

# ESTRUTURA E INSTAURAÇÃO DA CIÊNCIA MODERNA: CONTRIBUIÇÕES CRÍTICAS AO DEBATE TEÓRICO–METODOLÓGICO

## STRUCTURE AND INSTALLATION OF MODERN SCIENCE: CRITICAL CONTRIBUTIONS TO THE THEORETICAL–METHODODOLOGICAL DEBATE

*Júlia Bastos*<sup>1</sup>

**Resumo:** A partir de meados do século XVI, o modelo científico de se fazer pesquisa ganha moldes que até hoje influenciam os pesquisadores de todo o mundo. Compreender esse movimento de base histórico-social é fundamental para o próprio entendimento crítico do que significa fazer ciência nos dias atuais. A partir do método marxiano de investigação, o qual busca a essência do real – contraditório e em constante movimento provocado pelas mulheres e homens que compõem o gênero humano –, o objetivo deste trabalho é apresentar as relações do processo de transição entre feudalismo e capitalismo e a instauração do modelo de se fazer ciência que não por acaso o acompanha. Assim, verificou-se a passagem entre o velho e o novo modelo de se produzir conhecimento, no qual os critérios de verdade e a própria compreensão de realidade passam por modificações históricas associadas aos interesses de suas respectivas classes dominantes. Há a transformação de uma compreensão da natureza pela contemplação, própria do Medievo, para a prática moderna de aferições qualitativas e quantitativas. A experiência para a comprovação assume centralidade, e com ela o **método** e o instrumental necessário para tanto. Consideram-se as contribuições de Copérnico, Galileu e Newton no interior de um processo de consolidação do sistema do capital como um fazer ciência associado aos novos interesses produtivos que se impõem socialmente, cujos grandes benefícios serão colhidos de maneira especial pela classe burguesa em formação.

**Palavras-chave:** Feudalismo. Capitalismo. Ciência Moderna. Método.

**Abstract:** From the mid-16th century the scientific model of doing research achieves the shapes that would influence contemporaneous research all over the world. To understand it is a fundamental piece to understand nowadays science. Based on the marxian method of investigation, which seeks the essence of the real, the contradictory and in constant movement provoked by the mankind, the objective of this work is to present the relation in the transition process between feudalism and capitalism and the establishment of the science model that goes along with the system. Thus, we verify the passage between the old and the new model for producing knowledge, in which the criteria of truth and the notion of reality itself pass through historical modifications,

<sup>1</sup> Júlia Érika Moreira Bastos é doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, em Marília - SP (julialuar@hotmail.com). Este trabalho é resultado de pesquisas sobre a teoria do conhecimento desenvolvidas a partir do pensamento crítico-marxiano desde 2014. Trabalho apresentado no III Seminário Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, 2019. O texto é o segundo de uma série sobre o assunto. O primeiro teve como título “Notas críticas acerca da origem da ciência moderna: um recorte a partir do Renascimento” apresentado no “VIII Seminário internacional de teoria política do socialismo e II Colóquio Internacional Gramsci”, ocorrido na Unesp - Marília em 2019. <https://orcid.org/0000-0002-8829-6680>

<https://doi.org/10.36311/1982-8004.2021.v14esp.p35-48>



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.

associated to their respective dominant classes. There is the transformation from a comprehension of nature by the contemplation, particular to medieval era, to the practice of modern qualitative and quantitative measurement. Therefore, the experimental proof takes the central role and with it the required methodology and instrumental. We conclude that the contributions of Copernicus, Galileu e Newton are inside of a process of consolidation of the capitalist system, as a science doing associated to the new socially imposed productive interests, whose greatest benefits would be harvested specially by the rising burgeois class.

**Keywords:** Feudalism. Capitalism. Modern Era Science. Method.

## 1 INTRODUÇÃO

Pensar o período das celebradas revoluções científicas na Modernidade não deve denotar, em caso algum, que antes dele não houve ciência. Refere-se antes a um momento caracterizado por mudanças profundas nos moldes do fazer científico em sociedade.

Prática cuja história remete aos tempos primevos, a necessidade de conhecer a realidade para além dos seus traços ordinários, cotidianos, é algo que se liga às primeiras atividades próprias do humano (LUKÁCS, 1966). Compreendendo-se o homem enquanto tal originado da dinâmica entre sua capacidade de pensar fins, buscar meios para sua realização e concretizar em ato a satisfação das suas necessidades (LUKÁCS, 2013), fica claro o conhecimento autêntico do seu entorno como algo que toma necessariamente parte das atividades humanas. Encontra-se aí o gérmen da ciência como conhecimento sistematizado, o que só acontecerá de fato na história com o estabelecimento da sociedade antiga:

*La lucha entre las tendencias mentales personificadoras ya levantadas a ese nivel superior y las formas científicas de pensamiento no se ha desplegado realmente, en los comienzos del desarrollo humano, más que en Grecia; sólo en Grecia alcanza esa lucha una altura de principios, y sólo allí produce, por consiguiente, una metodología del pensamiento científico, presupuesto necesario para que este nuevo tipo de reflejo de la realidad, mediante el ejercicio, la costumbre, la tradición, etc., se convirtiera en un modo de comportamiento humano general y de funcionamiento permanente [...]. (IDEM, 1966, p. 148).*

Esta “orientação desantropomorfizadora” típica dessa forma de reflexo, em cada época, está relacionada à “medida segundo a qual o trabalho e a ciência de um determinado período são capazes de dominar a realidade objetiva” (IBIDEM, p. 171). Assim, também na Idade Média fez-se ciência. Na continuidade contraditória desse desenrolar histórico é que surge como fenômeno social a ciência moderna.

