



ARTIGOS - ARTICLES

O Telescópio e a Revolução Científica do século XVII

Rafael Luis dos Santos Dall'olio

Mestre em História Social

FFLCH/USP

rafael.olio@usp.br

Resumo: pretende-se discutir o impacto causado por um instrumento científico, o telescópio, na Revolução Científica ocorrida no século XVII. Ao permitir que objetos invisíveis se tornassem visíveis, esse instrumento possibilitou a ampliação da concepção do universo. Ao analisamos as obras de três 'protagonistas' dessa revolução – Galileu, Kepler e Newton — constatamos que os estudos realizados por Galileu e Kepler no aperfeiçoamento do telescópio fortaleceram a teoria heliocêntrica, enquanto o protagonismo de Newton ocorreu no campo teórico da mecânica. Contudo, a associação entre instrumento e astrônomo se tornou recorrente apenas no caso de Galileu e da luneta astronômica.

Palavras-chave: Telescópio; Revolução Científica; Instrumentos Científicos.

The Telescope and the Scientific Revolution on the 17th century

Abstract: we propose to discuss the impact caused by a scientific instrument, the telescope, in the Scientific Revolution that took place in the 17th century. By allowing invisible objects to become visible, this instrument made it possible to broaden the conception of the universe. When analyzing the works of three 'protagonists' of this revolution - Galileo, Kepler and Newton - we found that the studies carried out by Galileo and Kepler in the improvement of the telescope strengthened the heliocentric theory, while Newton's protagonism occurred in the theoretical field of mechanics. However, the association between instrument and astronomer became recurrent only in the case of Galileo and the astronomical telescope.

Keywords: Telescope; Scientific Revolution; Scientific Instruments.

Apresentação

A ideia de uma ciência moderna desenvolvida a partir do século XVII esteve profundamente associada a dois pilares: a matematização e a experimentação. Entendemos que esses dois pilares estão estreitamente ligados à questão dos instrumentos: se por um lado é por meio destes que se permitiu observar a natureza e realizar os experimentos necessários, por outro, aperfeiçoou a exatidão das dimensões, das distâncias, e dos ângulos observados no mundo natural.

Essa mudança de paradigma científico foi denominada posteriormente pelos estudiosos das ciências (historiadores, filósofos e sociólogos, principalmente), de Revolução Científica¹.

Embora o entendimento de que a ciência era produzida pelos grandes gênios de forma individual e praticamente monástica já não encontra mais embasamentos na bibliografia contemporânea, ainda tal questão se apresenta com certa dificuldade. Ao considerar uma determinada Revolução, geralmente associamos personagens e muitas vezes instrumentos que demonstrem a especificidade daquela ruptura. Podemos tomar como exemplo a Primeira Revolução Industrial e sua associação à máquina a vapor e a James Watts.

Em relação à Revolução Científica do século XVII, alguns cientistas² são comumente elencados como representativos desse período, dentre os quais, destacamos Johannes Kepler (1571 - 1630), Galileu Galilei (1564 - 1642) e Isaac Newton (1643 - 1727). Estes três cientistas possuíam uma característica em comum: o uso,

¹ Há atualmente uma vasta bibliografia que trata dessa temática – citaremos aqui apenas algumas obras de referência como HESSEN, Boris. *As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton*. In: GAMA, Rui (org.) *Ciência e técnica*. 1993. São Paulo: T. A. Queiroz; ZILSEL, Edgar. 2000. *The Social Origins of Modern Science*. Kluwer Academic Publishers; BELTRÁN, António. *Revolución científica, Renacimiento e historia de la ciência*. 1995. Mexico: Siglo Veintiuno Editores; KUHN, Thomas. *The structure of scientific revolutions*. 1964. Chicago: University of Chicago Press; e FEYERABEND, Paul. *Against method: outline of an anarchistic theory of knowledge*. 1975. London: NLB; Atlantic Highlands: Humanities Press

² Utilizamos a palavra ‘cientista’ meramente para fins didáticos, visto que esse termo foi cunhado apenas no século XIX.

estudo ou desenvolvimento de um instrumento científico específico: o telescópio. Para o historiador das ciências italiano Paolo Rossi, o telescópio está no rol dos mais importantes instrumentos científicos desenvolvidos no século XVII, juntamente com o microscópio, o termômetro, o barômetro, a bomba pneumática e o relógio de precisão (ROSSI, 2001, p. 236).

