

---

ARTIGO - ARTICLE

---

Inaugurando o externalismo na História da Ciência:  
Boris Hessen e a aplicação do materialismo dialético em  
Newton na defesa de Einstein e Bohr<sup>1</sup>

Renato Kenniti Silvestre Agata

Mestrando em História Social  
Universidade de São Paulo

renato.ksa@gmail.com

**Resumo:** O artigo “As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton”, apresentado pelo físico soviético Boris Hessen (1893-1936) no II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia (1931), em Londres, inaugurou na História da Ciência a linha interpretativa conhecida como *externalismo*, ao aplicar o materialismo dialético para interpretar as teorias de Isaac Newton (1643-1727). Ao afirmar que a produção intelectual do físico britânico tinha raízes nos desafios técnicos da economia burguesa ascendente, Hessen estava escrevendo em defesa da Teoria da Relatividade e da Mecânica Quântica, ambas sob ataque na União Soviética, consideradas como idealistas e “ciência burguesa”.

**Palavras-chave:** História da Ciência; externalismo; materialismo dialético; Hessen; Newton.

*The origins of externalism in the History of Science: Boris Hessen  
and the application of dialectical materialism to Newton in defense of  
Einstein and Bohr*

**Abstract:** The article “The Social and Economic Roots of Newton’s Principia”, presented by the Soviet physicist Boris Hessen (1893–1936) at the II International Congress of the History of Science and Technology (1931) in London, inaugurated the approach known as externalism in the History of Science by applying dialectical materialism to analyze Isaac Newton’s (1643–1727) theories. By asserting that the intellectual production of the British physicist had origins in the technical challenges posed by the emerging bourgeois economy, Hessen was advocating for the Theory of Relativity and Quantum Mechanics, both under attack in the Soviet Union, being labeled as idealist and “bourgeois science”

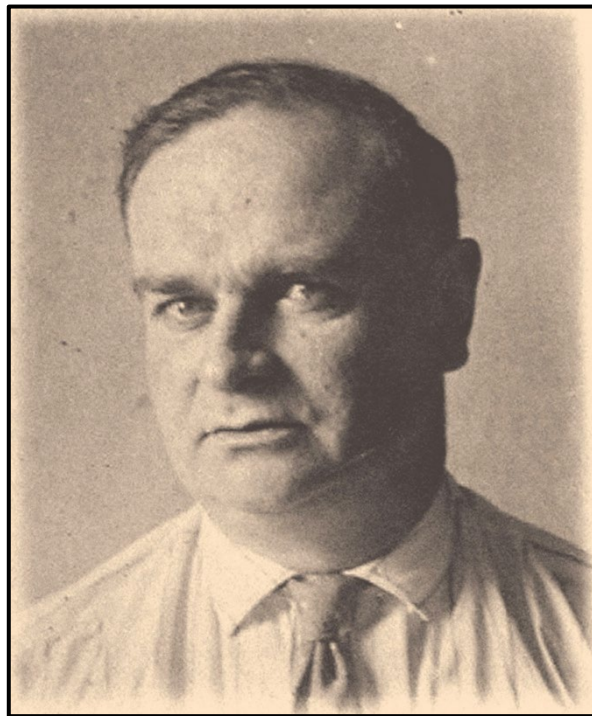
**Keywords:** History of Science; externalism; dialectical materialism; Hessen; Newton.

---

<sup>1</sup> O presente artigo se baseia em um seminário sobre Revolução Científica apresentado pelo autor em outubro de 2024 em grupo do Prof. Dr. Gildo Magalhães, na Universidade de São Paulo (USP).

## Introdução

Durante o II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia (1931), em Londres, o soviético Boris Hessen (1893-1936) apresentou seu artigo “As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton”<sup>2</sup>, que mudaria as bases interpretativas da História da Ciência para sempre ao aplicar o materialismo dialético de Karl Marx (1818-1883) para explicar a produção intelectual de Isaac Newton (1643-1727). Hessen mostrou que as teorias do físico britânico, consideradas até então de uma genialidade quase que divina, não podia ser vista de forma descolada da realidade material – na verdade, os trabalhos de Newton se configuravam como respostas aos desafios técnicos da burguesia ascendente em meados do século XVII, em campos como navegação, mineração e indústria militar.



Boris Hessen (Wikimedia)

Se até então o viés *internalista* se destacava na História da Ciência, explicando seu progresso a partir do conhecimento acumulado e da resolução de contradições internas às teorias anteriores, Hessen inaugurou o *externalismo*, interpretação que

---

<sup>2</sup> HESSEN, Boris. *As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton*. In: GAMA, Ruy (org.), *Ciência e técnica*. São Paulo: T.A. Queiroz, 1993, pp. 30-89.

passava a explicar o avanço da ciência a partir de influências econômicas, sociais, políticas, culturais, etc.

O artigo de Boris Hessen, que por si só gerou grande repercussão no mundo ocidental à época, poderia, entretanto, parecer algo banal a um intelectual soviético: aplicar o materialismo dialético em diferentes campos do saber – no caso, a História da Ciência. Contudo, o artigo se mostra ainda mais interessante quando analisamos os motivos que levaram Hessen a escrever esse trabalho. Ao mostrar as preocupações econômico-burguesas de Newton – um cientista cuja teoria não seria desqualificada pelo Partido Comunista soviético, dada a ampla aceitação mundial –, Hessen estava, na verdade, tentando defender a Teoria da Relatividade de Albert Einstein (1879-1955) e a Mecânica Quântica de Niels Bohr (1885-1962), ambas sob ataque na União Soviética dos anos 1930, consideradas como “ciência burguesa”, por supostamente serem abstratas e distantes das necessidades materiais da economia socialista.

### **Newton: Contribuições e Desmistificação**

Em seu *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), Isaac Newton estabeleceu as bases da Mecânica Clássica. A partir da postulação das três leis que regem como os corpos se movimentam e interagem – Lei da Inércia, Lei da Força como proporcional à massa e à aceleração e, por fim, a Lei da Ação e Reação –, além da formulação da Lei da Gravitação Universal, Newton revolucionou a Física.

Antes dele, os pensadores consideravam que os corpos celestes e terrestres seriam compostos de materiais diferentes e, portanto, obedeceriam a leis distintas<sup>3</sup>. Desde os gregos, ainda na Idade Média seguia sendo amplamente aceita a ideia de oposição entre um mundo celeste preciso e um mundo terrestre imperfeito, pouco exato e, por vezes, inconsistente<sup>4</sup>. Na visão da Antiguidade, a observação dos astros seria dificultada não somente pelos instrumentos limitados à época, como os telescópios sujeitos à fortes aberrações cromáticas e geométricas, mas também pelo fato de que os próprios sentidos humanos, acostumados com os objetos terrestres, nos enganariam<sup>5</sup>. Foram justamente as proposições de Newton que unificaram as leis

---

<sup>3</sup> FEYERABEND (1977), pp. 189-220.