Até meados do século XVI, a produção de conhecimento científico em determinadas matérias não era carregada do que se passou a entender como resultados “passíveis de verificação” (TONET, 2013). No decorrer desse processo de transformações, permeado de contradições reflexas da condição estrutural vivida, cientistas modernos passaram a delimitar como “verdadeiramente científicas” as

pesquisas que se adequassem aos novos critérios que se impunham historicamente na atividade de conhecer a natureza e a sociedade.

Para uma melhor apreensão desses aspectos de contradição, observam Reale e Antiseri (2013, p. 145) que o modelo científico medieval era ainda interior à Modernidade. Os exercícios científicos tinham, muitas vezes, seus preceitos baseados em diferentes formatos do conhecer a realidade, como até mesmo a magia: “[...] quando relacionamos e pesquisamos seus [da ciência moderna] filões ‘racionais’, não devemos deixar de atentar também para as eventuais contrapartidas místicas, mágicas, herméticas e ocultistas desses filões”.

A revolução científica possui caráter de *processo*, de rompimento gradual com o que lhe é anterior, em paralelo com o seu desenvolvimento. Um bom exemplo disso são as dificuldades que a astrologia – “crença na influência dos movimentos dos astros sobre o destino dos homens” (ASTROLOGIA, *in*: ABBAGNANO, 2007, p. 97), no começo do século XVI, tão influente quanto a medicina (REALE e ANTESERI, 2013, p. 145) – passa a enfrentar com as descobertas da astronomia.

Do ponto de vista dos aspectos filosóficos da ciência moderna:

Juntamente com a cosmologia aristotélica<sup>2</sup>, a revolução científica leva à rejeição das categorias, dos princípios e das pretensões essencialistas da filosofia aristotélica. O antigo saber pretendia ser saber de essências, ciência feita de teorias e conceitos definitivos. Mas o processo da revolução científica confluirá para a ideia de Galileu, que afirma que buscar as essências é empresa impossível e vã. (IBIDEM, p. 144).

Não sendo por princípio atividade possível, através deste modo novo de cientificidade, buscar a essência das coisas, procurar-se-á com a ciência moderna as suas qualidades, pois estas são aparentes e passíveis de verificação. Isso reflete um deslocamento a que correspondem os fundamentos filosóficos, do polo objetivo para o subjetivo, no ato de conhecer. Diferentemente do que ocorria no Medievo, não interessa apreender o que a coisa é essencialmente, mas o que o sujeito consegue identificar, a sua aparência.

Esta fundamentação já estava presente, até mesmo, em Galileu. As coisas e os fenômenos são investigados a partir da preocupação com o que é possível se identificar através do método científico; assim, o conhecimento deixa de ter como objetivo a referenciada substância. No ato de conhecer, ao lado das capacidades racionais,

---

<sup>2</sup> Cosmologia significa o entendimento do cosmos, ou seja, do mundo e do universo. A cosmologia aristotélica, especificamente, é o conjunto dos preceitos de Aristóteles a respeito desse assunto. Pode ser chamada de “astronomia clássica” ou “filosofia da natureza”. A cosmologia aristotélica caracteriza-se principalmente “pela consolidação da concepção geocêntrica do mundo através da obra de Eudoxo (séc. VI a.C.), Hiparco (séc. II a.C.) e Ptolomeu (séc. II d.C.)” (COSMOLOGIA *in*: ABBAGNANO, 2007, p. 251).

colocam-se agora com força aquelas que possibilitam a apreensão das qualidades, ou seja, as capacidades sensitivas, os sentidos. Conforme Ivo Tonet (2013, p. 37), até o conceito de realidade se modifica, indicando agora como realidade objetiva “apenas aquilo que pode ser captado pelos sentidos”, a realidade empírica.

O problema da ciência que passa a ser exercida nesses novos termos, de fundamentação marcadamente diferente, que rompe com o modelo que lhe foi anterior, traz à tona um interessante debate teórico-metodológico associado às condições de reprodução humana. É nesse sentido que se afirmam essas provocações iniciais relacionadas com mudanças econômicas determinantes desse momento da história. Juntos, esses são aspectos centrais do debate que se pretende desenvolver mais ampla e criticamente a seguir.

