palavras chave:**

Magia natural; Óptica; Lentes; Experimento; Geometria

### **ABSTRACT**

This paper approaches some aspects concerning 16th century optics, particularly, the studies on lenses by Giambattista della Porta (1535-1615) in *Magiae naturalis libri XX* (1589), *De refractione optices parte libri novem* (1593) and *De telescopio* (1612). An analysis of these works shows that Della Porta sought to explain how lenses work within the traditional theoretical frameworks. Since optics was one of the fields of knowledge that a magician should take into account in his practice, in this paper we point out to the relationship between experiment and mathematics in Della Porta's natural magic.

### **Keywords:**

Natural magic; Optics; Lenses; Experiment; Geometry

## Experimento e matemática: o estudo das lentes segundo a *perspectiva* de Giambattista della Porta (1535-1615)

### Introdução: as lentes no século XVI

As lentes já eram conhecidas na Europa desde o final da Idade Média, porém, as referências literárias ao seu respeito permaneceram uma raridade até o século XVI<sup>1</sup>. Uma das razões pelas quais as lentes receberam pouca atenção parece estar relacionada aos efeitos produzidos por elas, pois, embora fossem conhecidas como um objeto que auxiliava a visão, não raramente, elas eram apresentadas como objetos que ludibriavam a percepção do espectador<sup>2</sup>.

A razão clássica pode ser assim resumida: o objetivo do órgão da visão era conhecer a verdade por meio da representação em nosso espírito da forma, da posição e das cores dos corpos que constituíam o mundo. Isso ocorria, basicamente, por meio de dois processos visuais, isto é, através de raios visuais, que eram emitidos pelos olhos, ou por meio de *species*, que partiam das coisas iluminadas e dirigiam-se aos olhos do observador.<sup>3</sup> Desse modo, a melhor forma de se apreender a verdade era não alterar a forma retilínea dos raios ou o transporte regular de tais *species*. A introdução de espelhos, prismas e lentes

---

<sup>1</sup> Recentemente, estudos arqueológicos têm mostrado que o uso de lentes é muito antigo. Vide a esse respeito J.M. Enoch, “The Enigma of Early Lens Use”, *Technology and Culture* 39 (2, 1998): 273-91. Confirma também o levantamento historiográfico feito por Giovanni di Pasquali sobre a hipótese de que elas existem desde a Antiguidade, “Scientific and Technological use of Glass in Graeco-Roman Antiquity”, in, *When Glass Matters: Studies in the History of Science and Art from Graeco-Roman Antiquity to Early Modern Era*, ed. M. Beretta (Florença: Leo S. Olschki, 2004), 40-53.

<sup>2</sup> Sobre as lentes e os óculos no século XIII, vide E. Rosen, “Did Roger Bacon Invent Eyeglasses?”, *Archives internationales d'histoire des sciences* VII (26, 1954): 3-15 e E. Rosen, “The Invention of Eyeglasses”, *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, XI (1956): 13-46; vide também F. Saito, “Instrumentos de Magia e de Ciência: A Observação Mediada em *De telescopio* segundo a *Perspectiva* de Giambattista della Porta” (Tese de Doutorado, PUC-SP, 2008), 187-195.

<sup>3</sup> A primeira é conhecida como teoria emissionista e, a segunda, recepcionista. Cabe notar que tanto a primeira, quanto a segunda, tinha por pressuposto a idéia de que a visão ocorria por contato com a coisa visível. De acordo com a teoria recepcionista, a visão era um receptáculo de *species*. Assim como o tato e o palato sentiam as coisas por contato direto e o olfato e a audição, indiretamente, por meio de emanções e eflúvios que saíam dos corpos, a visão “sentia” as coisas visíveis por meio das *species* que penetravam o olho. Por outro lado, a teoria emissionista postulava a existência de um homólogo à luz que saía dos olhos e “tocava” as coisas visíveis dando a sensação da visão. Essas, entretanto, não eram as únicas teorias de visão existentes. Muitas outras que procuravam combinar esses dois extremos também foram propostas pelos estudiosos desde a Antiguidade até o século XVI. Sobre as teorias da visão da Antiguidade e na Idade Média, vide D.C. Lindberg, “The Science of Optics”, in *Science in the Middle Ages*, ed. D. C. Lindberg (Chicago/Londres: The University of Chicago Press, 1978), 338-68; sobre as teorias da visão no século XVI, vide: D.C. Lindberg, *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler* (Chicago: The University of Chicago Press, 1976), 148 *et seq.* Sobre a teoria de visão adotada por Della Porta, vide: Saito, 89-107.

em seu caminho fazia com que a verdade fosse alterada de tal modo que as coisas seriam vistas onde não se encontravam. Além disso, freqüentemente, as coisas se tornavam maiores ou reduzidas, invertidas, distorcidas, dobradas e coloridas. Tudo isso era visto como truque e ilusão de modo que ninguém considerava as lentes ou os espelhos, particularmente os espelhos curvos, dignos de um estudo sério<sup>4</sup>.

Todavia, a análise de tratados ligados à óptica no século XVI sugere que a idéia de que as lentes e os espelhos distorciam a percepção visual era muito antiga. De fato, os medievais já estavam familiarizados com os fenômenos de reflexão e de refração, bem como com as ilusões de natureza óptica, tal como se pode constatar em obras de Alhazen (c.965-c.1020), Witelo (c.1230-c.1275), John Pecham (c.1295-1292), entre outros<sup>5</sup>.

Isso sugere que as lentes receberam pouca atenção nos estudos de óptica não porque elas não merecessem um estudo sério, mas porque, provavelmente, eram vistas como brinquedos sem nenhum interesse para com questões ligadas à filosofia natural naquela época. As lentes podiam ser encontradas em jóias, em decorações de prédios, em objetos de artes e em símbolos religiosos. Além disso, elas eram comercializadas por vendedores ambulantes, vindo a ser procuradas com mais intensidade nas oficinas de fabricantes de óculos a partir do século XV<sup>6</sup>.

No entanto, a partir do final do Quinhentos, as lentes começaram a chamar a atenção de um grupo de estudiosos. Elas passaram gradativamente a ter lugar de destaque nos capítulos dedicados à refração e podiam ser encontradas, por exemplo, em *Diaphanorum partes seu libri tres* de Francesco Maurolico (1494-1575)<sup>7</sup> e em *De subtilitate libri XXI* de

<sup>4</sup> V. Ronchi, *The Nature of Light: A Historical Survey* (Cambridge: Harvard University Press, 1970), 73-74.