Assim, pretendemos neste sucinto ensaio refletir sobre o desenvolvimento de um instrumento científico específico: o telescópio e como o uso desse instrumento está relacionado com as novas ideias elaboradas nesse período. Seleccionamos os trabalhos dos Astrônomos considerados representativos desse período e que desenvolveram — ou promoveram — seus próprios telescópios: Galileu Galilei e sua luneta; Johannes Kepler e seu telescópio refrator; e Isaac Newton e seu telescópio refletor. Verificaremos primeiramente nas principais obras desses autores se houve referências quanto ao uso do telescópio e seu impacto em suas pesquisas. Em um segundo momento buscaremos na bibliografia sobre as revoluções científicas qual foi a importância atribuída a esse instrumento nas elaborações desses astrônomos.

Destacamos, por fim, que nosso ensaio aqui proposto está embasado em um campo de estudos já sedimentado na História das Ciências: a História dos Instrumentos Científicos. O entendimento que temos de instrumentos científicos é baseado na proposta de Val Helden:

- (1) There is a proper, even essential, place for such devices in the study of nature since the human senses alone are too limited for most scientific investigations;
- (2) The results or readings obtained with them are usually beyond question;
- (3) Scientific Instruments are based on undisputed scientific principles [...];
- (4) Newer instruments are more accurate, powerful, or convenient than the old ones [...](VAN HELDEN, 1983, p. 49).

Percebe-se, contudo, que tal definição pressupôs, ao menos no caso do telescópio, uma construção gradual de legitimação do conhecimento obtido, como veremos a partir da análise da obra de Galileu.

O conceito de Revolução Científica

Um primeiro equívoco ao tratarmos dessa questão é considerarmos que tal conceito — Revolução Científica — é bem definido, estático, aceito uniformemente pela comunidade científica internacional.

De forma geral, o entendimento sobre esse conceito poder ser discutido em dois eixos: Revolução/Revoluções e Continuismo/Descontinuismo.

Uma primeira abordagem sobre esses eixos pode ser exemplificada na obra do historiador e filósofo das ciências Alexandre Koyré (1892 - 1964). Suas obras versam sobre Galileu e Newton, principalmente, sendo a de maior destaque a obra *Do Mundo Fechado ao Universo Infinito* (1959), sendo uma compilação de palestras divulgadas na *Johns Hopkins University* (Estados Unidos) sobre o desenvolvimento da ciência moderna.

Para Koyré, há uma ruptura, uma mudança significativa (mutação definitiva), que possibilitou a ascensão de uma nova categoria de ciência embasada pela matematização e pelo experimentalismo. Trata-se, portanto, de uma abordagem descontinuista que considera a ocorrência de uma revolução.

Outros autores, como o também historiador das ciências Edward Grant (1926 -) defendem uma continuidade dos saberes científicos rastreáveis até o século XIII. Em sua obra *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages* (1996), destaca o papel das universidades e o trabalho de tradução de obras científicas que possibilitaram essa mudança no século XVII. Trata-se, assim de uma abordagem continuista, onde a revolução abrange um período temporal mais extenso.

Em ambos os autores, nota-se o entendimento que houve uma mudança no século XVII, mas as datas de início e término não coincidem.

Percebemos nesse momento que, para o presente ensaio, uma conceituação precisa sobre a revolução científica é pouco atrativa, pois incorre no risco de se tornar supérflua frente à resolução dos problemas aqui propostos. Contudo, para

fins metodológicos, utilizaremos a perspectiva de Koyré sobre a revolução científica, onde consideramos que houve uma mudança significativa no século XVII na forma de concepção da ciência e do mundo, embora consideremos também que tais transformações estão inseridas em um lento processo de desenvolvimento do conhecimento humano, que não é linear, mutável.

Independentemente da corrente teórica utilizada, é consenso entre os historiadores, antropólogos e sociólogos das ciências que a Filosofia Natural Aristotélica foi a grande referência para os astrônomos compreenderem o mundo até meados do século XVII, quando essa concepção foi duramente atacada por novas ideias e concepções do mundo. Não se tratou de um fato isolado, único, mas um processo que culminou na primeira metade do século XVII, onde podemos destacar o papel dos astrônomos nesse questionamento, em especial a obra do astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473 - 1543). Sua crítica ao sistema geocêntrico ptolomaico e sua proposta de um sistema heliocêntrico na obra *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) não era necessariamente inovadora, pois o astrônomo grego Aristarco de Samos (310 a.C. - 230 a.C.) já havia proposto que o Sol, por ter um volume maior que o da Terra, deveria ocupar o centro do universo. Contudo, essa obra trouxe novamente essa questão em discussão, acrescentando outros contornos com dados obtidos por instrumentos científicos, dentre os quais destacaremos o telescópio.