## 2 MUDANÇAS ESTRUTURAIS E INSTAURAÇÃO DA CIÊNCIA MODERNA

### 2.1 AS TRANSFORMAÇÕES NA RELAÇÃO SER-CONSCIÊNCIA NO PERÍODO DA ACUMULAÇÃO PRIMITIVA

Na Idade Média, como amplamente difundido, havia uma estratificação social rígida baseada fundamentalmente em três conhecidos grupos. No entanto, é importante ressaltar que a divisão entre classes possui historicidade. É um acontecimento da história do gênero humano, ou seja, surge em dado momento do seu desenrolar. Antes de ser rígida, é dialética. Além disso, a divisão de classe – inclusa aí a presente no Medievo – não pode se restringir a ser compreendida como uma “graduação social”. Deve ser pensada, na verdade, como “sistema de classes baseado em relações diferenciais em relação às fontes básicas de subsistência e produção” (LEACOCK, 2012, p. 240).

De maneira geral, era característica das sociedades primevas<sup>3</sup> a organização comunal ou sem classes. Ela se baseava, como também amplamente difundido por diferentes estudos antropológicos, em laços de parentescos e grupos formalizados em unidades econômicas chamadas *gens*, o que corresponde aos clãs. A divisão do trabalho fundamentava-se exclusivamente nas diferenças de gênero, e isso mostra que todos mantinham relações diretas com a produção. A propriedade privada, seja da terra ou de qualquer outro bem, não compunha tal cenário histórico.

Com o advento de uma maior divisão do trabalho e o estabelecimento da propriedade privada, irá ocorrer, em paralelo, o desenvolvimento das relações de exploração:

<sup>3</sup> Baseadas na coleta, no caso das “selvagens”; e em um estágio inicial de produção do seu próprio alimento, estas as “bárbaras” (ENGELS, 2019).

[...] é sob essa estruturação social baseada em laços consanguíneos que se desenvolve gradativamente a produtividade do trabalho e, com ela, a propriedade privada e a troca, a diferenciação da riqueza, o aproveitamento da força de trabalho alheia e, desse modo, a base dos antagonismos de classe: novos elementos sociais que, no decurso das gerações, se esfalfam para adequar a antiga constituição social às novas condições até que, por fim, a incompatibilidade das duas acarreta uma revolução total. (ENGELS, 2019, p. 20).

Nesses termos, a estratificação social da Idade Média defendida pela Igreja – instituição centralizadora de poder econômico, político e cultural – como “uma ordem das pessoas na sociedade, criada por Deus, natural e necessária”, era falsa. Referia-se ela aos *oratores*, *bellatores* e *laboratores* como correspondendo à Igreja; à nobreza, representada pela figura dos cavaleiros; e aos servos trabalhadores (MORAES, 2009). E promovia, através do sistema de exploração de uma classe sobre a outra, a manutenção teórica e prática da ordem social que lhe convinha.

Fato é que essa ordem hierárquica social posta como essencialmente imutável – no real, as relações dinâmicas de classes sociais próprias do período – acabava por ser representativa, no mundo medieval, de um entendimento a-histórico da realidade. Em outras palavras, relacionava-se a um ato de conhecer o homem e seu entorno que não levava em consideração a permanente transformação do real pelo gênero humano. Muito menos havia um entendimento da natureza e da sociedade como resultado da atividade humana. Cada coisa estaria por natureza divina em seu lugar. Tonet (2013, p. 24) anota: “Entre mundo e homem se configurava uma relação de exterioridade”.

A ideia fundamental não era a de ação no mundo, mas aquela em que o indivíduo era apto a contemplá-lo. O ponto é, como vem se tentando demonstrar, que essa condição das classes sociais refletia no caráter da atividade de entendimento sobre o mundo. O conhecer verdadeiramente deveria se dar pela contemplação, “pois ao sujeito não cabia mais do que desvelar a verdade existente no ser”. A típica busca pela essência, característica do período, mostra-se aí como descoberta deslumbrada de algo sobre o qual o homem não tinha participação constitutiva.

Por outro lado, observa-se que essa condição contemplativa de um homem que não age sobre o mundo, mas que o conhece, dá ênfase à objetividade, pois busca apreender o objeto no seu em si. Sem interferência ativa do sujeito, o entendimento da realidade só se daria através dela mesma, e é assim que na busca pela essência, apresenta-se a ideia de uma compreensão objetiva da realidade (TONET, 2005, p. 39-40).

O todo dessa dinâmica pode ser entendido como a relação entre ser social e consciência perpetuada na razão do Medieval<sup>4</sup>. Contudo, em momento de modificações

<sup>4</sup> Vale ressaltar que esta configuração, guardadas as devidas especificidades, também pode ser considerada característica da

econômicas estruturais, prestes a sofrer um drástico rompimento com o advento do capitalismo e, com ele, da Modernidade.