<sup>5</sup> Vide, por exemplo, F. Risner, ed., *Opticae thesaurus. Alhazeni arabis libri septem, nunc primum editi. Eiusdem liber de crepusculis et nubium ascensionibus. Item Vitellonis thuringopoloni libri X. Omnes instaurati, figures illustrate & aucti, adiectis etiam in Alhazenum commentarijs, a Federico Risner* (Basileia: Per Episcopios, 1572); R. Grosseteste, *Líneas, Ángulos y Figuras, o Refracción y Reflexión de Rayos*, in, *Óptica*, ed. C.A. Lértora Mendoza (Buenos Aires: Ediciones Del Rey, 1985), §§ 12 e 13, 40-41 e 47-48; J. Pecham, *John Pecham and the Science of Optics: Perspectiva communis*, ed. D.C. Lindberg (Madison/Milwaukee/Londres: The University of Wisconsin Press, 1970), part III, 212 *et seq.* Vide estudos de Lindberg, especialmente, D.C. Lindberg, *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler*, D.C. Lindberg & N.H. Steneck, “The Sense of Vision and the Origin of Modern Science”, in *Science, Medicine and Society in the Renaissance: Essay to Honor Walter Pagel*, ed. A.G. Debus (New York: Science History Publication/Neale Watson Academia Publications, 1972), Vol. I, pp. 29-45.

<sup>6</sup> Sobre a origem modesta das lentes, vide: V. Ronchi, *Galileo e il Cannocchiale* (Udine: Idea, 1942), 38-39; vide também, V. Ronchi, *The Nature of Light*, 70-1. Sobre o comércio de lentes e óculos, vide: V. Ilardi, “The Role of Florence in the Development and Commerce of Spectacles”, *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi* LVI (1, 2001): 163-76; e V. Ilardi, “Firenze Capitale degli Occhiali”, in *Arti Fiorentine: La Grande Storia dell’Artigianato. Volume secondo. Il Quattrocento*, ed. F. Franceschi & G. Fossi (Florença: Casa di Risparmio di Firenze, 1999), 191-213.

<sup>7</sup> F. Maurolico, *Diaphanorum partes, seu libri tres: In quorum primomo, de perspicuis corporibus; in secundo, de Iride; in tertio, de organi visualis structura, & conspiciolorum formis, agitur*, in, R. D. Francisci Maurolyci abbatís messanensis mathematici celeberrimi *Theoremata de lumine, et umbra, ad perspectivam, & radiorum incidentiam facientia. Diaphanorum partes... Problemata ad perspectivam & iridem pertinentia...* (Lugduni: Bartholomaeum Vincentium, 1613). As obras

Girolamo Cardano (1501-1576)<sup>8</sup>. Mas, a primeira referência explícita às lentes parece ter sido feita por Giambattista della Porta (1535-1615) no livro XVII, capítulo X, de sua *Magiae naturalis libri XX*<sup>9</sup>. De fato, essa parece ser a primeira vez que elas aparecem numa obra, escrita e impressa, recebendo um tratamento sistemático.

Sem entrarmos em pormenores, cabe notar que uma breve análise dessas obras sugere diferentes aproximações. Cardano, por exemplo, ao se referir ao uso das lentes, apenas apontou para a sua capacidade de aumentar o tamanho das coisas e nunca as mencionou, nem as analisou como um meio de corrigir a visão. Maurolico, por sua vez, apresentou as lentes côncavas e convexas no capítulo dedicado ao funcionamento do órgão visual. Embora associasse o seu uso para corrigir a visão, ele se restringiu apenas aos experimentos com globos esféricos e forneceu a razão da divergência e da convergência dos raios nas lentes côncavas e convexas, respectivamente<sup>10</sup>. Por outro lado, Della Porta procurou apresentar não só as propriedades, mas também a razão matemática de seu funcionamento, apontando para o seu uso prático na correção da visão e a razão geométrica do aumento ou da diminuição das imagens. Diferentemente de outros estudiosos, Della Porta procurou dar às lentes um tratamento mais sistemático, abordando-as por meio de dois enfoques aparentemente distintos.

### O estudo das lentes em *Magia naturalis*

No século XVI, o estudo da óptica estava associado ao campo da magia natural. Entretanto, ao contrário do que se costuma supor, tal associação não pode ser entendida como fator limitante à compreensão dos fenômenos produzidos pelas lentes. Sem dúvidas, a óptica era o campo de investigação mais privilegiado da magia natural, pois os aparatos dispostos convenientemente favoreciam a produção de certos efeitos que ludibriavam a percepção visual. Contudo, há indícios de que o seu estudo era importante porque

---

de Maurolico foram publicadas postumamente, porém, seus escritos circularam em forma de manuscrito entre os estudiosos no final do Quinhentos.

<sup>8</sup> H. Cardano, *De subtilitate libri XXI* (Nuremberg: Ioh. Petreium, 1550) e sua tradução francesa: *Les livres de Hierome Cardanus medecin milannois, intitulez de la Subtilité, & subtiles inventions, ensemble les causes occultes, & raisons d'icelles. Traduits de Latin en François, par Richard le Blanc. Nouvellement reveuz, corrigez, & augmentez sur le dernier exemplaire Latin de l'Auteur, & enrichy de plusieurs figures necessaires* (Paris: Simon Calvarin, 1578).

<sup>9</sup> G. Della Porta, *Magiae naturalis libri XX in quibus scientiarum naturalium divitiae et deliciae demonstrantur* (Nápoles: Horatium Salvianum, 1589). A primeira edição da *Magia naturalis* é de 1558. Organizada em quatro livros, essa edição serviu de base para a versão ampliada e modificada de 1589. Para o presente trabalho, utilizamos a versão latina de 1589 e a edição inglesa, publicada em 1658, intitulada *Natural Magick*.

<sup>10</sup> Vide Cardano, *De subtilitate*, IV, 92-115 (na edição francesa, IV, 98-123); e Maurolico, III, 77 *et seq.*

propiciava conhecimentos que tornavam compreensível aqueles prodígios produzidos pela óptica. Com efeito, esse ponto foi enfatizado por Della Porta ao afirmar que:

“(…) [o mago] deve ter talento para a Óptica, por meio da qual ele pode saber como a vista pode ser enganada; de que maneira as visões [são formadas] nas águas [e] as imagens podem ser vistas suspensas no ar com a ajuda de espelhos de diversos tipos; e como fazer alguém ver claramente o que está muito longe; e como atear fogo a uma distância longínqua: cujas destrezas dependem, a maior parte, dos segredos da Magia (…)”<sup>11</sup>.