<sup>4</sup> KOYRÉ (2011), pp. 271-288.

<sup>5</sup> FEYERABEND (1977), pp. 189-220.

que regem tanto os corpos celestes quanto os terrestres – usando como exemplo a conhecida anedota, ele evidenciou que a força responsável por fazer uma maçã cair de uma árvore é a mesma que governa o movimento orbital da Lua em torno da Terra, bem como a trajetória dos planetas ao redor do Sol.

Se o funeral do físico inglês em 28 de março de 1727 impressionou até mesmo o filósofo e escritor francês Voltaire (1694-1778) – testemunha ocular de tamanhas honras recebidas por Newton, sepultado ao lado dos reis ingleses na Abadia de Westminster –, suas teorias passariam a dominar a Física europeia a partir do fim do século XVIII. A partir deste momento, a obra newtoniana passou a ser reconhecida mundialmente por seu intelecto pretensamente sobrehumano, como se transcendesse os limites de um indivíduo normal.

Entretanto, cabe matizarmos parte de toda essa mitificação construída ao redor da figura do físico inglês. “Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”, ainda que tenha sido reproduzida por Newton, era uma frase conhecida e várias vezes escrita anteriormente, desde a Grécia Antiga<sup>6</sup>. Também podemos comentar sobre a suposta coincidência nas datas de nascimento de Newton e morte de Galileu Galilei (1564-1642) – apesar do mito ter ganhado bastante repercussão, Newton só teria nascido no dia da morte de Galileu se considerarmos a primeira data no calendário juliano e a segunda no gregoriano. Além do mais, ainda que não possamos tirar o mérito de Newton por ter concatenado e organizado teorias pré-existentes, duas de suas leis já apareciam nos trabalhos de Galileu e uma nas teorias de Johannes Kepler (1571-1630)<sup>7</sup>.

Na mesma linha, apesar da invenção do Cálculo Diferencial e Integral ser muitas vezes creditada a Newton, ele apenas formalizou esse conjunto de operações matemáticas que vinham sendo desenvolvidas desde a Idade Média<sup>8</sup> – inclusive, mesmo a versão do Cálculo utilizada nos dias atuais tem como base a formalização de Gottfried Leibniz (1646-1716), grande rival de Newton, cujo desentendimento possui raízes justamente na disputa de quem teria criado o Cálculo. Ademais, conforme mencionado anteriormente, as teorias de Newton, ainda que rapidamente tenham conquistado a Grã-Bretanha, só ganharam ampla aceitação na Europa Continental quase cem anos após a publicação dos *Principia Mathematica*, principalmente

---

<sup>6</sup> MERTON (1965).

<sup>7</sup> WESTFALL (1980), p. 40.

<sup>8</sup> BOYER (1959).

após a tradução comentada da obra de Newton feita pela autora francesa Émilie du Châtelet (1706-1749) em 1749, publicada sob a assinatura de Voltaire em 1759<sup>9</sup> – até esta publicação, a Física do continente permaneceu dominada pelas ideias de Leibniz. Por fim, temos então o argumento do soviético Boris Hessen: não existe genialidade completamente desprendida da realidade material, sendo que as teorias do físico inglês estão alinhadas com os desafios econômicos do século XVII.

### **Boris Hessen: Educação, Carreira e Vida Política**

Boris Mikhailovich Hessen – ou Gessen<sup>10</sup>, no russo – nasceu em 16 de agosto de 1893 na cidade de Elisavetgrado (Império Russo), atual Kropyvnytskyi (Ucrânia), em uma família judia de classe média. Seu pai, Mikhail Borisovich, compunha o conselho de administração de um banco local e era membro de uma agência de auxílio a judeus pobres na região de Elisavetgrado, à época uma pequena cidade industrial, em que metade dos empregos eram gerados pela Ellworthy Ltd., uma empresa britânica responsável pela fabricação da maior parte das máquinas agrícolas na Rússia<sup>11</sup>.

Devido à política czarista antisemita nas universidades, com cotas para judeus, excluindo boa parte deles do sistema educacional, em 1913, Hessen foi estudar Matemática e Física na Universidade de Edimburgo. Entretanto, ele não conseguiu retornar à Escócia em 1914 após as férias, por conta do início da Primeira Guerra Mundial (1914-1918). Assim, Hessen, que não havia sido alistado para a Guerra por problemas de visão, buscou entrar no ensino superior russo. Após ser rejeitado pelo departamento de Física e Matemática da Universidade de Petrogrado, foi então aceito como aluno de Economia na Politécnica de Petrogrado. Ainda assim, Hessen frequentou aulas de Matemática e Física como aluno especial<sup>12</sup>.

Em 1917, no contexto da Revolução Russa (1917-1923), Hessen, cuja vida política foi bastante intensa, inicialmente apoiou os mencheviques, sendo eleito para

---

<sup>9</sup> NEWTON, Isaac. *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*. Tradução de Émilie du Châtelet. Publicado por Voltaire. Paris: Desaint & Saillant, 1759.

<sup>10</sup> FREUDENTHAL, Gideon; MCLAUGHLIN, Peter. Boris Hessen: In Lieu of a Biography. In: \_\_\_\_\_. *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Dordrecht: Springer, 2009, p. 253.

<sup>11</sup> *Ibidem*.

<sup>12</sup> PATTINSON; TALBOT (2021), p. 8.

o Soviete local, mas logo se alinharia aos bolcheviques, por defender a Revolução e a saída da Rússia da Primeira Guerra Mundial. Ele inclusive participou da nacionalização do próprio banco onde seu pai era gerente. Ademais, Hessen também pegou em armas ao se alistar no Exército Vermelho em 1919 para lutar contra o ex-general Nikifor Grigoriev (1884-1919), o qual liderava uma organização paramilitar nacionalista contra os bolcheviques e que havia matado cerca de 3 mil judeus<sup>13</sup>.