O mundo moderno se põe como um pacote de transformações na ordem do ser social. Entre elas, a imutabilidade organizativa das classes sociais passa a ser posta em questão. Certamente que essas mudanças mais gerais e também as modificações específicas nas formas das classes sociais permanecem imbuídas de contradição:

[...] o movimento histórico, que transforma os produtores em trabalhadores assalariados, aparece, por um lado, como sua libertação da servidão e da coação corporativa; e esse aspecto é o único que existe para nossos escribas burgueses da História. Por outro lado, porém, esses recém-libertados só se tornam vendedores de si mesmos depois que todos os seus meios de produção e todas as garantias de sua existência, oferecidas pelas velhas instituições feudais, lhe foram roubados. E a história dessa sua expropriação está inscrita nos anais da humanidade com traços de sangue e fogo. (MARX, 1984, p. 262).

Ainda assim, as transformações rompem, em certa medida, com o mundo antecedente e acabam por evidenciar um novo “mundo infinito, sem ordem hierárquica e em constante movimento”. Deste ponto de vista, a anterior verdade absoluta é colocada em xeque. A dimensão histórica da realidade entra em pauta, e com ela a importância da atividade humana na construção da realidade social. Contudo, esta atividade do homem só será possível até certo ponto (TONET, 2005, p. 40-41).

Mesmo que existente, nesse novo momento, o reconhecimento teórico da possibilidade da atuação e modificação do seu entorno pelo homem, ou seja, mesmo a intervenção humana sendo algo possível e até mesmo positivo, havia a “ideia da existência de uma natureza humana marcada pelo mesmo estatuto da natureza natural”, e isto necessariamente gerava limites.

Apesar de a natureza humana ser já reconhecida como diferenciável daquela própria da natureza, seria, ao mesmo tempo, regida por uma legalidade natural e, portanto, naturalizada. Não se distancia plenamente, nesse sentido, das ideias do Medievo, pois o homem ainda seria possuidor de uma ordem necessária não passível de modificação: “Relativamente ao perímetro posto por esta natureza humana natural, o homem só poderia ter uma atividade acidental”.

A organização humana em sociedade, expressa como economia, como “luta de todos para satisfazer as suas necessidades básicas”, estaria vinculada, de maneira fundamental, a uma naturalidade natural. Estava posto o limite da ação humana para com a modificação dessa natureza: o que era de ordem social objetiva não era passível de

---

Antiguidade. Para mais detalhes sobre o assunto, conferir *Educação, cidadania e emancipação humana e Método científico: uma abordagem ontológica*, ambos de Ivo Tonet.

modificação pela ação humana, pois ainda seria possuidor de uma natureza imutável. Esse limite indica que modificações existentes tinham um caráter apenas accidental. Assim, a economia – como objetividade social supostamente pautada por uma natureza natural – não poderia ser modificada. A atuação humana era limitada ao âmbito da subjetividade: arte, política, educação, direito etc.<sup>5</sup> (TONET, 2005, p. 40-41).

Se a ação modificadora do homem era entendida como reservada ao campo da subjetividade, não poderia ser diferente com a atividade do conhecer:

[...] o abalo daquela concepção de mundo, assentado na crença [da] existência de uma ordem universal essencialmente imutável, faz desaparecer o fundamento absoluto da verdade. Deste modo, a busca de novas bases sólidas para o conhecimento se tornou a primeira tarefa a ser enfrentada pelos pensadores modernos. E já que estas novas bases sólidas não poderiam ser encontradas no mundo objetivo, restava buscá-las no mundo subjetivo. Emblemáticos disso são tanto o “cogito” cartesiano quanto a solução kantiana [...]. Também é sintomático que muitos dos pensadores modernos tenham escrito obras ou iniciado obras discutindo a problemática do conhecimento. É suficiente lembrar Galileu, Bacon, Descartes, Kant e até Hobbes e Locke. (TONET, 2013, p. 36).

Entre transformações e permanências, esse período das acumulações primitivas que representou o justo momento de transição entre os modos de produção feudal e capitalista aponta para um salto no fazer científico que, acompanhando a história, apresenta um comprometimento com o novo. Contudo, um novo que permanece voltado aos interesses da classe dominante – a burguesia em formação.

## 2.2 DO ANTIGO ESSENCIAL AO NOVO E APARENTE

Na introdução deste texto, fez-se referência à fala de Galileu, a considerar o conhecimento da natureza em sua essência como sendo uma “empresa impossível e vã”. Certamente que a narrativa daquele que é considerado pai não só da ciência moderna, mas em específico do método científico, está carregada de conteúdo que reflete os fenômenos sociais a articularem a dinâmica entre ser e consciência no seu tempo. Não por acaso seu nome foi aludido.

No entanto, no cenário dos problemas que se colocam, é preciso investigar o significado de o astrônomo florentino descartar uma busca pela essência na atividade de pesquisa, bem como a relação disso com o contexto produtivo de então.