Os fenômenos ópticos foram tratados por Della Porta no livro XVII e nele encontramos, ao lado das operações realizadas com espelhos (planos, côncavos, convexos e parabólicos), as lentes e outros dispositivos que procuravam combinar não só os vários tipos de espelhos, mas também os chamados espelhos ardentes e os vidros ustórios<sup>12</sup>.

O décimo capítulo foi dedicado às lentes e os tópicos que lhes dizem respeito referem-se apenas à sua aplicação de modo que parecem ser consideradas mais em função de seus efeitos do que de sua contraparte teórica. Essa ênfase no aspecto operativo, entretanto, não era arbitrária, mas estava relacionada à idéia de que a magia natural era a parte prática da filosofia natural e que o conhecimento pleno da natureza só seria atingido por meio da diligente manipulação dos vários aspectos da natureza<sup>13</sup>. Desse modo, os fenômenos produzidos pelas lentes foram apresentados por Della Porta como “eventos singulares” que só poderiam ser conhecidos através de um viés empírico de investigação, pois tais fenômenos não podiam ser deduzidos de princípios pré-estabelecidos. Daí que os experimentos e as várias operações realizadas com lentes reduzem-se, em *Magia naturalis*, quase sempre à fórmula: “Como fazer com que...?”.

De fato, o que importava para Della Porta em sua *Magia naturalis* era observar e registrar os vários efeitos obtidos por diferentes tipos de configurações de espelhos, lentes, bolas de cristal e outros vidros de modo a encontrar uma forma de poder reproduzir o fenômeno, alargando a possibilidade de produzir maiores efeitos<sup>14</sup>. Assim, dentre as várias

---

<sup>11</sup> Della Porta, *Magia naturalis*, I, cap. 3, 3 (tradução nossa).

<sup>12</sup> *Ibid.*, XVII, 259-80.

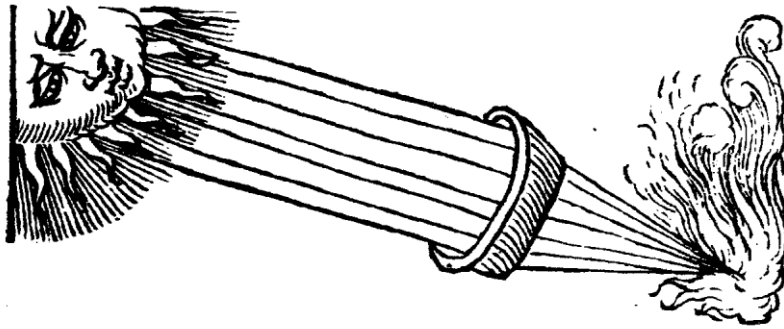
<sup>13</sup> *Ibid.*, I, cap. 3, 3.

<sup>14</sup> Vide Saito, 55-66.

abordagens que poderiam ser dadas às lentes, elas foram apresentadas em *Magia naturalis* como um poderoso vidro ustório:

“*Como acender fogo com uma lente cristalina convexa*: Uma lente convexa acende o fogo mais violentamente e muito rapidamente e mais poderosamente do que um espelho côncavo: **demons a razão [disto] na óptica**. Com efeito, colocada contra o Sol, [ela] acenderá o fogo quando os raios se encontram na parte oposta; [e] derrete o chumbo e funde o metal (...)”<sup>15</sup>

Figura 1. Vidro ustório, Della Porta, G. *Magiae naturalis libri XX*, XVII, cap. 14, 271.



Ou como uma lanterna:

“(...) Além disso, se queremos *Iluminar ao longe com uma lente cristalina à noite*: Coloque uma vela um pouco atrás do ponto de queima; assim, [ela] lançará [raios] paralelos para bem longe na parte oposta de tal modo que serão vistos transeuntes nas ruas e as coisas que ocorrem num quarto que está longe. A mesma coisa dissemos a respeito do espelho côncavo (...)”<sup>16</sup>.

Ou, ainda, como um meio de apresentar as coisas distantes como se estivessem próximas:

“[Como], *com uma lente cristalina, ver coisas que estão distantes como se estivessem próximas*: Com efeito, colocando o olho no centro dela, atrás da lente, ao ver uma coisa distante, a verás tão perto que pensarás em tocá-la com a mão; verás as cores, as vestes, as faces dos homens e reconhecerás [t]eus amigos a uma

<sup>15</sup> Della Porta, *Magia naturalis*, XVII, cap. 10, 269 (grifo nosso).

<sup>16</sup> Ibid., XVII, cap. 10, 269 (grifo nosso).

grande distância. Será o mesmo *Que ler uma carta a uma grande distância com uma lente cristalina*: Com efeito, se colocares o olho no mesmo lugar e a carta estiver numa devida distância, as letras parecerão tão grandes que lerás perfeitamente (...) E, se souberes multiplicar as lentes, não temo que poderás ver as menores letras a cem passos de modo que, de uma lente à outra, o efeito será maior: uma vista debilitada deve usar óculos para isso. Quem souber acomodar isso de maneira correta, terá ganho um grande segredo (...)<sup>17</sup>.

As várias operações ou experimentos apresentados por Della Porta em *Magia naturalis* sugerem que quanto mais elaborada fosse a disposição dos espelhos, lentes e outros dispositivos, maiores seriam os seus efeitos. Tal disposição, entretanto, não era arbitrária e implicava um conhecimento básico de óptica. De fato, cabe notar que, nessas passagens, Della Porta não forneceu as razões pelas quais “uma lente convexa acende o fogo mais violentamente e muito rapidamente e mais poderosamente do que um espelho côncavo”; nem explicou porque o olho deveria ser colocado no “centro da lente”; nem esclareceu a razão da “multiplicação de lentes” em aproximar os objetos vistos e, muito menos, deu instruções de como “acomodá-las corretamente” para obter um efeito melhor. Todas essas questões parecem ser tomadas pelo estudioso napolitano como conhecimentos que o mago já deveria ter.

A esse respeito, deve-se ressaltar que o objetivo da magia natural era alargar e multiplicar os efeitos de modo a produzir prodígios maiores. Para tanto, Della Porta fez esforços para aprimorar os vários efeitos obtidos por esses dispositivos ópticos, propondo modificações originais. Nesse sentido, a idéia de experiência e experimento não encontra paralelo com a moderna noção de experimento, na medida em que ao ponderar e “experimentar”, Della Porta não buscava testar princípios gerais no sentido moderno do termo<sup>18</sup>. Assim, os termos *experimentum* e *experientia* foram utilizados por Della Porta de maneira intercambiável de tal modo a reservar o termo *experimentum* à produção de efeitos e, o termo *experientia*, àquilo que era observado no curso ordinário da natureza<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> Ibid., XVII, cap. 10, 269.