Após ajudar a derrotar Grigoriev, em agosto do mesmo ano, Boris Hessen se mudou para Moscou, onde passou a atuar como instrutor político para as tropas do Exército Vermelho, assim como lecionava Economia Política na Universidade Comunista de Sverdlov, estabelecida para treinar membros do Partido Comunista. Entretanto, em 1924, reconhecendo que sua verdadeira vocação era Física, Hessen voltou a estudar a disciplina no Instituto de Professores Vermelhos (IKP), tornando-se professor assistente no Departamento de História e Filosofia da Ciência Natural da Universidade de Moscou dois anos depois. Seus estudos no IKP terminariam em 1928, atuando nos últimos anos como palestrante e vice-diretor da seção de ciências naturais. Ao finalizar sua formação no IKP, Hessen se candidatou e foi autorizado a frequentar cursos de verão em Berlim por quatro meses, para os quais Albert Einstein, Max Planck (1858-1947) e Richard von Mises (1883-1953) estariam entre os professores<sup>14</sup>. Inclusive, Hessen também teria trabalhado em pesquisas sobre Estatística ao lado de von Mises durante esses meses<sup>15</sup>.

O interesse de Hessen por Einstein era grande: a maior parte de suas obras no período imediatamente anterior à viagem ao II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia em Londres (1931), era dedicada a defender a Teoria da Relatividade do físico alemão e também a Mecânica Quântica do dinamarquês Niels Bohr<sup>16</sup>. Por exemplo, em 1928 ele publicou *Osnovnye idei teorii otnositel'nosti*, uma espécie de introdução à Teoria da Relatividade e também traduziu para o russo o livro *Materiewellen und Quantenmechanik*, do austríaco Arthur Erich Haas (1884-1941), a respeito da Mecânica Quântica. Ainda podemos mencionar um guia

---

<sup>13</sup> Ibidem, pp. 8-9.

<sup>14</sup> Ibidem, pp. 9-11.

<sup>15</sup> FREUDENTHAL, Gideon; MCLAUGHLIN, Peter. *Boris Hessen: In Lieu of a Biography*. In: \_\_\_\_\_. *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Dordrecht: Springer, 2009, p. 255.

<sup>16</sup> GRAHAM (1985), p. 707 e 715-716.

de cientistas publicado na União Soviética em 1930, o qual menciona a área de atuação de Boris Hessen como sendo “Física, metodologia das ciências naturais exatas, fundamentos da Mecânica Estatística e da Teoria da Relatividade”<sup>17</sup>.

A defesa dessas duas teorias estaria justamente nas raízes para a perseguição política a Hessen na União Soviética. Mais especificamente, ele pertencia a uma corrente filosófica conhecida como Deborinistas, os quais buscavam conciliar o materialismo dialético marxista com a Mecânica Quântica e com a Teoria da Relatividade<sup>18</sup>. O nome “Deborinistas” era em homenagem a Abram Deborin (1881-1963), chefe do Instituto de Filosofia da Academia Russa de Ciências, onde Hessen foi nomeado professor em 1928<sup>19</sup>. Como consequência desse alinhamento, ele passou a ser criticado junto aos demais deborinistas, considerados pelo Partido Comunista como promotores de uma ciência burguesa e idealista, longe dos desafios técnicos da economia socialista soviética. Um dos maiores críticos a Hessen, Alexander Aleksandrovich Maksimov (1891-1976), havia sido ele mesmo um deborinista até 1929, quando brigou com os demais companheiros, antes sendo inclusive considerado como o primeiro físico dessa corrente filosófica<sup>20</sup>. Arkady Klimentievich Timiryazev (1880-1955) foi outro grande crítico dos deborinistas, taxando suas ideias como não marxistas durante a Segunda Conferência de Instituições Científicas Marxista-leninistas, ocorrida entre 8 e 13 de abril de 1929<sup>21</sup>.

A despeito do início dos ataques a Hessen, o físico seguiu sua carreira na União Soviética. Em 1931, além de ter sido escolhido para a delegação que representaria o país no II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia em Londres – o qual detalharemos na seção seguinte –, Hessen também foi nomeado professor titular de Física na Universidade de Moscou. No ano seguinte, ele se tornou reitor da Faculdade de Física do recém-criado Instituto de História da Ciência e Tecnologia e, em 1933, foi eleito membro correspondente da Academia de

---

<sup>17</sup> FREUDENTHAL, Gideon; MCLAUGHLIN, Peter. *Boris Hessen: In Lieu of a Biography*. In: \_\_\_\_\_. *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Dordrecht: Springer, 2009, p. 255., pp. 254-255.

<sup>18</sup> WINKLER (2023), p. 10.

<sup>19</sup> PATTINSON; TALBOT (2021), p. 11.

<sup>20</sup> JORAVSKY (1961), p. 184.

<sup>21</sup> KOKOWSKI (2022), p. 576.



Ciências, passando também a ocupar o cargo de vice-diretor do Instituto de Física da mesma Academia a partir de 1934<sup>22</sup>.

Entretanto, como cientista, Hessen se silenciou após 1931, em uma tentativa de se resguardar dos ataques que vinha sofrendo<sup>23</sup>. A Teoria de Relatividade como um todo passava por pesados ataques na União Soviética, com raízes que remetem à desaprovação de Lenin (1870-1924) às teorias do físico austríaco Ernst Mach (1838-1916), as quais influenciaram Einstein e foram classificadas pelo líder soviético como “idealismo confuso” e “superficial”<sup>24</sup>. Ademais, Hessen, em especial, era um alvo que chamava a atenção por conta de sua posição socioeconômica como membro da classe média e pelo histórico de carreira de seu pai em altos cargos bancários, profissão malvista na União Soviética – dessa maneira, Hessen acabava por se enquadrar em características de intelectuais russos antiquados, longe do ideal de um proletariado educado, como cultivado por Josef Stalin (1878-1953)<sup>25</sup>.

Em um panorama mais geral, todo o sistema educacional e cultural soviético passava por uma reformulação desde 1917, o que envolvia uma grande contradição: a maioria dos especialistas acadêmicos eram contrários aos ideais bolcheviques, mas seu talento era indispensável ao novo regime. Já em 1918, os docentes da academia participaram de conferências nas quais se recusaram a dar o controle total das universidades aos bolcheviques. Entretanto, em 1921, com o fim da Guerra Civil Russa (1918-1921) favorável aos defensores de Lenin, o governo então lançou decretos para assumir o controle de todo o sistema educacional, com o Partido Comunista podendo selecionar até mesmo os assistentes de pós-graduação. Entretanto, greves nas principais universidades em 1922 forçaram o governo a não fazer valer esses decretos na prática até 1929 – por exemplo, a Academia de Ciências seguiu tendo financiamento governamental sem os bolcheviques influírem nas suas atividades e em sua autonomia até 1928<sup>26</sup>. Já a partir do início dos anos 1930, o Partido Comunista passou então a influir fortemente em todo o sistema educacional, deixando para trás a tolerância relativa que tinha até então em relação às obras não marxistas, proibindo a publicação por soviéticos de novos trabalhos que não seguissem os

---

<sup>22</sup> PATTINSON; TALBOT (2021), p. 11.