<sup>5</sup> Considerado este problema de limites, a resposta dada por Marx, mais à frente na história do pensamento, envolveria o fato de que não apenas a natureza e sociedade seriam esferas do ser com legalidades diferentes, mas que a segunda, a do ser social, era plenamente capaz, garantidas as condições objetivas necessárias, de controlar as determinações da primeira. Contudo, esta seria uma solução alcançada e compreendida, em meio à conflituosa consolidação do sistema capitalista, apenas no século XIX, com o entendimento da categoria trabalho como algo restrito ao próprio da natureza do humano, como Marx apresentaria em seus *Manuscritos econômico-filosóficos* (1844) e em outros textos posteriores.

Para compreender-se isso criticamente, é necessário, mais uma vez, ter em mente os pressupostos ontológicos de entendimento das formas de consciência a partir do ser social originado na atividade humana fundamental, o trabalho.

Como se tem buscado expor, “a emergência de uma nova forma de sociabilidade, de um novo mundo, impunha também a estruturação de uma nova forma de produzir conhecimento” (TONET, 2013, p. 35). Considerem-se as relações comerciais que vêm processualmente se ampliando, com o desenvolvimento da produção mercantil simples rumo à capitalista, e todo esse movimento relativamente progressivo que tem, por sua vez, como objetivo a geração de lucro. Paralelamente a esse movimento, há também um processo de produção de conhecimento que vai se moldando rumo ao cumprimento de interesses das novas necessidades do ser social.

O ato humano econômico fundamental, a produção da sua própria existência em sociedade, prescinde necessariamente da transformação da natureza. Com o modo produtivo capitalista que se desenvolve e busca se consolidar no momento analisado, não poderia ser diferente. A “produção de mercadorias implica [...] a transformação da natureza” (IBIDEM, p. 35).

Compreendendo essa dinâmica, é possível fazer a crítica:

A lógica desta nova forma de produzir mercadorias, por sua própria natureza, [envolve] um desenvolvimento intenso, amplo, rápido e irrefreável das forças produtivas. Daí por que [...] a articulação entre conhecimento e produção passou a ser da máxima importância. O conhecimento científico vai se tornando uma condição cada vez mais importante para a expansão da base material dessa nova forma de sociabilidade. Por isso mesmo, o conhecimento da natureza, das suas leis imanentes, reais, impunha-se como a principal tarefa e tornava-se uma necessidade inescapável. (TONET, 2013, p. 36).

Observe-se na citação que, mais uma vez, o conhecimento da natureza a ser transformada se mostra fundamental. Trata-se, no entanto, de um novo modelo de se fazer ciência. Uma produção de conhecimento humano voltada para os interesses do modo produtivo em formação, o qual usa a investigação científica, o domínio da natureza, como algo cada vez mais próximo do processo de reprodução social que se faz capitalista, ou seja, no respectivo processo de expansão material. Por isso, mais do que nunca, é preciso conhecer a natureza.

Antes de ser um conhecimento essencial de “caráter contemplativo e ético/político ou religioso” como antes, o pensamento científico passa a ter um caráter “eminentemente ativo e prático”. Voltado à transformação da natureza, precisa conhecê-la para dominá-la e colocá-la a serviço do que eram os interesses humanos naquele momento. É esse o caminho a ser feito pelas investigações promovidas pelas



ciências naturais, a se iniciarem com o advento da revolução científica: “Por isso mesmo, o conhecimento não poderia estar direcionado à busca da essência das coisas, mas à apreensão daquelas qualidades que pudessem ser submetidas à mensuração e à quantificação” (IBIDEM, p. 36-37).

Compreende-se assim que Galileu se refere ao descarte pela busca do essencial em seu sentido contemplativo, como anteriormente predominava no Medievo. Mas, para o efetivo uso da natureza, para o desenvolvimento do sistema capitalista que se estabelece, não é possível o abandono desta categoria nas investigações das ciências naturais. A categoria da essência como conhecimento do em si permanece, em parte, presente. Com nova roupagem que a remete ao conhecimento dos elementos naturais a partir de suas partes qualificáveis, de forma a viabilizar um sistema produtivo mais amplo e intenso.

Conhecer a essência das coisas é algo que vai muito além da investigação de algumas de suas qualidades. Mesmo que esse método também permita o alcance de sua essência, dados os enunciados recortes metodológicos, as qualidades investigadas só podem ser tomadas em nível aparential no que corresponde ao em si dos objetos, sem deixar de cumprir com as necessidades da sociedade do capital. Fica assim justificada a assertiva de Galileu.

### 2.3 MÉTODO E TEORIAS DE PESQUISA NA MODERNIDADE

Nessa passagem da ciência que, em linhas gerais, se dá de um conhecimento da natureza com ares essenciais e contemplativos, para um conhecimento mais ativo, contudo aparente, o modo de conhecer tem características que lhe são próprias. O método científico moderno baseia-se na racionalização da natureza – apreendida pelos sentidos – que, depois de comprovada por experimentos e demonstrações, deverá ser tomada como proposições verdadeiras sobre o mundo (REALE e ANTESERI, 2013, p. 143-144).