<sup>18</sup> A visão que se tem hoje de experimento como meio de se interrogar a natureza foi construída a partir de uma série de debates entre estudiosos da natureza, que manifestaram em seus textos articulações originais em suas idéias de “experiência”, “experimento” e “experimentação”; vide os diversos estudos em A.M. Alfonso-Goldfarb & M.H.R. Beltran, ed. *O Saber Fazer e seus Muitos Saberes: Experimentos, Experiências e Experimentações* (São Paulo: Ed. Livraria da Física/Educ/FAPESP, 2006).

<sup>19</sup> Vide Saito, 27-32.

Podemos dizer que a experiência e o experimento em *Magia naturalis* estavam relacionados com o propósito que tinha o estudioso napolitano em mapear a totalidade da natureza para enriquecer o seu repertório de magia natural. Se tais experimentos e experiências, de fato, funcionavam ou não, não vem aqui ao caso, pois o que convinha observar era que a “possibilidade de ação” fazia parte dos propósitos da magia natural de Della Porta. No entanto, vale lembrar que é preciso tomar cautela com relação a esse aspecto, pois o agrupamento de espelhos e os outros aparatos ópticos não faziam da magia natural uma “ciência aplicada”. Em outros termos, o conhecimento não estava a serviço da técnica, pois, na magia natural, manipulação, observação e reflexão eram aspectos de um mesmo processo. Além disso, embora Della Porta tenha apontado para os vários conhecimentos nos quais o mago deveria ser versado, na magia natural, entretanto, eles não eram concebidos separadamente. O talento do mago parece ser revelado na habilidade que ele adquiria ao saber manipular e controlar as diferentes forças (*vires*) existentes na natureza. Com efeito, como veremos a seguir, os princípios subjacentes aos processos foram abordados em outras duas obras que, tomadas juntamente com a *Magia naturalis*, apontam para interação entre conhecimentos práticos e teóricos na magia natural de Della Porta.

### O estudo das lentes em *De refractione* e *De telescopio*

Diferentemente do tratamento reservado às lentes na *Magia naturalis*, em *De refractione* e *De telescopio*, elas foram analisadas geometricamente, porém, circunscritas na antiga problemática entre a visão e o visível<sup>20</sup>.

Cabe notar que a óptica no século XVI possuía características muito distintas daquelas com as quais estamos acostumados. Naquela época, a óptica ou *perspectiva*, como era mais conhecida, não era simplesmente um capítulo da Física com características essencialmente matemáticas, tal como aquela praticada especialmente com mais intensidade a partir do século XVII. Ela não se restringia simplesmente ao estudo dos estímulos físicos e à geometrização dos raios visuais, mas também se ocupava dos efeitos de tais estímulos

---

<sup>20</sup> G. Della Porta, *De refractione optices parte libri novem* (Nápoles: Io. Iacobum Carlinum & Antonio Pacem, 1593); G. Della Porta, *De telescopio*, ed. V. Ronchi & M.A. Naldoni (Florença: Leo S. Olschki, 1967). *De telescopio* (1612) é um dos quatro conjuntos de manuscritos de Della Porta que estão nos arquivos da *Accademia Nazionale dei Lincei* em Roma. Trata-se de um conjunto de manuscritos dedicados ao funcionamento do telescópio que nunca veio a ser publicado. Mais detalhes, vide: Saito, 183-187.



no órgão sensorial da visão e da conseqüente percepção apreendida pela alma<sup>21</sup>. Assim, podemos dizer que o propósito da óptica era compreender a visão, a percepção (na relação entre a visão e o visível) e, eventualmente, a cognição de modo que não era raro encontrar, nessas obras, tópicos relativos à anatomia e à fisiologia do olho, ao lado das explicações de caráter geométrico e psicológico<sup>22</sup>. E o *De refractione* não parece ser exceção, pois ele segue a ordem das matérias tal como era comum nos tratados de óptica daquela época<sup>23</sup>.

Dividido em nove livros, *De refractione* cobre vários assuntos. O primeiro livro trata da refração nos corpos em geral e o segundo nas esferas de vidro, em particular. Do terceiro ao sétimo livros, a obra discorre sobre o processo visual, tendo em consideração a anatomia e os mecanismos da visão, além de outras particularidades ligadas à fisiologia do olho humano. Finalmente, o oitavo livro é dedicado especialmente às lentes e o último fornece explicações de fenômenos meteorológicos, envolvendo a refração. Assim, depois de se ocupar com as refrações numa superfície plana, assunto discutido no primeiro livro, e ter aplicado a mesma regra, ali encontrada, às esferas de vidro no segundo, Della Porta procurou estender as conclusões para o oitavo livro, fornecendo assim as razões do funcionamento e as propriedades das lentes côncavas e convexas.

Tal como na *Magia naturalis*, a lente foi definida em *De refractione* como “partes dos círculos, côncavos e convexos, simultaneamente compactadas”<sup>24</sup>. Ou seja, em termos geométricos, as lentes não eram nada mais do que o espaço compreendido entre duas esferas, conforme as figuras abaixo.

---

<sup>21</sup> V. Ronchi, *Optics: The Science of Vision* (New York: Dover, 1991), 11-20.

<sup>22</sup> Vide G. Simon, *Archéologie de la Vision: l'Optique, le Corps, la Peinture* (Paris: Seuil, 2003); e G. Simon, “La Notion de Rayon Visuel et ses Consequences sur l'Optique Géométrique Grecque”, *Physis*, XXXI (1994): 77-112.

<sup>23</sup> Além da *Perspectiva communis* de John Pecham, a *Óptica* de Ptolomeu teve grande circulação no século XVI; a esse respeito, vide: S. Dupré, “The Dioptrics of Refractive Dials in the Sixteenth-Century”, *Nuncius* XVIII (1, 2003): 40-67; assim, entre os textos clássicos, encontramos ainda a *Óptica* e a *Catóptrica* de Euclides. Porém, a *Óptica* de Witelo e a de Alhazen parecem ter sido as obras de referência mais comum; vide Ibid.

<sup>24</sup> Della Porta, *Magia naturalis*, XVII, cap. 10, 269.