Os astrônomos e suas obras

Um primeiro problema ao analisar essas obras se torna evidente e de difícil solução ao trabalho historiográfico: escritas em latim, foi necessário recorrer a versões traduzidas dessas obras para a língua inglesa. Dessa forma, ao considerarmos a tradução e não o texto original, estamos não mais analisando uma fonte primária, mas sim uma interpretação e modificação do texto original para um determinado idioma.

Por outro lado, como nosso objetivo neste sucinto ensaio é apenas verificar a relação entre o telescópio e as obras desses personagens da Revolução Científica,

tal tradução — acreditamos — não impôs grandes alterações ao seu conteúdo original. Para outras questões, contudo, tal reflexão deve ser seriamente tomada em consideração.

Após essa breve ressalva, podemos iniciar a análise dos astrônomos citados, iniciando pela obra *Astronomia Nova* (KEPLER, 1609), de Johannes Kepler. Publicado em 1609 consistia em uma discussão sobre o movimento planetário, em especial o movimento do planeta Marte.

Nesta obra Kepler discute os modelos geocêntrico de Ptolomeu, heliocêntrico de Copérnico, e a proposta híbrida de Tycho Brahe (1546 - 1601), Refuta esses sistemas, utilizando como base dois princípios que se tornariam posteriormente as Leis de Kepler.

Nesse momento, Kepler ainda não havia utilizado o telescópio para elaborar seus argumentos. Contudo, estes foram desenvolvidos apenas por meio dos dados obtidos por Brahe, astrônomo dinamarquês reconhecido pela grande capacidade de observação e pelo desenvolvimento de instrumentos de observação. Kepler havia tratado anteriormente da questão óptica relacionada à astronomia em *Astronomiae Pars Optica* (A Parte Óptica da Astronomia) de 1604, onde discute a intensidade e reflexão da luz.

Apenas após o contato com o instrumento de Galileu, Kepler passou a dedicar estudos sobre o telescópio aplicado à astronomia. Descreveu um telescópio refrator aperfeiçoado, por meio da combinação de duas lentes convexas ao invés da combinação de lentes côncavas e convexas, tal como utilizado por Galileu. Além disso, Kepler estabeleceu bases para a definição de imagens virtuais e reais, distância e focal e redução.

Embora Kepler seja considerado como um dos grandes personagens da Revolução Científica do século XVII, suas contribuições não vieram da sua observação direta, nem por meio do uso dos telescópios. Seus princípios, considerados posteriormente como leis, tiveram base em dados compilados por Brahe. Apesar de ter contribuído de forma decisiva para o aperfeiçoamento do telescópio refrator,

denominado de telescópio kepleriano, sua maior contribuição não necessitou da observação direta ou do telescópio.

A mesma relação não pode ser aplicada para a obra *Sidereus Nuncius* (GALILEI, 1610), de Galileu Galilei. Para Van Helden (2015), essa obra não pode ser comparada aos grandes tratados da História da Ciência, como o *Almagesto* de Ptolomeu ou o *Principia* de Newton. Sua grande contribuição, dessa forma, foi a possibilidade de trazer novos dados observados — as luas do planeta Júpiter e detalhes da Lua — para uma nova concepção sobre o entendimento do universo, mudando o debate sobre os sistemas do mundo.

A invenção do telescópio por Galileu já não encontra embasamento na bibliografia acadêmica (VAN HELDEN, 2015; KOESTLER, 1990; KOYRÉ, 2006), mas já os resultados obtidos por Galileu são discutidos. Enquanto uma corrente crítica de seu trabalho o aponta mais como um agente político que soube transitar na corte italiana e promover seus estudos (Koestler), outros consideram que Galileu foi, dentre os astrônomos que utilizaram o telescópio nesse período, aquele que mais se destacou (Van Helden).