Estabelece-se um novo critério de verdade. Os experimentos “se realizam mediante técnicas de testes resultantes de operações manuais e instrumentais com e sobre os objetos” (IBIDEM, p. 147). O uso cada vez maior de apetrechos nesses procedimentos traz outro atributo para a ciência moderna, a instrumentalização da ciência:

No princípio do Quinhentos a instrumentalização reduzia-se a não muitas coisas ligadas à observação astronômica e ao levantamento topográfico; em mecânica, usavam-se alavancas e polias. No entanto, logo depois, no curso de poucas décadas, surgem o telescópio de Galileu (1610), o microscópio de Malpighi (1660), de Hooke (1665) e de van Leeuwenhoek; o pêndulo cicloidal de Huygens é de 1673; a descrição que Castelli fez do termômetro a ar de Galileu é de 1638; o termômetro a água de Jean Rey é de 1632 e Magalotti inventou o termômetro a álcool em 1666; o barômetro de Torricelli é de 1643; Robert Boyle descreveu a bomba pneumática em 1660. (IBIDEM, p. 148).

É preciso dizer que essa explosão de instrumentos de investigação só confirma o afirmado acima, sobre o fenômeno de a revolução científica estar relacionado às mudanças de direcionamento da ciência rumo à nova forma de sociabilidade que vai se moldando. O desenvolvimento desses mecanismos possui uma origem ontológica no desenvolvimento de *meios* originados da atividade humana do trabalho (LUKÁCS, 2013).

Em síntese, na Modernidade vai-se tornando necessário o desenvolvimento da ciência nesse novo formato, o que inclui o fenômeno de sua instrumentalização que serve, novamente, às necessidades produtivas. O uso desses instrumentos sofre um alargamento correspondente à amplitude da investigação da natureza, posta intensa e rapidamente, e ocasionada pelas novas necessidades de produção que se lhe impõem.

Importante registrar os conflitos pela liberdade de pensamento e autonomia metodológica em relação à Igreja. Esses conflitos se refletem claramente na “revolução astronômica”, a qual alude inicialmente à “revolução copernicana”, ou seja, ao desenvolvimento teórico que colocava o Sol no centro da representação do sistema planetário<sup>6</sup>. Ao fazer isso, “Copérnico desloca a Terra do centro do universo e, com ela, o homem” (REALE e ANTESERI, 2013, p. 143), não no sentido da desvalorização de suas capacidades racionais – pelo contrário, com essa descoberta ele só as afirma –, mas no sentido da sua “criação”.

De acordo com a mitologia cristã hegemônica no século XVI, o homem era a criação mais elaborada de Deus, e isso estaria representado no próprio universo com a Terra em seu centro: homem, obra-prima de Deus, tanto assim que possuiria uma posição central no cosmos. Dessa forma, aquela organização do universo ainda baseada nos pilares da cosmologia aristotélico-ptolomaica consolidava o entendimento divino da realidade e reforçava a autoridade da Igreja no tocante ao conhecimento. Questionar a centralidade da Terra seria questionar tudo o que lhe precedia. Daí o crime de heresia.

Nicolau Copérnico (1473-1543) desenvolveu os seus estudos em astronomia por cerca de trinta anos, tendo o auxílio da matemática e fazendo observações do céu a olhos nus. Entre suas conclusões, constava que

a Terra não era o centro do Universo; o Sol era-o. A Terra era um planeta como os outros, no sistema solar, e todos os planetas se moviam em círculo. Na verdade, suas órbitas eram epiciclos, ou seja, círculos cujos centros também se movem ao longo de trajetórias circulares. Contraditando ainda mais as ideias de Ptolomeu, Copérnico declarou que a Terra girava ao redor de um eixo. E descreveu todos estes achados, com grande soma de detalhes, no seu livro *De revolutionibus orbium coelestium*<sup>7</sup>. (ROSS JR., 1963, p. 17).

<sup>6</sup> É preciso registrar que o moderno Nicolau Copérnico não foi o primeiro homem da história do pensamento a chegar à conclusão da centralidade do Sol no universo. Na Grécia Antiga, pensadores como Aristarco haviam alcançado a mesma conclusão (ROSS JR., 1963, p. 18).

<sup>7</sup> Do latim: “Sobre as revoluções das esferas celestiais”.

Copérnico não foi queimado nas fogueiras da Inquisição, apenas porque ele já era falecido quando sua obra passou a circular. O impacto de seus estudos foi grande o suficiente para começar uma revolução astronômica, e com ela a revolução científica do século XVI. O início de circulação dessa obra, 1543, costuma marcar o início da ciência moderna.

As reações da Igreja, representante duma estrutura cada vez mais em decadência, logo vieram. “Os líderes das Igrejas, tanto católicos como protestantes, se mostraram desconcertados”; “Martinho Lutero expressou o medo dos impugnadores tanto religiosos [...] como não religiosos, quando advertiu: ‘O louco subverterá toda a arte da Astronomia’” (IBIDEM, p. 18). Copérnico não foi morto, mas Giordano Bruno (1548-1600), seu contemporâneo e defensor, foi queimado vivo depois de sete anos em cárcere.