Figura 2. Lente convexa, Della Porta, G.  
*De refractione optices parte libri novem, VIII,*  
prop. 13, 184.

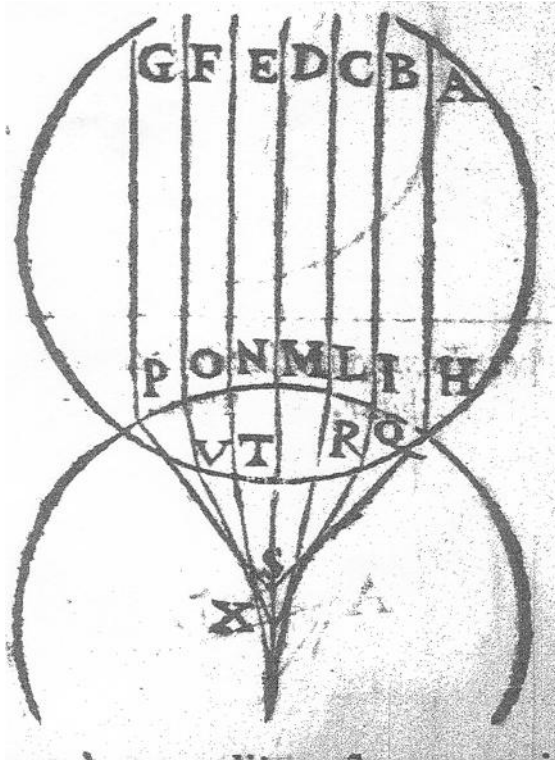
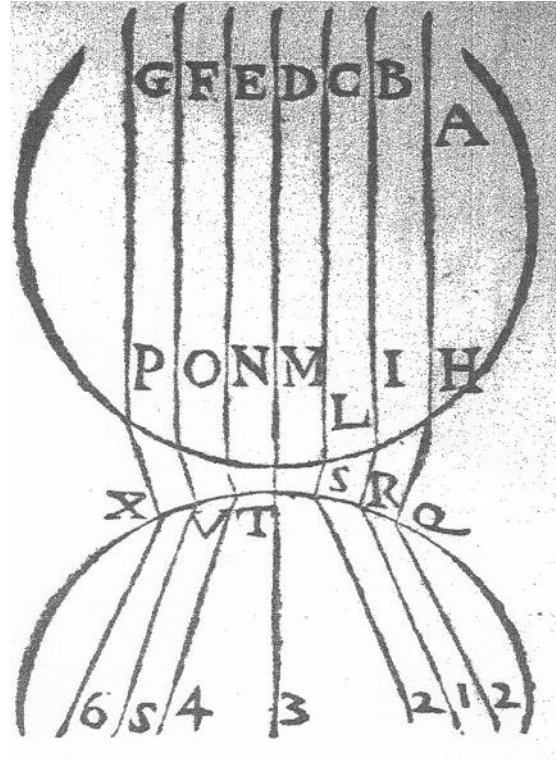


Figura 3 . Lente côncava, Della Porta, G.  
*De refractione optices parte libri novem, VIII,*  
prop. 18, 188.

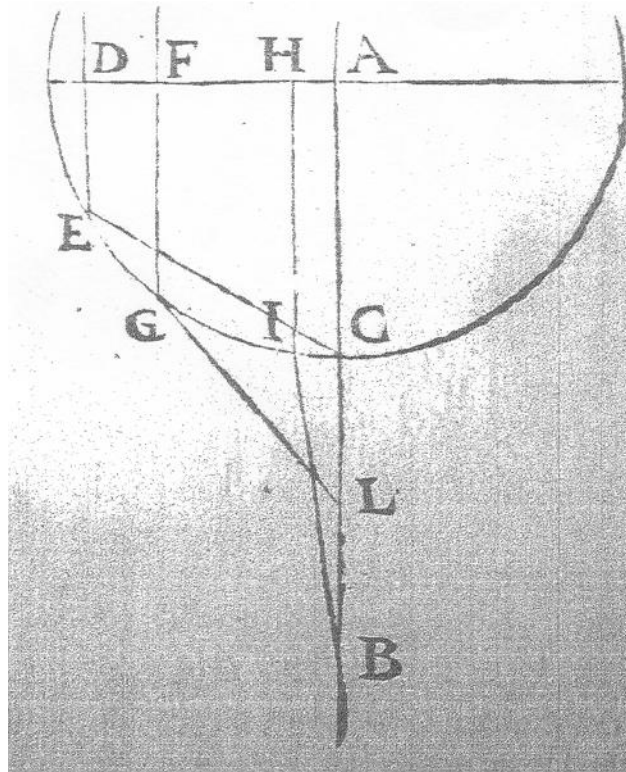


Uma lente, portanto, era a combinação de duas esferas de vidro e, dependendo do tipo de acoplamento, uma lente era ou côncava ou convexa. Mais ainda, as propriedades das lentes estavam relacionadas com as propriedades das esferas cristalinas de modo que o ponto de inversão da lente era determinado a partir delas:

*“Encontrar o ponto de inversão nas lentes convexas. Prop. 2. Os pontos de encontro das linhas refratadas tanto do corpo convexo como do côncavo são pontos de inversões. Determinamos os pontos de encontro na bola cristalina no segundo livro prop. 3 e não outro ponto de inversão senão [o] do encontro dos raios a partir das partes opostas no círculo, como da esquerda para a direita ou da direita para a esquerda e para cima e para baixo. Exemplo. Seja CIGE uma semi-esfera de vidro e o raio DE incida tocando o lado CE do hexágono; essas coisas que estão acima de E não convém ao nosso assunto, pois são refratadas dentro do corpo de cristal, que [estão] um pouco menos abaixo de I; pois se debilitam perto da linha AB do diâmetro, portanto, os raios incidentes são*

refratados dentro da parte GI da esfera e dentro da linha perpendicular LB, aí estão os pontos de inversões e, nesse lugar, o encontro e reunião dos raios”.<sup>25</sup>

Figura 4. Ponto de inversão, Della Porta, G. *De refractione optices parte libri novem*, VIII, prop. 2, 175.



Uma vez determinado o ponto de inversão, Della Porta se esforçou em analisar as características da imagem segundo a posição relativa do olho e do objeto visível, tendo sempre em vista o seu lugar em relação ao ponto de inversão. As proposições, desta maneira, foram encadeadas de modo a apresentar geometricamente a razão do aumento e da diminuição, bem como as condições pelas quais as imagens eram invertidas ou não.