Para Van Helden, a história do telescópio começa no século XIII com o desenvolvimento de lentes para óculos na Europa. Considera os estudos do frade franciscano Roger Bacon (1220 - 1292) no *Opus Maius* de 1267 como um ponto de partida, onde este discute como esferas de vidro (lupas) poderiam ser utilizadas para aumentar o tamanho das palavras (GALILEI, 2015, p. 21). Da mesma forma, no século XV já era possível encontrar lentes côncavas para permitir a leitura de textos próximos para aqueles que sofriam de miopia.

Desta forma, lentes côncavas e convexas já estavam disponíveis na Europa no século XV, mas devido à qualidade de suas lentes, como argumenta Van Helden, o telescópio ainda não poderia ser utilizado nesse período. Apenas a partir de 1608, nos Países Baixos, os erros foram corrigidos por auxílio de diversos estudos relacionados à óptica provenientes, dentre outros da Itália. À época, o invento não foi patentado pelo governo holandês, sob a justificativa de que era muito fácil de ser copiado (GALILEI, 2015, p. 25).

De fato, eram dispositivos simples, que consistiam na disposição de uma lente convexa e uma lente côncava em um tubo, ampliando apenas três ou quatro vezes. O mérito de Galileo, nesse sentido, foi conseguir ampliar cerca de oito ou nove vezes esse instrumento.

Para tanto, compreendeu que a ampliação dependia da proporção das distâncias focais entre as duas lentes. Como as lentes construídas pelos artesãos de óculos não possuíam essa qualidade, o próprio Galileo, segundo Van Helden, poliu e trabalhou essas lentes manualmente.

Ao apresentar seu instrumento para o Senado de Veneza, conseguiu não apenas um aumento em seu salário, mas também vantagens em seu trabalho — atuava como professor de matemática na Universidade de Pádua — como um contrato vitalício, pois sua luneta foi considerada importante para fins militares.

Em relação ao uso específico na astronomia, holandeses e ingleses já haviam apontado o telescópio para os céus. Contudo, por terem uma ampliação ainda baixa, não trouxeram o impacto das observações feitas por Galileo. Já em novembro de 1609, a luneta de Galileo conseguia uma ampliação de 20 vezes. Com esse instrumento ele observou a lua entre 30 de novembro e 18 de dezembro desse ano (1609), observando suas fases e registrando em desenhos.

Essas observações demonstravam que a Lua não possuía uma superfície perfeita, coesa e homogênea, tal como era descrito na Filosofia Natural Aristotélica. Contudo, a descoberta dos quatro satélites do planeta Júpiter em janeiro de 1610 foi o maior golpe contra essa filosofia, visto que não foram previstos.

O livro foi publicado em março de 1610 e consistia em: uma dedicatória ao Duque da Toscana; as observações feitas por meio da luneta; observações da face da Lua, a Via-Láctea, as estrelas nebulosas, estrelas fixas inumeráveis e sobre quatro planetas nunca vistos anteriormente. Galileo explica o funcionamento da luneta, de forma bem didática, e passa a uma descrição completa das fases da Lua e do período observado, ressaltando que a Lua não era, segundo as observações realizadas, uma esfera polida, mas sim um espaço com imperfeições.

A recepção a essa obra foi rápida, mas a maioria dos astrônomos desse período não tinha como comprovar as observações feitas por Galileu. A reação dos filósofos aristotélicos foi intensa: como identificar se as imagens obtidas pelo telescópio não eram uma ilusão, dado que o observável era obtido por meio da visão direta, a olho nu? Tal discussão seguiu até o final do século XVII. De fato, o telescópio foi o primeiro instrumento científico que ampliou os sentidos e permitiu que coisas invisíveis se tornassem visíveis (GALILEI, 2015, p.111).

O sistema cosmológico aceito nesse período já havia sido questionado pela teoria copernicana; agora, havia dados observáveis trazidos por Galileu, que pressionaram ainda mais a ideia de perfeição e imutabilidade do universo.

Ao considerarmos a obra de Galileu, percebemos que suas contribuições científicas decorreram diretamente da observação feita pela luneta astronômica, de modo que a incursão no campo da astronomia ocorreu simultaneamente ao momento em que Galileu aperfeiçoava esse instrumento.