Outro estudioso e defensor de suas ideias que daria continuidade ao processo das revoluções científicas foi o já referenciado Galileu Galilei (1564-1642), “um dos mais notáveis cientistas da Renascença”. Não se pretende fazer deste um espaço para o desenvolvimento de detalhes de suas teorias, mas fundamentalmente expor o seu registro geral e dizer que da mesma maneira que Copérnico havia provocado grande choque com sua concepção do sistema solar, Galileu também o fará ao ser outro forte expoente do método científico moderno. E não apenas com grandes descobertas astronômicas possibilitadas pelo primeiro telescópio prático que ele mesmo inventara, mas também para a física ele trazia, a partir de seus estudos sobre os corpos em queda e em movimento, leis que “subverteram” a mecânica. Se até o momento a física se baseava em forças estáticas ou imóveis, agora tratava de forças em movimento. Suas conclusões interfeririam em outras ciências, como a astronomia e a engenharia<sup>8</sup> (ROSS JR., 1963, p. 19-21).

Por trazer vários avanços para a compreensão do mundo natural, Galileu passou a ser perseguido pela Igreja, pois provocou uma ruptura sem precedentes nos fundamentos do conhecimento na Idade Média, o que significava um maior enfraquecimento daquela instituição que, cada vez mais, perdia centralidade. Foi preso e submetido a julgamento, no qual, certamente considerando as consequências sobre Giordano Bruno, renunciou às teorias de Copérnico e às suas próprias:

---

<sup>8</sup> Apesar da existência de demonstrações que comprovavam as teorias de Galileu, é interessante observar a resistência das antigas teorias sobre as novas, resistência esta não só representada entre aqueles da Igreja, mas até mesmo no meio universitário da época, que tardou a incorporar de maneira plena os novos conhecimentos. Sobre isso, relata Ross Jr. Um fato curioso: “Em certo momento, num esforço destinado a silenciar alguns de seus críticos, ele pediu a um professor de Astronomia, da Universidade de Pisa, que olhasse através do telescópio e visse, com seus próprios olhos, as maravilhas celestes. Mas o mencionado professor estava por tal forma de prevenção contra Galileu, que se recusou até mesmo a olhar” (ROSS JR., 1963, p. 23). Esse fato é ilustrativo dos conflitos existentes em um momento de transição entre modos de produção e suas consequências.

Abjuro, maldigo e detesto os referidos erros e as mencionadas heresias, e, em sentido geral, qualquer outro erro e qualquer outra seita contrárias à mencionada Santa Igreja; e juro que nunca mais no futuro direi, nem afirmarei, seja lá o que f[ô]r, verbalmente ou por escrito, que possa dar fundamento a semelhante suspeita contra mim. (GALILEI apud ROSS JR, 1963, p. 23).

Entretanto, as medidas restritivas das instituições religiosas só poderiam ser pontuais. O avanço do desenvolvimento capitalista ia além de desejos institucionais de resistência. A ciência moderna continua a se expandir, mesmo quando, no final do século XVI, o Renascimento começa a arrefecer. Eis que surge a terceira figura da revolução científica: Isaac Newton (1642-1727).

Exímio matemático e estudioso dos céus, ainda jovem elaborou a teoria da gravitação universal com a sua devida demonstração matemática. Ela explicava o motivo da queda dos corpos pautada por uma “força centrípeta” que os atrairia ao centro da Terra. Além dessa teoria, outros grandes feitos de Newton foram as suas conclusões sobre os movimentos dos corpos, compondo as famosas “três leis”; e seus estudos sobre óptica, os quais, entre outras consequências, resultaram na elaboração do primeiro telescópio de reflexão realmente operante, bem mais potente que os modelos que lhe eram contemporâneos (IBIDEM, p. 26-29).

Newton é o marco de fechamento do período das revoluções científicas desse momento histórico, tradicionalmente pontuado com a publicação de sua obra *Philosophiae naturalis principia mathematica*<sup>9</sup>, em 1687.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta breve análise da ciência moderna, compreendida como o reflexo científico do gênero humano nos tempos hodiernos, apontou traços do momento de transição entre estruturas e algumas das transformações (e continuidades) no fazer científico que a acompanharam.

A ciência do velho mundo medieval é substituída pela nova ciência, através da qual seria possível alcançar o conhecimento verdadeiro. Mas nada disso aconteceria de maneira linear, como não é também o próprio do desenrolar da história. As contradições no processo de desenvolvimento científico nada mais foram do que reflexo do conflituoso momento de transição entre os modos de produção feudal e capitalista, no qual algumas instituições estão a ruir, outras a nascer, e outras ainda a lutar por sua manutenção.

---

<sup>9</sup> Cujó título pode ser traduzido como “Princípios matemáticos da filosofia natural”.