Para localizar as imagens, Della Porta serviu-se de uma antiga regra. Conhecida como “regra do cateto”, a sua aplicação funcionava suficientemente bem em superfícies planas e esféricas e foi estendida para as superfícies refringentes. Segundo tal regra, a construção da imagem dependia da posição do observador e o primeiro elemento que deveria ser levado em consideração era a direção inicial da linha de incidência antes que ela se quebrasse. A imagem apareceria, assim, sempre no prolongamento dessa direção inicial,

<sup>25</sup> Della Porta, *De refractione*, VIII, prop. 2, 176 (tradução nossa).

na intersecção com a perpendicular abaixada da coisa visível sobre a superfície refletora ou refringente<sup>26</sup>, como nas figuras abaixo:

Figura 5. O uso da regra do cateto para localizar a imagem em superfícies refletoras planas (figura nossa)

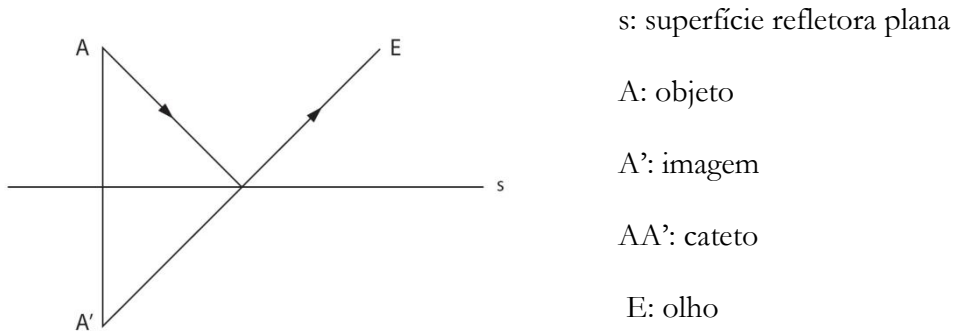
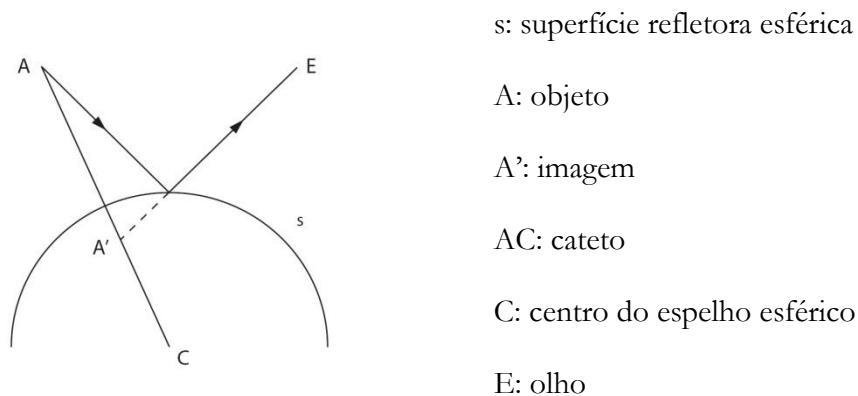
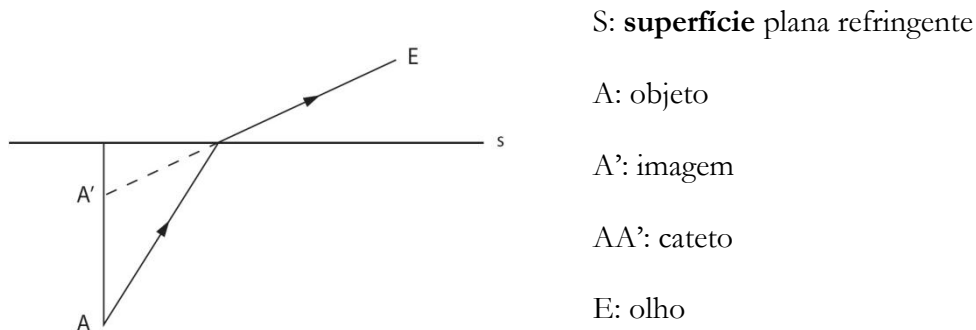


Figura 6. O uso da regra do cateto para localizar a imagem em superfícies refletoras esféricas (figura nossa)



<sup>26</sup> Segundo C.M. Turbayne, “Grosseteste and an Ancient Optical Principle”, *Isis* 50 (1959): 467-72, essa regra era bem antiga e fora utilizada por Ptolomeu, Alhazen, Witelo e Roger Bacon. Seria somente no século XVII que Kepler a criticaria e mostraria seus limites; a regra foi enunciada por Alhazen em *Alhazen opticae*, in Risner, Livro V, cap. 2, prop. 2, 125-6 e criticada e comentada por Kepler em *Les Fondements de l'Optique Moderne: Paralipomènes a Vitellion (1604)* (Paris: J. Vrin, 1980), cap. 3, 175-179.

Figura 7. O uso da regra do cateto para localizar a imagem em superfícies refringentes planas  
(figura nossa)



Assim, após analisar o aspecto da imagem, deslocando o olho e o objeto em relação ao ponto de inversão da lente, Della Porta extraiu uma regra geral e demonstrou na nona proposição que:

*“Nas lentes convexas, quanto mais o olho e o tamanho forem afastados, tanto menor será visto, mas, aproximando ambos, [será visto] maior. Prop. 9. Da proposição anterior, quanto mais o tamanho AB [ou seja, a coisa visível] tiver retrocedido, tanto mais as linhas de incidência para a lente são estreitadas e o cateto do centro do círculo e da coisa vista, chegando, virá mais inclinado e a coisa será diminuída, porém, ao contrário na chegada de um e de outro; as linhas de incidência serão alargadas e os catetos que chegam mais diretos receberão as linhas que produzem as imagens (*formas*) e as imagens (*imagines*) serão vistas maiores”.*<sup>27</sup>