<sup>23</sup> *Ibidem*.

<sup>24</sup> LENIN, V.I. *Materialism and Empiriocriticism*. Nova Iorque: International Publishers, 1927, p. 24 apud GRAHAM (1985), p. 710.

<sup>25</sup> GRAHAM (1985), p. 711.

<sup>26</sup> JORAVSKY (1961), pp. 63-66.



ideais de Marx – apenas reedições e traduções do estrangeiro continuavam sendo permitidas<sup>27</sup>.

Voltando à perseguição política contra Boris Hessen, sua situação se complicaria ainda mais durante a conferência de Filosofia soviética realizada entre 17 e 20 de outubro de 1930, quando ele foi denunciado como sendo um "idealista puro" e traidor do ideal materialista, além de se afastar das concepções de Lenin e de Friedrich Engels (1820-1895). Ainda que estivesse presente na conferência, Hessen não teve permissão para se defender<sup>28</sup>. O repúdio aos deborinistas seria reforçado entre novembro e dezembro do mesmo ano, quando Einstein publicou seus artigos *Science and Religion* e *What I Believe*, nos quais o físico alemão afirmou sua crença no Deus de Espinoza<sup>29</sup>. A concepção filosófica e espiritual de Baruch Espinoza (1632-1677) compreendia Deus não como uma entidade pessoal ou sobrenatural, mas como a totalidade da natureza e suas leis, entendida na URSS como incompatível com o materialismo dialético e com o ateísmo científico trazidos das concepções de Marx, Engels e Lenin. Ainda em dezembro de 1930, o próprio Stalin entrou no debate, afirmando que os deborinistas não haviam sido criticados o suficiente, sendo que um decreto oficial de 25 de janeiro de 1931 ordenava uma reorganização da Filosofia soviética, expulsando vários colegas de Hessen do Partido Comunista (GRAHAM, 1985, p. 712).

O destino de Boris Hessen não seria diferente do de seus colegas e sua punição logo chegaria – ele foi preso em 21 de agosto de 1936 sob acusação de envolvimento em uma conspiração terrorista trotskista<sup>30</sup>. Após ser torturado e interrogado dezessete vezes, em 20 de dezembro de 1936, Hessen foi levado a um julgamento secreto no Colégio Militar da Suprema Corte da União Soviética, presidido por Vasily Vasilievich Ulrich (1889-1951). Durante a sessão, o físico admitiu seu repúdio a Stalin e sua participação em atividade contrarrevolucionária, mas negou

---

<sup>27</sup> JORAVSKY (1955), p. 3.

<sup>28</sup> *Raznoglasiiia na filosofskom fronte*. Moscou-Leningrado: State Political Economic Press, 1931, p. 279 apud GRAHAM (1985), p. 712.

<sup>29</sup> Ver MITIN, M. 'Ocherednye zadachi raboty na filosofskom fronte v sviazi s itogami diskussii', *Pod znamenem marksizma*, No. 3, 1931, p. 14 e L'VOV, V.E. 'Nauka i zhizn': Al'bert Einshtein v soiuze s religiei', *Novyi Mir*, No. 10, 1931, p. 195 apud GRAHAM (1985), p. 712.

<sup>30</sup> FREUDENTHAL, Gideon; MCLAUGHLIN, Peter. *Boris Hessen: In Lieu of a Biography*. In: \_\_\_\_\_. *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Dordrecht: Springer, 2009, p. 255.

ter criado uma célula terrorista na Universidade Estadual de Moscou<sup>31</sup>. A despeito das palavras de Hessen, ele e mais dois colegas, incluindo o físico Arkady Ossipovich Apirin (1904-1936) e Arkady Mikhailovich Reisen, foram condenados pelo assassinato de Sergei Mironovich Kirov (1886-1934) e pela tentativa de eliminar outros líderes do Partido Comunista – Hessen e Apirin foram fuzilados no mesmo dia, enquanto Reisen foi condenado a dez anos de prisão, vindo a falecer na penitenciária<sup>32</sup>. O corpo de Hessen foi cremado e as cinzas enterradas no cemitério de Donskoy, sendo que a data de sua morte foi falsificada, de modo que por muitos anos se acreditou que ele teria desaparecido em 1938<sup>33</sup>. Vale ressaltar que o assassinato de Kirov marcou o início do Grande Expurgo (1936-1938), movimento de repressão política sistemática promovido por Stalin para a expulsão de seus últimos inimigos de dentro máquina estatal soviética.

Postumamente, em 1938, Boris Hessen foi expulso da Academia de Ciências da União Soviética. Entretanto, após a morte de Stalin em 1953, o novo secretário-geral do Partido Comunista, Nikita Khrushchev (1894-1971), fez uma leva de reabilitações de vítimas, de forma que o nome de Hessen foi reintegrado como membro correspondente da Academia de Ciências em 1957. Para tanto, dois indivíduos tiveram forte importância: Anna Ivanovna Yakovleva, viúva de Hessen, que coletou diversas referências e declarações sobre seu marido, além de Igor Yevgenyevich Tamm (1895-1971), Nobel em 1958 pela descoberta do Efeito Cherenkov, amigo de infância de Hessen e seu colega de faculdade em Edimburgo<sup>34</sup>.

## II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia

Passamos agora a discorrer sobre o II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia, ocorrido em 1931 em Londres, onde Hessen apresentou seu famoso artigo. Suas origens remetem aos congressos científicos que aconteciam paralelamente às Exposições Universais. Estas surgiram em meados do século XIX, tendo a primeira ocorrido em 1851 em Londres, e se configuravam como símbolos

---

<sup>31</sup> PATTINSON; TALBOT (2021), p. 12.

<sup>32</sup> FREUDENTHAL, Gideon; MCLAUGHLIN, Peter. *Boris Hessen: In Lieu of a Biography*. In: \_\_\_\_\_. *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Dordrecht: Springer, 2009, p. 255.

<sup>33</sup> IENNA; RISPOLI (2019), p. 57.