Da obra *Sidereus Nuncius* de Galileu para a obra *Philosophiae naturalis principia mathematica* de Newton passaram-se 78 anos. Isaac Newton estudou bastante o campo da óptica a refração da luz, e chegou à conclusão de que a luz não era homogênea, mas sim consistia em raios, alguns mais refratários que outros. Essa descoberta mudou significativamente os estudos no campo da Óptica. A partir disso, Newton passou a investigar o fenômeno da reflexão, ao invés da refração, pois constatou que na reflexão todos os raios eram refletidos igualmente.

Em 1668 Newton construiu através de um processo de polimento de metal seu novo telescópio refletor. Tinha 15 cm de comprimento e uma ampliação de quarenta vezes — uma capacidade de ampliação maior do que um telescópio refrator de seis pés. Foi a primeira vez que um telescópio refletor foi apontado diretamente para observação dos céus.

No principal trabalho de Isaac Newton, *Principia*, publicado em 1687, cita diversas vezes (25 vezes) o uso do telescópio ao afirmar alguma proposição: ao tratar das aparências dos fenômenos, cita os métodos usados e os telescópios que

permitem calcular o diâmetro aparente desses astros. Já o grande tratado de Newton sobre a luz, *Optiks*, foi publicado apenas em 1704.

Newton não cita especificamente a construção ou mesmo o funcionamento de um telescópio — as questões propostas no *Principia* são muito mais centradas nas explicações relacionadas ao movimento dos corpos e para teorias fundamentadas em cálculos matemáticos e geométricos.

Aparentemente, a principal contribuição de Newton não decorre da observação celeste por meio do telescópio (apesar de ter tido o mérito de desenvolver um novo instrumento, o telescópio refletor) mas sim das contribuições de diversos astrônomos. Dentre estas, destacam-se as leis propostas por Kepler bem como os dados observados por outros astrônomos, como Tycho Brahe.

Os astrônomos e suas obras sob a ‘lente’ historiográfica

Começamos primeiramente pela já citada obra de Alexandre Koyré, *Do Mundo Fechado ao Universo Infinito* (KOYRE, 1957). Nesta obra, Koyré analisa a contribuição de diversos astrônomos em relação às questões relacionadas à finitude ou infinitude do universo, destacando o porquê de que alguns desses nomes não poderiam ser considerados como astrônomos modernos.

Para Koyré, Kepler tinha certa coerência com sua ideia de finitude do universo em decorrência dos dados disponíveis, dado que os trabalhos de Kepler ocorreram principalmente antes do uso do telescópio aplicado à astronomia. Mas mesmo após a constatação de novos corpos que não podiam ser observados a olho nu, Kepler, por um empirismo puro, reafirma a impossibilidade de infinitude do universo, pois não havia meios de determinar as distâncias que separam a Terra das estrelas, assim como a invisibilidade desses corpos decorria de seu próprio tamanho (KOYRE, 1957, p. 69). Cabe ressaltar que, mesmo com o advento de um novo instrumento que ampliava a capacidade de visão do ser humano, Kepler se manteve fiel a algumas convicções oriundas de sua trajetória de pesquisa.

Outros autores também destacaram o papel de Kepler (KOESTLER, 1990; SHAPIN, 1998; RUI PEREZ, 2012), mas sempre apontando para suas contribuições teóricas — as Leis de Kepler — e não tanto para os instrumentos utilizados. Koestler afirma ainda que se não fossem os dados obtidos por Tycho Brahe e seus instrumentos, Kepler jamais teria chegado a essas conclusões, ou mesmo Newton (KOESTLER, 1990, p. 316). Podemos pressupor, dessa forma, que apesar de Kepler não ter feito diretamente as observações, foi apenas por meio delas — obtidas por Brahe — que questões relacionadas ao movimento dos corpos celestes puderam ser discutidas. Da mesma forma, os autores aqui analisados não se preocuparam em destacar a criação do telescópio kepleriano dentre de suas principais contribuições para a Revolução Científica.

A contribuição de Galileu Galilei, por outro lado, não pode ser dissociada do instrumento científico, o qual o próprio Galileu aperfeiçoou: a luneta astronômica. Para Koyré, esse *perspicillum* foi o primeiro instrumento propriamente científico e teve como mérito “*transcender a limitação imposta pela natureza — ou por Deus — aos sentidos e ao conhecimento humano*” (KOYRE, 2006, p.81). Contudo, as bases da nova ciência foram formuladas não por Galileu, mas sim por Descartes e sua cosmologia matemática.