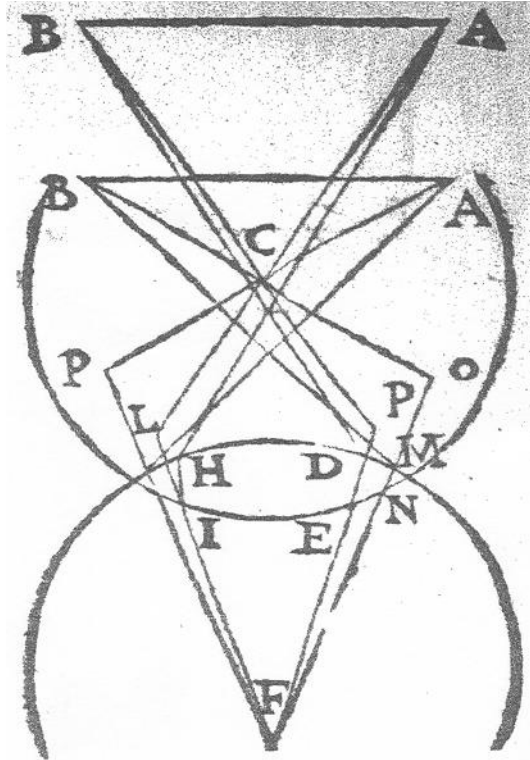
Desse modo, geometricamente, segundo Della Porta:

*“(…) Chegue, primeiro, o tamanho AB mais distante, cujo ponto B chega até D, é refratado para E, em seguida, para o olho F, EF será alongada até que se junte com o cateto de B e centro C do círculo, estará em G. Na outra parte, o ponto A para H, em seguida, para I, em seguida, para F, IF estendida coincidirá com o cateto de AC em L, o tamanho AB será GL, como no precedente. Chegue o tamanho AB mais perto; B chegará até M, até N, até F, NF estendida*

<sup>27</sup> Della Porta, *De refractione*, VIII, prop. 9, 180.

coincidirá em O com o cateto de BC; assim, A para P, o tamanho OP é maior do que GL”.<sup>28</sup>

Figura 8. Della Porta, G. *De refractione optices parte libri novem*, VIII, prop. 9, 181.

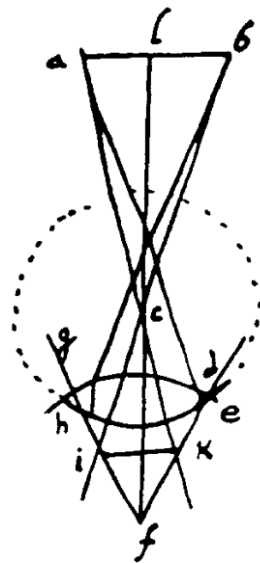


Mas o que cabe aqui notar é que Della Porta aplicou a regra do cateto diligentemente, articulando traçados geométricos e observações experimentais de tal modo a dar-lhes certa coerência. De fato, a regra não foi aplicada apenas tendo em consideração os traçados geométricos dos catetos, que eram conduzidos do centro da circunferência para a periferia, mas adequando-os ao que efetivamente era observado nas lentes<sup>29</sup>. Isso pode ser constatado, mais claramente, nas ocasiões em que Della Porta procurou justificar o traçado, tal como na primeira proposição do terceiro livro de *De telescopio*:

<sup>28</sup> Ibid., VIII, prop. 9, 181.

<sup>29</sup> Della Porta, *De telescopio*, III, “proêmio”, 99.

Figura 9. O ponto de inversão na lente convexa (Della Porta, G. *De telescopio*, III, pr. 1, 113).



“(…) Primeiramente, seja  $l$  o tamanho acima do ponto de inversão, a saber, de tal modo que esteja afastado da circunferência do círculo inferior<sup>30</sup> pelo semidiâmetro, e seja  $ab$ . Desça transversalmente para  $d$ , em seguida, dobrando, chegue a  $e$ , dali, vá para o olho  $f$ , pelo mesmo trajeto pelo qual caminhou, retroceda indefinidamente. Dali, [há] a queda da linha  $ak$ , seja conduzido o cateto do ponto  $a$  pelo centro  $c$  e cruzará a linha retrocedida para  $k$  e, aí, aparecerá o ponto  $a$ .

Com o mesmo raciocínio, o ponto  $b$ , que equidista do ponto  $l$  [que está] no meio da linha  $[ab]$  [e que desce] pelo centro da parte para baixo. [isto é, pelo percurso]  $lf$ , desce para  $g$  em direção a  $b$  [e] para  $f$ ; [que]  $fg$  corra até o momento em que seja cortado em  $i$  pelo cateto que corre pelos pontos  $b c$ . Assim, a linha  $ik$ , imagem do tamanho, aparecerá e o que está em cima será visto embaixo e o que está à direita, à esquerda; e a imagem, menor e mais próxima (...).<sup>31</sup>

Em outros termos, seja o objeto  $l$  de tamanho  $ab$  colocado para lá do ponto de inversão da lente que tem como círculo inferior a corda  $be$  e, superior,  $gd$ . Seja  $f$  o olho disposto no eixo central e  $c$  o centro do círculo inferior da lente. Como o objeto está

<sup>30</sup> Isto é, o círculo  $be$ .

<sup>31</sup> Della Porta, *De telescopio*, III, pr. 1, 113.

localizado para lá do ponto de inversão, a sua imagem será invertida, tal como já observara Della Porta anteriormente. Desse modo,  $a$  desloca-se para  $d$  que, penetrando a lente, é conduzido para  $e$ , por causa da refração. Em seguida, saindo de  $e$ ,  $a$  sofre uma segunda refração, dirigindo-se para  $f$ , portanto, convergindo em direção ao olho, porque a lente é convexa. Do mesmo modo, do outro lado,  $b$  é levado até  $g$  e, por causa da refração, desloca-se para  $h$ , onde sofre uma segunda refração, e dirige-se para o olho  $f$ . O ponto  $l$ , que está no meio da linha  $ab$ , desce sem se refratar pelo percurso  $lf$ , isso porque  $l$  penetra a lente perpendicularmente ( $lf$  é o eixo da lente). Assim, segundo a regra do cateto, a imagem forma-se no encontro da direção inicial da linha de incidência com a perpendicular (isto é, o cateto) abaixada da coisa visível sobre a superfície refringente<sup>32</sup>. Ou seja, o objeto será visto na intersecção do cateto  $ac$  e  $ab$  com o prolongamento  $fe$  e  $fb$ , isto é, respectivamente, nos pontos  $k$  e  $i$ . Portanto, a imagem de  $ab$  será  $ik$ , que se apresenta invertida e menor do que o próprio objeto.

Cabe observar que a demonstração geométrica do estudioso napolitano pode parecer precária se não considerarmos outros aspectos ligados à prática científica daquele período. De fato, alguns historiadores da ciência afirmaram que a demonstração geométrica de Della Porta não era satisfatória, pois o traçado das linhas parece ser arbitrário<sup>33</sup>.