<sup>34</sup> PATTINSON; TALBOT (2021), p. 13.

da modernidade e do progresso. Inseridas em um contexto de disputas imperialistas que se acirriaram ao final do século, tais eventos clamavam pela grandiosidade e pelo espetáculo que cada nação sede daria ao resto do mundo, em uma autopropaganda nacionalista materializada em prédios monumentais compondo quase que cidades construídas especialmente para a ocasião, e derrubadas ao final do evento<sup>35</sup>. Nas Exposições, cada país exibia suas mais recentes inovações tecnológicas e novas técnicas produtivas, nos mais diferentes campos: indústria fabril; agricultura; engenharia; química; etc.<sup>36</sup>. As nações exibiam também a qualidade de seus recursos naturais, sua arquitetura, sua cultura, seu povo – tudo o que se conseguissem catalogar em extensas publicações com números, tabelas, compilações, mapas, etc., obras organizadas a cada evento por comissões dos países participantes ou pelos próprios anfitriões, com intuítos de viés enciclopédico sobre a produção, população e território de cada nação.

Simultaneamente a cada Exposição Universal, eram organizados diversos congressos científicos paralelos, por exemplo: o I Congresso Internacional de Estatística em Bruxelas (1853); o I Congresso de Química, em Karlsruhe (1860); o I Congresso Internacional de Botânica em Bruxelas (1864); o I Congresso de Medicina, em Paris (1867); o I Congresso Internacional de Matemática em Zurique (1897); etc<sup>37</sup>. Junto da Exposição Universal de 1900 em Paris, foi promovido também o I Congresso Internacional de Ciências Históricas, sendo que os organizadores de sua sexta edição (Oslo, 1928) decidiram viabilizar um novo evento no ano seguinte, surgindo então o I Congresso Internacional de História da Ciência, realizado em Paris (1929). O segundo congresso, de 1931 em Londres, no qual Hessen iria apresentar seu artigo, era um desdobramento desse primeiro, sob iniciativa de George Sarton (1884-1956), químico belga emigrado para os Estados Unidos e que havia criado uma rede de intelectuais interessados em História da Ciência. Entre os organizadores, estavam envolvidas diversas instituições, como o Comitê Internacional de História da Ciência – composto por europeus e norte-americanos –, o Comitê Internacional de Ciências Históricas da Suíça, a Sociedade de História da Ciência dos EUA e a sociedade britânica Newcomen. Em um contexto em que a Europa se recuperava da Primeira Guerra Mundial, congressos científicos como

---

<sup>35</sup> SCHWARCZ, op. cit., pp. 574-575.

<sup>36</sup> MARTINS (2017), p. 6.

<sup>37</sup> ROSA (2012), p. 39.

este eram promovidos visando a colaboração internacional nas ciências, com o intuito de promover a paz e o progresso por meio do compartilhamento de conhecimento.

Assim, o II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia ocorreu no salão de palestras do Museu da Ciência de Londres, entre 29 de junho e 04 de julho de 1931. A participação da União Soviética foi memorável: era a primeira vez que ela enviava representantes para expor suas pesquisas científicas no Ocidente desde a Revolução Russa de 1917<sup>38</sup>. A delegação soviética era composta por Boris Hessen; pelo físico Abram Fedorovich Ioffe (1880-1960); pelo engenheiro eletricitista Vladimir Fyodorovich Mitkevich (1872-1951); pelo fisiologista Boris Mikhailovich Zavadovsky (1895-1951); pelo economista Modest Iossifowitsch Rubinstein (1889-1969); pelo botânico Nikolai Ivanovich Vavilov (1887-1943); pelo filósofo Ernst Kolman (1892-1979); e pelo economista Nikolai Bukharin (1888-1938)<sup>39</sup>. Este último, além de comparecer ao evento como chefe da delegação russa, era um dos principais líderes do Partido Comunista e editor da *Pravda* (1912-1991) – principal jornal da URSS e órgão de comunicação oficial do Partido Comunista.

Descrito por Lenin como "o favorito de todo o Partido", a autoridade de Bukharin, entretanto, não era incontestável: sua interpretação do marxismo a partir de autores da Europa Ocidental o aproximava das teorias filosóficas derivadas da obra de Ernst Mach, desagradando grande parte dos oficiais do governo<sup>40</sup>. Dessa maneira, suspeitos de crimes de opinião, tanto Bukharin quanto Hessen foram para o congresso de Londres vigiados por um controleiro. Este era Ernst Kolman, que confessou seu papel na delegação soviética de 1931 em uma entrevista a Lorem Graham em 1971 e em uma carta a este em 1977. Em sua conversa com Graham, Kolman revelou que era o responsável do Partido pela disciplina dos representantes soviéticos e que recebeu ordens explícitas para vigiar Hessen e Bukharin de perto. Kolman já havia criticado ambos em um artigo impresso apenas três meses antes da partida da delegação ao congresso de 1931, justamente pela falta de alinhamento de Hessen e Bukharin em relação às políticas do Partido Comunista soviético. Kolman também comentou que as apresentações dos dois suspeitos estavam sendo

---

<sup>38</sup> ZANETIC (1984), p. 34.

<sup>39</sup> KOKOWSKI (2022), p. 560.

<sup>40</sup> GRAHAM (1985), pp. 713-714.

consideradas como uma prova de sua ortodoxia ideológica pelo Partido Comunista. Nesse teste, Hessen teve um desempenho satisfatório – vamos ver adiante que seu artigo muitas vezes acaba até por cair em um marxismo vulgar, tamanha era sua preocupação na defesa da ideologia –, já a palestra de Bukharin foi vista com maus olhos<sup>41</sup>.

Assim, o chefe da delegação oficial soviética em Londres, que já havia sido afastado do Politburo em 1929, teve um destino parecido com o de Hessen: Bukharin foi preso em 27 de fevereiro de 1937 e fuzilado após condenação por espionagem em 13 de março de 1938<sup>42</sup>. Da mesma maneira, Vavilov também teve seu fim atrelado à perseguição política, falecendo de desnutrição em 1943 dentro de uma prisão soviética após ser preso durante as purgas de Stalin<sup>43</sup>.

Voltando ao II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia, as sessões foram organizadas pelo historiador da ciência britânico Charles Singer (1876-1960), o qual delimitou um máximo de 20 minutos para cada apresentação, interrompendo os palestrantes com o estrondoso som de um grande sino de barco que estava posicionado ao seu lado na sala de apresentações<sup>44</sup>. Sabendo desse tempo limitado, os soviéticos trabalharam para lançar seus textos em inglês quase simultaneamente com o congresso<sup>45</sup>, publicando-os em Londres na coletânea *Science at the Cross Roads* (1931) apenas 10 dias após o término do evento<sup>46</sup>. Inclusive, autores como Gideon Freudenthal e Peter McLaughlin sugerem que o artigo de Boris Hessen pode ter ficado abaixo do esperado em certos pontos – como quando cai em marxismo vulgar – pois sua versão em inglês foi preparada de maneira apresada pela equipe da Embaixada Soviética na véspera do Congresso<sup>47</sup>.