Contudo, segundo nos adverte Rui Perez (PEREZ, 2012) ao analisar a obra de Galileu, podemos encontrar uma mitificação de seu nome por uns, como por Bernard Cohen (Revolução da Ciência), ou uma crítica outros autores como as já citadas por Koestler (1990). Na perspectiva sobre o telescópio, Rui Perez parece não dar muita atenção às questões técnicas, destacando, assim como outros autores, apenas o impacto de suas observações.

Já Koestler é claro ao questionar o papel de Galileu na Revolução Científica: “*Thus Galileo's observations with the telescope produced no important arguments in favour of Copernicus, nor any clear committal on his part. Besides, the discoveries announced in the Star Messenger were not quite as original as they pretended to be.*” (KOESTLER, 1959) Koestler critica a falta de conhecimento de Galileu sobre o telescópio, argumentando que foi necessária a intervenção de Kepler para explicar o funcionamento do telescópio,

por meio da publicação em 1611 de um manuscrito denominado *Dioptrice*. Considerando as possibilidades apontadas aqui sobre o protagonismo dado a Galileu pela historiografia das ciências, como desenvolvedor do telescópio e como mero utilizador deste, esse instrumento científico é fundamental para entendermos a contribuição desse personagem nesse contexto.

Partimos agora para, talvez, a figura mais emblemática da Revolução Científica, responsável, responsável pela metamorfose mais importante da filosofia natural clássica e da Idade Média na Ciência Moderna.

Antes da publicação de seu grande trabalho, *Principia* (NEWTON, 1687), Newton há havia desenvolvido um telescópio refletor e enviado para a *Real Society of London* em 1671.

Essas comunicações para a *Real Society* foram constantes nesse período, destacando principalmente os estudos sobre a luz — Shapin cita a experiência realizada por Newton com dois prismas onde apenas um dos raios coloridos produzidos pela primeira refração era refratada uma segunda vez (SHAPIN, 1996).

Contudo, a grande contribuição de Newton para a Revolução Científica foi a correção e aperfeiçoamento de muitas observações e conclusões de Galileu e Kepler, dentre outros, sintetizando Leis, teorias e experiência em um corpo mais coeso de conhecimento científico. Por meio da Lei da Gravitação Universal e das Três Leis de Newton, enunciadas no *Principia*, as bases da Mecânica Clássica foram sedimentadas. Mesmo após a publicação, Newton publicou ainda uma obra de referência denominada Óptica, onde aprofunda seus estudos sobre a luz.

Conclusão

A relação entre conhecimento científico e os instrumentos científicos não encontra obstáculos na historiografia dos instrumentos científicos atual (VAL HELDEN, 1983) — de fato, tornam-se indissociáveis.

Pelos documentos do século XVII analisados e pelas obras de História das Ciências consultadas, é possível considerarmos que dentre Kepler, Galileu e Newton, a historiografia das ciências atribuiu um peso maior em relação aos instrumentos utilizados para Galileu e sua luneta, no contexto da Revolução Científica. Contudo, cabe o questionamento sobre o porquê de o telescópio kepleriano e newtoniano não terem recebido tanta atenção para esses historiadores.

Como constatado, Kepler não apenas descreveu o funcionamento da luneta galileana, mas explicou os fenômenos relacionados a ela, além de corrigir e aperfeiçoar esse instrumento, ampliando ainda mais o espaço observável pelo ser humano. Embora não tenha sido recebido como uma novidade da mesma forma que os detalhes da Lua e os satélites do planeta Júpiter observados e divulgados por Galileu, as considerações de Kepler se tornaram os parâmetros para construção de telescópios refratores até o final do século XIX.

Já os estudos de Newton sobre a luz, dentre os quais podemos citar o telescópio refletor, influenciaram profundamente a trajetória de Newton. Embora a *Principia* trate majoritariamente do movimento dos corpos, para chegar a essas conclusões Newton utilizou os dados obtidos por telescópios, dentre outros instrumentos.