Mas, no que tange à análise geométrica no século XVI, deve-se ressaltar que as matemáticas se afiguravam de maneiras diversas e em diversas áreas do conhecimento<sup>34</sup>. Embora a óptica fosse um conhecimento próximo à matemática naquela época, é preciso tomar cuidado de não considerá-la no contexto do século XVI, subordinada à matemática. Para o estudioso napolitano, a óptica não extraía seus princípios da geometria, pois era o traçado geométrico que deveria corresponder às observações experimentais e não o contrário. Com efeito, na demonstração da proposição acima, o estudioso napolitano observou que:

---

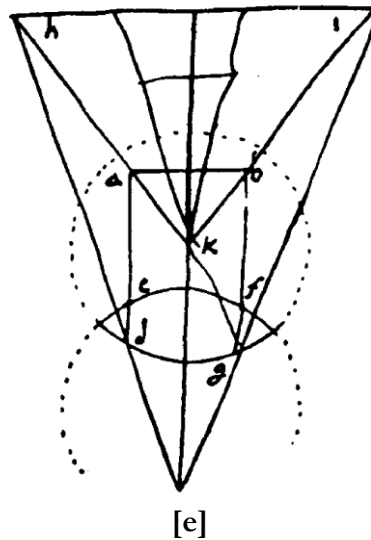
<sup>32</sup> Para mais detalhes sobre a localização da imagem, vide: Saito, 72-89.

<sup>33</sup> V. Ronchi, “Du *De refractione* au *De telescopio*”, in *De telescopio*, Della Porta, p. 11; e S. Dupré, “Visualisation in Renaissance Optics: The Function of Geometrical Diagrams and Pictures in the Transmission of Practical Knowledge”, URL: <[http://sarton.ugent.be/publications/documents/Dupre\\_Visualization\\_Preprint.PDF](http://sarton.ugent.be/publications/documents/Dupre_Visualization_Preprint.PDF)> (Acesso em fevereiro de 2006).

<sup>34</sup> MH.R. Beltran, “Matemática, Magia e Técnica: Algumas Concepções de John Dee”, in *SBHC 10 anos. IV Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. Anais*, ed. J.L. Goldfarb (São Paulo: FAPEMIG/Anna Blume/Nova Stella, 1999), 42. Vide, também A.W. Crosbie, *A Mensuração da Realidade: A Quantificação e a Sociedade Ocidental 1250-1600* (São Paulo: UNESP, 1999); E.G.R. Taylor, *The Mathematical Practitioners of Tudor & Stuart England* (Cambridge: Institute of Navigation/Cambridge University Press, 1954) e B. Gille, *Engineers of the Renaissance* (Cambridge: The MIT Press, 1966).



Figura 10. Justificando o traçado geométrico da figura anterior (Della Porta, G. *De telescopio*, III, pr. 1, 113).



“(…) Mas, se alguém negar [isso] dizendo que a linha *ad* não chegaria obliquamente até *d*, mas desceria direita até *g* e o cateto não cortaria obliquamente a linha que produz [a imagem], mas equidistaria do meio da linha, tudo ocorreria ao contrário; o tamanho, desse modo, pareceria não só maior, mas também direito. Mas, seja o tamanho colocado acima do centro do círculo inferior que aparece em *ab*, desça *a* para *c* e, dali, para *d* e, enfim, para o olho *e*, e a mesma [linha] *ed* reúne-se em *b*, avançando pelo mesmo caminho com o cateto que corre do centro *k* pelo ponto de incidência *a*. Do mesmo modo, da outra parte, deve ser reunido: seja transportado o ponto *b* para *f* descendo diretamente, de *f* dirija-se para *g*, de *g* para o olho *e* e corra a partir de *eg* onde se cruze com o cateto de tal modo que o tamanho *b* será visto em *i* [que] estará para lá do ponto de incidência, e o que está à direita à direita será visto à direita; o que está à esquerda, à esquerda, e a imagem parece muito maior, o que é contrário [ao que acontece na experiência] (...)”.<sup>35</sup>

<sup>35</sup> Della Porta, *De telescopio*, III, pr. 1, 113.

Em outros termos, seja  $ab$  o objeto que é colocado para lá do ponto de inversão da lente que tem como círculo inferior a corda  $dg$ , e superior,  $cf$ . Segundo Della Porta, aqueles que acham que  $a$  não chegaria obliquamente até o ponto  $d$ , mas diretamente até o ponto  $g$  (vide figura 74 acima) veriam que tudo ocorre ao contrário. Assim,  $a$  desceria para  $c$  e seria deslocado para  $d$ , por causa da refração. Em seguida,  $a$  seria conduzido até o olho  $e$ , por meio de uma segunda refração. Do mesmo modo, do outro lado,  $b$  dirigir-se-ia para  $f$ , e dali para  $g$ , refratando-se uma segunda vez para o olho  $e$ . Assim, segundo a regra do cateto, a imagem deveria se formar no encontro do cateto  $ak$  e  $bk$  com o prolongamento das linhas  $ed$  e  $eg$ , respectivamente. O encontro das linhas dar-se-ia nos pontos  $b$  e  $i$ , respectivamente. Desse modo, a imagem do objeto  $ab$  seria  $bi$ , isto é, maior e direito do que o próprio objeto. Mas, observa Della Porta que, na experiência, verificava-se exatamente o contrário. O que significava que  $a$  e  $b$  não poderiam descer diretamente para  $c$  e  $f$ , respectivamente. Mas, pelo contrário, eles deveriam dirigir-se obliquamente, tal como estava patente na demonstração anterior.

### Concluindo

Podemos dizer que o traçado geométrico e a conseqüente certeza matemática sugerem que Della Porta acreditava que a natureza era, de certa maneira, regrada em suas manifestações. Isso significava que a matemática (geometria) tinha sobre a realidade física uma eficácia direta na medida em que os dispositivos ópticos (aqui no caso as lentes) eram capazes de produzir certos efeitos de acordo com a manipulação de determinadas configurações geométricas. Era, nessa interação, que procurava conjugar conhecimentos práticos e teóricos, que a matemática adquiria todo seu valor como parte da magia natural. A aproximação e a adequação das demonstrações matemáticas dos experimentos ópticos possibilitavam ao mago penetrar nos ocultos recessos da natureza de modo a poder operá-la em todos os seus aspectos.

**Fumikazu Saito**

História da Ciência, Filosofia da Ciência e Epistemologia, com ênfase em História da Filosofia Natural e Matemática.

Professor, Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil.

e-mail: [fsaito@uol.com.br](mailto:fsaito@uol.com.br)