---

<sup>41</sup> Ibidem, p. 713-716.

<sup>42</sup> KOKOWSKI (2022), p. 562.

<sup>43</sup> GRAHAM (1985), p. 708.

<sup>44</sup> GAMA (1993), p. 3.

<sup>45</sup> ZANETIC (1984), p. 34.

<sup>46</sup> GAMA (1993), p. 2.

<sup>47</sup> CROWTHER, James Gerald. *Fifty Years with Science*. Londres: Barrie & Jenkins, 1970, pp. 76–88 apud FREUDENTHAL, Gideon; MCLAUGHLIN, Peter. *Classical Marxist Historiography of Science: The Hessen-Grossmann-Thesis*. In: \_\_\_\_\_. *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Dordrecht: Springer, 2009, p. 2.

Toda a pressa dos soviéticos tinha uma preocupação clara: fazer propaganda do regime socialista. Começando pelo fato de que a delegação da URSS foi a Londres de avião, meio de transporte extremamente raro à época<sup>48</sup>, também podemos ver que o prefácio de *Science at the Cross Roads* nos dá uma clara visão das motivações soviéticas:

A economia planejada do Socialismo, a enorme extensão da atividade construtiva — na cidade e na aldeia, nos principais centros e nas partes mais remotas — exigem que a ciência avance em um ritmo excepcional. O mundo inteiro está dividido em dois sistemas econômicos, dois sistemas de relacionamento social, dois tipos de cultura. No mundo capitalista, o profundo declínio econômico se reflete na crise paralisante do pensamento científico e da filosofia em geral. Na seção Socialista do mundo, observamos um fenômeno inteiramente novo: uma nova conjunção de teoria e prática, a organização coletiva da pesquisa científica planejada na escala de um país enorme, a penetração cada vez maior de um único método — o método do Materialismo Dialético — em todas as disciplinas científicas (BUKHARIN, 1931, Foreword [s.n.]).

A partir dos anos 1930, a exaltação nacionalista foi uma característica comum aos textos de História da Ciência na URSS, motivada pela propaganda nazista que imputava uma suposta inferioridade aos povos eslavos e também pela noção russa de atraso econômico e científico. Os soviéticos queriam mostrar que a Rússia tinha grandes conquistas científicas desde a época de Mikhail Lomonossov (1711-1765)<sup>49</sup>, reconhecido por ter desenvolvido o princípio da conservação da matéria já em 1760, anos antes da enunciação da mesma teoria por Antoine Lavoisier (1743-1794), em 1785, ficando o químico francês com a fama internacional. O lema soviético era uma frase do próprio Lomonossov: "Que a terra russa pode dar à luz seus próprios Platões e Newtons" (VAVILOV, 1946, p. 2 apud FREUDENTHAL; MCLAUGHLIN, 2009, p. 2)<sup>50</sup>.

### **“As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton”**

---

<sup>48</sup> GAMA (1993), p. 3.

<sup>49</sup> JORAVSKY (1955), pp. 7-11.

<sup>50</sup> VAVILOV, Nikolai Ivanovich. *Sovetskaia nauka na novom etape*. Moscou, 1946, p. 2 apud JORAVSKY (1955), p. 10.

Passando ao artigo “As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton” de Boris Hessen, se na União Soviética ele chamou pouca atenção, no Ocidente ele foi um marco na História da Ciência. Dentro da URSS, o texto de Hessen foi pouco valorizado: por exemplo, na ordem de apresentação dos artigos na coletânea *Science at the Cross Roads*, seu texto era apenas o nono entre onze, além de que, apesar do original ter sido publicado em inglês em 1931, seu artigo só ganharia versões em russo em 1933 e 1934<sup>51</sup>. Já no Ocidente, a aplicação do materialismo dialético para explicar as bases sociais e econômicas do avanço da ciência foi considerada uma grande inovação, marcando o início da corrente externalista na História da Ciência. Assim, a linha interpretativa de Hessen logo ganhou muitos adeptos, alguns deles presentes no Congresso de 1931, como John Desmond Bernal (1901-1971), Joseph Needham (1900-1995), Hyman Levy (1889-1975) e Lancelot Hogben (1895-1975)<sup>52</sup>, além de James Gerald Crowther (1899-1983) e John Haldane (1892-1964)<sup>53</sup>.

O argumento central de Boris Hessen era que as teorias de Isaac Newton não eram mero fruto de sua genialidade e curiosidade científica, mas, na verdade, eram influenciadas pelo contexto econômico, se configurando como soluções de problemas técnicos da burguesia ascendente. Vale notar a audacidade de Hessen em defender tal tese em solo londrino, uma das sedes da plutocracia mundial, desmistificando a figura quase divina e sobrenatural do intelecto de Newton, sendo contrário à meritocracia de um dos mais ilustrados ingleses de todos os tempos.

Segundo Hessen, a economia inglesa do século XVII apresentaria desafios em três áreas principais: navegação, mineração e indústria militar. No que diz respeito à navegação, os limites geográficos foram expandidos e o tempo foi acelerado devido à expansão do capital mercantil. Assim, era preciso elevar a capacidade de transporte das embarcações, aperfeiçoar as propriedades de flutuação dos navios e construir eclusas e canais. Para tanto, se faziam necessários conhecimentos de Física, como a hidrostática e a hidrodinâmica<sup>54</sup>.

---

<sup>51</sup> FREUDENTHAL, Gideon; MCLAUGHLIN, Peter. *Classical Marxist Historiography of Science: The Hessen-Grossmann-Thesis*. In: \_\_\_\_\_. *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Dordrecht: Springer, 2009, p. 2.

<sup>52</sup> IENNA; RISPOLI (2019), p. 39.

<sup>53</sup> FREIRE JR (1993), p. 54.

<sup>54</sup> HESSEN (1993), pp. 35-37.



De maneira semelhante, a mesma lógica se aplicava à mineração. A expansão do comércio gerou uma demanda crescente por metais preciosos como meio de troca, assim como o desenvolvimento das armas de fogo e da artilharia pesada impulsionaram a extração de cobre e ferro de maneira extensiva. Dessa maneira, a exploração dos minérios em maior profundidade e a construção de altos-fornos para o processamento dos metais se configuravam como desafios de primeira necessidade. Novamente, vários conhecimentos de Física se mostravam importantes para superar tais desafios, como: aerostática; hidrostática; hidrodinâmica; análise do fluxo e compressão do ar; e a determinação matemática da transmissão por engrenagens<sup>55</sup>.