Sobre a historiografia das ciências, percebemos que não houve uma preocupação em discutir a aplicação desse instrumento — telescópio — na produção de novos conhecimentos, exceto quando se trata de Galileu, indissociável de sua luneta. Desta forma, cabe um questionamento: se partirmos dos seguintes pressupostos: 1) A historiografia clássica da História das Ciências considera que a experimentação e a matematização foram as bases da ciência moderna; 2) Os instrumentos científicos proporcionaram uma maior exatidão nos cálculos matemáticos e na forma pela qual as experiências foram realizadas; logo uma conclusão lógica poderia ser apontada afirmando que a principal temática da Revolução Científica deveria recair sobre o processo de transformação do conhecimento. Isso resultaria em estudos de longa duração, onde o desenvolvimento e aplicação de instrumentos científicos seriam fundamentais para compreender como o conhecimento pode ser modificado a partir da constatação de novos dados, oriundos desses instrumentos.

Contudo, percebemos nessa historiografia que questões metafísicas relacionadas principalmente à teoria e à matemática ganharam um papel fundamental na Revolução Científica. Não podemos considerar, contudo, que questões teóricas (metafísicas) e práticas (instrumentais) são dissociáveis. Ao contrário, se retroalimentam, produzindo novos conhecimentos e métodos. Pensamos, dessa forma, que uma abordagem científica mais proveitosa da Revolução Científica seria considerar o desenvolvimento dos instrumentos científicos em detrimento dos personagens que, conforme vimos em Koestler, podem ser facilmente mitificados. Já os instrumentos, desprovidos de tal característica poderiam oferecer um caminho mais seguro para a pesquisa científica.

Nesse ponto, convém destacar as observações de Paolo Rossi acerca da relação entre Galileu e a luneta:

O significado e o alcance revolucionários da postura assumida por Galileu diante da técnica e dos instrumentos mostram-se particularmente visíveis quando se trata de sua posição à luneta [...]. Mas o que realmente importa e marca uma revolução na postura do cientista é a confiança de Galileu num instrumento nascido no ambiente de artesãos, aperfeiçoado apenas pela ‘prática’, parcialmente acolhido nos meios militares, mas ignorado, quando não desprezado, pela ciência oficial. (ROSSI, 1989, pp. 100-101).

Para Rossi, a aproximação entre Filosofia às artes defendida por Descartes, um dos protagonistas da Revolução Científica, dificultou a aceitação das artes mecânicas nessa nova concepção de ciência, mais focada na teoria. Outros cientistas, como Gassendi, consideravam que os conhecimentos descritivos dos fenômenos e a prática das artes mecânicas eram os elementos constitutivos e característicos de uma nova ciência, lutando assim para estabelecer uma nova convergência entre empíricos e filósofos — destacando a utilidade do conhecimento prático das artes mecânicas.

Retoma, por fim, que o telescópio aperfeiçoado por Galileu teve sua origem nos artesãos holandeses (ROSSI, 2001, p. 32). A contribuição oriunda do saber técnico, da experiência e das práticas dos artesãos, demoraria para ser considerada em

sua dimensão material pela historiografia das ciências como um campo próprio de estudos.

Bibliografia:

GALILEI, Galileo. *Sidereus Nuncius* (The Sideral Messenger). The University of Chicago Press, 2015. Traduzido e comentado por Albert Van Helden. 1989. Primeira publicação em 1610.

KEPLER, Johannes. *Astronomia Nova*. 2015. Green Lion Press. 1609. New, Revised Edition. Traduzido por William H. Donahue.

KOESTLER, Arthur. *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe*. 1990, Hutchinson & Co Ltd, London, 1959.

KOYRE, Alexandre. *Do Mundo Fechado ao Universo Infinito*. 2006. Rio de Janeiro, 1957, Forense Universitária.

NEWTON, Isaac. *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (The Mathematical Principles of Natural Philosophy). 2017. Create Space Independent Publishing Platform. Primeira publicação em 1687.

ROSSI, Paolo. *Os filósofos e as máquinas: 1400-1700*. 1989. São Paulo: Schwartz, 1989.

ROSSI, Paolo. *O nascimento da ciência moderna na Europa*. 2001. São Paulo: EDUSC, 1997.

RUY PÉREZ, Tamayo, *La revolución científica*. Fondo de Cultura Económica, México, 2012.

SHAPIN, Steven. *The scientific revolution*. 1998, The University of Chicago Press, Chicago, 1996.

VAL HELDEN, Albert. *The birth of Modern Scientific Instruments, 1500-1700* In: BURKE, John (ed). *The uses of science in the age of Newton*. Berkeley: University of California Press, 1983.