Marx e Engels afirmam em *A Ideologia Alemã*: “As ideias da classe dominante são, em cada época, as ideias dominantes, isto é, a classe que é a força material dominante da sociedade é, ao mesmo tempo, sua força espiritual dominante” (2007, p. 47). Os resultados desta pesquisa reafirmam essa assertiva. E o fazem ao demonstrar que o fazer científico na Idade Média, acercado de uma compreensão objetiva, mas a-histórica da sociedade e da natureza, estava alinhado com o interesse de classe da Igreja, em defesa da sua centralidade.

Em sentido similar, a pesquisa indicou o quanto a nova dinâmica da historicidade (limitada!) própria do perquirir científico da Modernidade, que serviria ao interesse da classe burguesa em formação, pois, alinhada aos homens de ciências, [1] busca a superação ideológica daquilo que não representa seus interesses; [2] identifica-se com a ampliação e o fortalecimento das forças produtivas; e [3] almeja sua própria manutenção. As forças conflituosas e suas disputas não param por aí.

Se antes daquele período, a essência das coisas era aquilo que deveria ser apreendido pela contemplação, agora, o conhecimento da essência deveria ser posto de lado pela prioridade do conhecer ativo daquilo que fosse passível de quantificação e qualificação, da aparência da coisa, visando fazer do conhecimento científico algo útil ou o domínio da natureza pelo homem. A pergunta “o que é o ser?” foi substituída por “como conhecer?”. Dava-se prioridade às qualidades aparentes em detrimento da objetividade da coisa em si.

O método científico moderno que compunha a dinâmica do conhecer garantiria isso. As informações para serem aceitas como verdades, agora, precisavam ser verificadas, ou seja, comprovadas por experimentação. A demonstração sobre o funcionamento da natureza deveria necessariamente ser um evento comprovado “com os próprios olhos”. Para isso, em muitos momentos o instrumental matemático tomaria corpo nas pesquisas. A matemática possibilitava a tão cara apreensão racional e crítica da natureza, que se opunha ao conhecimento considerado sobrenatural e dogmático, presente na ciência do pensamento escolástico. O homem, e não mais a Igreja, estaria sob o domínio do conhecer.

Todos esses aspectos se farão presentes nos estudos científicos modernos. O desenvolvimento das ciências da natureza, de dada maneira determinado por esse período histórico de mudanças estruturais, tem nas pessoas (e nas pesquisas) de Copérnico, Galileu e Newton figuras de grande expressão daquilo que se tornaria a ciência moderna. A prática desses cientistas será o marco fundamental para a compreensão do exercício científico de novas ciências que surgirão no século XIX, como, por exemplo, as Ciências Sociais.

Analisar criticamente a instauração da ciência moderna proporciona aos olhos de jovens e velhos pesquisadores a origem do modelo da sua prática científica. Isso deve provocá-los a repensar, sempre que possível, a conexão entre seus pequenos atos investigativos e as consequências para o todo da organização social que vivenciam na atualidade. A ciência, ao fim, não é neutra.

## REFERÊNCIAS

- ENGELS, Friedrich. *A origem da família, da propriedade privada e do Estado* [recurso eletrônico]: em conexão com as pesquisas de Lewis H. Morgan. Tradução de Nélio Schneider. São Paulo: Boitempo, 2019.
- LEACOCK, Eleanor B. Posfácio: introdução à edição estadunidense. In: ENGELS, Friedrich. *A origem da família, da propriedade privada e do Estado*. São Paulo: Expressão Popular, 2012.
- LUKÁCS, Georg. *Estética: la peculiaridad de lo estetico*. Tradução de Manuel Sacristán. Barcelo/México, D.F: Ediciones Grijalbo, 1966.
- LUKÁCS, Georg. *Para uma ontologia do ser social II*. Trad. Nélio Schneider, Ivo Tonet e Ronaldo Vielmi Fortes. São Paulo: Boitempo, 2013.
- MARX, Karl. *O capital: crítica da economia política*. Tradução de Regis Barbosa e Flávio R. Kothe. São Paulo: Abril Cultural, 1984. Volume I. Tomo 2.
- MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. *A ideologia alemã: Crítica da mais recente filosofia alemã em seus representantes Feuerbach, B. Bauer e Stirner, e do socialismo alemão em seus diferentes profetas*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2007.
- MORAES, José G. V. de. *História: geral e Brasil*. São Paulo: Atual, 2009.
- REALE, Giovanni; ANTESERI, Dario. *História da filosofia: filosofia pagã antiga*. Trad. Ivo Storniolo. São Paulo: Paulus, 2003.
- ROSS JR., Frank. *Novos mundos da ciência*. Trad. Raul Polillo. Rio de Janeiro: Centro de Publicações Técnicas da Aliança, 1963.
- TONET, Ivo. *Educação, cidadania e emancipação humana*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005. Coleção fronteiras da educação.
- TONET, Ivo. *Método científico: uma abordagem ontológica*. São Paulo: Instituto Lukács, 2013.