Por fim, nas últimas décadas do século XVII, a artilharia perdia os traços artesanais medievais, estando presente nos exércitos de quase todas as nações – dessa forma, compreender os processos que acontecem no interior das armas de fogo era uma exigência. Assim como na navegação e na mineração, mais uma vez a Física se mostrava indispensável, pois era preciso analisar a expansão e a compressão dos gases, investigar temas relativos à resistência dos materiais e também examinar o comportamento de um projétil no ar e sua trajetória<sup>56</sup>.

Dessa forma, Hessen argumenta que existe uma plena convergência entre as demandas tanto técnicas quanto econômicas da época e os campos de estudo na Física do século XVII, refletidos então nos *Principia Mathematica* de Newton (HESSEN, 1993, p. 53). Isso pois o primeiro livro dos *Principia* estabelece as bases da Mecânica clássica, o segundo livro trata justamente de hidrostática e hidrodinâmica e, por fim, o terceiro livro basicamente faz uma análise da causa das marés<sup>57</sup>. Assim, o argumento de Hessen se mostra em linha com as ideias marxistas de que a infraestrutura econômica molda a superestrutura intelectual.

Com seu artigo, Boris Hessen inaugurou a interpretação externalista na História da Ciência<sup>58</sup>. Até então, os autores explicavam as mudanças científicas a partir

---

<sup>55</sup> *Ibidem*, pp. 37-39.

<sup>56</sup> *Ibidem*, pp. 39-42.

<sup>57</sup> *Ibidem*, pp. 42-53.

<sup>58</sup> Para argumentos críticos a essa visão, ver HUERGA, Pablo. “Raíces Filosóficas de Boris Mijailovich Hessen: Crítica al Mito del Externalismo de Boris Hessen”. *Llull Revista de investigación de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Madri, vol. 24, pp. 347-395, 2001. Para Huerga, Hessen não seria um externalista, pois sua tese teria sido originada na discussão filosófica entre mecanicistas e dialéticos/deborinistas na URSS.

do conhecimento acumulado e da resolução de contradições nas teorias já existentes. Por exemplo, antes de Hessen, a Teoria da Gravidade de Newton era explicada dando destaque à tradição científica anterior, mostrando como Newton integrou formulações anteriores, como as ideias de Galileu e de Kepler, para então criar uma explicação unificada para os movimentos tanto terrestres quanto celestes. A esse tipo de interpretação na História da Ciência foi dado o nome de corrente *internalista*. Já para os chamados externalistas, cujo primeiro representante foi Hessen, o desenvolvimento científico deve ser analisado tendo como ponto de partida as influências econômicas, sociais, políticas, culturais, etc. Novamente utilizando o exemplo da Teoria da Gravidade de Newton, uma explicação externalista usaria justamente os argumentos de Hessen, destacando como as necessidades práticas da navegação, da balística e da economia da Inglaterra no século XVII influenciaram os trabalhos de Newton.

Se o fato de Boris Hessen ter inaugurado toda uma nova maneira de analisar a evolução da ciência por si só já foi um grande feito, os motivos que o levaram a escrever seu artigo tornam a obra ainda mais interessante. Como mencionamos anteriormente, a Teoria da Relatividade de Einstein e a Mecânica Quântica de Bohr estavam sob ataque na União Soviética dos anos 1930, sendo rotuladas como “ciência burguesa”, por sua suposta abstração e falta de aplicabilidade nas demandas sociais e materiais da economia socialista. Já a Física newtoniana, por outro lado, era aclamada pelo Partido Comunista e por seus teóricos materialistas, justamente por ter estabelecido as bases da Mecânica clássica e, portanto, ter uma conexão mais clara com seus empregos práticos, sendo menos abstrata<sup>59</sup>. Assim, Hessen, tendo em mente que o Partido não questionaria a legitimidade da teoria de Newton, buscou apresentá-la como resultado direto de interesses ligados às preocupações burguesas, visando defender Einstein e Bohr.

### **Problematização**

Se, por um lado, a tese de Boris Hessen tinha motivações que desafiavam a interpretação do Partido Comunista, por outro lado, o físico, já sob investigação

---

<sup>59</sup> GRAHAM (1985), p. 711.

durante a viagem de 1931, buscou contrabalancear seus argumentos mais inflamados reafirmando a teoria marxista-materialista por diversas vezes ao longo de seu texto. De fato, como vimos, a estratégia de Hessen deu certo, de forma que os relatórios do controlador do Partido no congresso, Ernst Kolman, evidenciaram seu parecer positivo a respeito do enquadramento de Hessen nos requisitos ideológicos do governo soviético.

Entretanto, o artigo também acaba por exagerar nas suas afirmações que buscavam inserir a teoria materialista no texto, caindo muitas vezes em um marxismo vulgar, como se vê no trecho abaixo:

Ao chegar ao poder, a burguesia luta sem tréguas contra as formas antigas, artesanais, de produção. Com mão de ferro, impõe a indústria mecanizada em larga escala, eliminando em seu percurso a resistência da classe feudal decadente e o projeto ainda espontâneo do proletariado em surgimento. Para a burguesia, a ciência e a técnica são armas poderosas de luta, e ela está interessada no desenvolvimento e aperfeiçoamento destas armas (HESSEN, 1993, pp. 78-79).

A frase de Hessen acima subentende que exista uma total unidade de consciência e de ação por parte de uma classe social, o que obviamente não se verifica na prática. As pesquisas científicas são consequência da atividade econômica da burguesia, e não um projeto unificado de seus vários agentes individuais investindo recursos pecuniários de forma ativa para estabelecer sua classe no poder. Trechos como esse evidenciam que, se não por um entusiasmo ideológico, havia uma pressão para Hessen fazer essas afirmações. Na entrevista de Ernst Kolman a Loren Graham, o controlador soviético no congresso de 1931 admitiu que os membros da delegação que faziam parte do Partido Comunista foram orientados pelo Politburo a ressaltar o marxismo em seus artigos – entre eles, estavam Hessen, Bukharin, Rubinstein e o próprio Kolman. Já os demais representantes soviéticos no congresso, os quais não pertenciam ao Partido – Vavilov, Mitkevich, Ioffe e Zavadovsky –, puderam escolher os temas que tratariam em seus trabalhos com maior liberdade. Inclusive, os artigos de Mitkevich e Ioffe não tem nenhum traço de marxismo, enquanto Vavilov e Zavadovsky deixaram o materialismo histórico em um segundo plano<sup>60</sup>.

---

<sup>60</sup> Ibidem, p. 713.

Também podemos problematizar o fato de que, ainda que a via externalista contribua para uma História menos mecânica, narrativa e movida pelos feitos heróicos de grandes personagens, devemos ter em mente que nem todos os avanços na ciência podem ser explicados por fatores externos a ela. O *externalismo* muitas vezes teve seus autores ignorando, por exemplo, o fato de certos estudos astronômicos estarem ligados a motivações teóricas – e até mesmo metafísicas – e também desconsideram o interesse exclusivamente teórico nos estudos matemáticos, associados à revitalização da ciência grega no Renascimento<sup>61</sup> (KOYRÉ, 1992 apud MAGALHÃES, 2018, p. 350). Por um lado, alguns temas de pesquisa recentes podem ser facilmente explicados pela tese externalista, como o interesse na Física nuclear a partir do pós-Guerra ou os estudos em microeletrônica devido às necessidades atuais da informática. Por outro lado, entretanto, outros assuntos pesquisados podem apresentar uma maior dificuldade para encontrarmos uma lógica econômica ou social de aplicação prática direta, como os trabalhos em teorias de lógica e matemática pura – sobre Teoria dos Conjuntos ou Teoremas da Incompletude, por exemplo – ou a Teoria das Cordas, a qual busca unificar a Relatividade Geral e a Mecânica Quântica, ou seja, envolve basicamente questões conceituais internas à Física.

### Bibliografia

- BOYER, Carl B. *The History of the Calculus and Its Conceptual Development*. New York: Dover Publications, 1959
- BUKHARIN, Nikolai (org.). *Science at the Cross Roads*. Londres: Kniga (England) Ltd, 1931.
- FEYERABEND, Paul. *Capítulo X*. In: \_\_\_\_\_. *Contra o Método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977, pp. 189-220.
- FREUDENTHAL, Gideon (org.); MCLAUGHLIN, Peter (org.). *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Dordrecht: Springer, 2009

---

<sup>61</sup> A partir do século XV, houve um resgate do conhecimento grego no Ocidente, movimento iniciado quando Nicolau de Cusa (1401-1464) trouxe do Oriente diversos textos clássicos da Antiguidade que estavam extintos no mundo ocidental, como as obras de Platão (428 a.C.-347 a.C.), por exemplo.

FREIRE JR, Olival. “Sobre ‘As Raízes Sociais e Econômicas dos ‘Principia’ de Newton””. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, n. 9, p. 51–64, 1993.

GAMA, Ruy. *À guisa de contribuição*. In: \_\_\_\_\_. *Ciência e técnica*. São Paulo: T.A. Queiroz, 1993, pp. 1-7

GRAHAM, Loren. “The Socio-Political Roots of Boris Hessen: Soviet Marxism and the History of Science”. *Social Studies of Science*, Thousand Oaks (Califórnia), vol. 15, no. 4, pp. 705-722, 1985. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/285401>>. Acesso em 29 nov. 2024.

GRAHAM, Loren. *The Soviet Academy of Sciences and the Communist Party, 1927-1932*. Princeton: Princeton University Press, 1967.

HESSEN, Boris. *As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton*. In: GAMA, Ruy (org.), *Ciência e técnica*. São Paulo: T.A. Queiroz, 1993, pp. 30-89.

HUERGA, Pablo. “Raíces Filosóficas de Boris Mijailovich Hessen: Crítica al Mito del Externalismo de Boris Hessen”. *Llull Revista de investigación de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Madri, vol. 24, pp. 347-395, 2001.

IENNA, Gerardo; RISPOLI, Giulia. “Boris Hessen at the Crossroads of Science and Ideology. From International Circulation to the Soviet Context”. *Society and Politics*, Arad (Romênia), vol. 13, no. 1 (25), pp. 37-63, 2019.

JORAVSKY, David. *Soviet Marxism and Natural Science, 1917-1932*. 2009. Abingdon (Inglaterra): Routledge, 1961.

JORAVSKY, David. “Soviet Views on the History of Science”. *Isis*, Oxford, vol. 46, no. 1, pp. 3-13, 1955. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/226819>>. Acesso em 29 nov. 2024.

KOKOWSKI, Michal. “Boris Hessen (1893–1936), „Spoleczne i ekonomiczne korzenie Principiów Newtona” i paradoksalna historia historiografii nauki”. *Studia Historiae Scientiarum*, Cracóvia, vol. 21, pp. 555-610, 2022.

KOYRÉ, Alexandre. *Do mundo do mais-ou-menos ao universo da precisão*. In: \_\_\_\_\_. *Estudos de História do Pensamento Filosófico*. Tradução de Maria de Lourdes Menezes. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Forense Editora Universitária, 2011, pp. 271-288.

MAGALHÃES, Gildo. “Por uma dialética das controvérsias: o fim do modelo positivista na história das ciências”. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, pp. 345-361, 2021. Disponível em: <[https://biblio.fflch.usp.br/Magalhaes\\_G\\_3077223\\_PorUmaDialeticaDasControversias.pdf](https://biblio.fflch.usp.br/Magalhaes_G_3077223_PorUmaDialeticaDasControversias.pdf)>. Acesso em 16 dez. 2024.

- MARTINS, Mônica. “O impacto das Exposições Universais do século XIX para as relações econômicas brasileiras e o avanço tecnológico: uma análise sobre a participação das províncias”. In: *XII Congresso Brasileiro de História Econômica e 13ª Conferência Internacional de História de empresas*, Niterói, Universidade Federal Fluminense, 2017.
- MERTON, Robert K. *On the Shoulders of Giants: A Shandean Postscript*. New York: Free Press, 1965.
- PATTINSON, Olga (org.); TALBOT, Chris (org.). *Boris Hessen: Physics and Philosophy in the Soviet Union, 1927–1931: Neglected Debates on Emergence and Reduction*. Cham (Suíça): Springer, 2021.
- ROSA, Carlos Augusto de Proença. *História da Ciência: O pensamento científico e a Ciência no século XIX*. Vol. 2, Tomo 2, 2ª ed. Brasília: FUNAG, 2012.
- SCHWARCZ, L. *Exposições Universais: festas do trabalho, festas do progresso*. In: *As barbas do imperador: D. Pedro II, um monarca nos trópicos*. São Paulo: Cia das Letras, pp. 568-597, 1998.
- WINKLER, Sean. *Boris Hessen and Philosophy. The Socioeconomic Roots of Classical and Modern Physics*. Lanham (Maryland): Rowman & Littlefield, 2023.
- WESTFALL, Richard S. *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
- ZANETTIC, João. “A propósito do artigo de B. Hessen sobre o “Principia” de Newton”. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 6, no. 1, pp. 33-36, 1984.