

O papel da experimentação na ciência: contribuições epistemológicas de Ian Hacking

The role of experimentation in science: Ian Hacking's epistemological contributions

Ana Paula Grimes de Souza

Universidade Federal de Santa Catarina
anapaulagrimes@gmail.com

Iara Maitê Campestrini Binder

Universidade Federal de Santa Catarina/Instituto Federal de Santa Catarina
iara.campestrini@ifsc.edu.br

José Francisco Custódio

Universidade Federal de Santa Catarina
custodio@fsc.ufsc.br

Resumo

Teoria e experimentação são pautas estudadas há séculos por estudiosos, os quais buscam compreender as relações entre essas atividades científicas e a essência do conhecimento. Afirmando que grande parte desses estudiosos tende a valorizar a teorização, Ian Hacking se propõe a discutir o papel dos experimentos, os quais têm sido negligenciados ao longo da história da ciência. Hacking defende uma filosofia da experimentação e problematiza a complexa e dinâmica relação entre teoria e experimento, defendendo que não há apenas um caminho unilateral na construção do conhecimento científico. Neste trabalho, objetivamos apresentar algumas concepções de Hacking e estabelecer uma aproximação entre suas ideias e as práticas experimentais amplamente defendidas no ensino de ciências. A falta de discussões e de entendimento por parte dos professores sobre o papel dessas práticas na ciência e no seu ensino tem provocado compreensões distorcidas acerca da natureza da ciência.

Palavras chave: experimentação, Ian Hacking, filosofia da ciência

Abstract

Studied for centuries, theory and experimentation are guidelines that seek to understand the relationship between scientific activities and the essence of knowledge. Affirming that most philosophers tend to value theorization, Ian Hacking proposes to discuss the role of experiments, which have been neglected throughout history. Hacking defends a philosophy of experimentation and problematizes the complex and dynamic relationship between theory and experiment, arguing that there is not only one way to construct scientific knowledge. In this paper, we aim at presenting some concepts of Hacking and establish an approximation between his ideas and the experimental practices widely advocated in science education. The lack of discussions and understanding on the part of teachers about the role of these practices

in science and in their teaching has provoked distorted understandings about the nature of science.

Key words: experimentation, Ian Hacking, philosophy of science

Introdução

Filósofo canadense, professor emérito da Universidade de Toronto e da Collège de France, Ian Hacking (1936-) destaca-se por sua vasta produção na área da filosofia, trazendo grandes contribuições sobretudo para a filosofia da Ciência. Nesse campo, uma de suas obras de destaque, *Representar e Intervir: tópicos introdutórios de filosofia e ciência natural* (2012), traz reflexões acerca de teorias, experimentos e realismo científico. Nos dedicamos a explorar sua obra neste trabalho, trazendo elementos de sua epistemologia e buscando aproximações das reflexões filosóficas propostas pelo autor com o ensino de ciências.

Segundo Hacking, existem duas grandes questões que assombram os filósofos, deixando-os obcecados na busca por respostas. Uma delas diz respeito à racionalidade humana, tão bem fundamentada na antiga tradição do conhecimento científico, mas que teve sua estrutura desestabilizada por obras como a do físico e filósofo Thomas Kuhn (1922-1996), na década de 60. A outra questão, e nessa Hacking se debruça com seus estudos e reflexões, está pautada no realismo científico. Indagações como “o que é a verdade?”, ou ainda, “são reais as entidades propostas pela física teórica ou apenas construções da mente humana?” o levaram a escrever sua obra *Representar e Intervir*, publicada originalmente em 1983.

O conhecimento, em sua essência, é compreendido por Ian Hacking a partir de dois extremos. Apesar de se intitular antirrealista para a representação das entidades, ou seja, para as teorias construídas, o filósofo se intitula realista para as entidades teóricas propostas. Tal postura foi adotada a partir de uma conversa de Hacking com um amigo sobre determinado experimento utilizado para detecção de quarks. Nesse experimento, uma gota de nióbio é bombardeada por pósitrons e elétrons a fim de alterar a carga elétrica da gota. Para o autor, se podemos intervir de alguma forma nessas entidades a ponto de bombardeá-las, então, sim, elas devem ser reais.

Apesar do foco da obra de Ian Hacking ser as proposições acerca do (anti)realismo científico, este tópico será discutido em nossos trabalhos futuros. Neste momento, nos atemos a discutir a visão deste filósofo acerca do papel da teoria e da experimentação na ciência, visão esta que se torna fundamental nas discussões posteriores sobre a essência do conhecimento. O autor faz provocações sobre a supremacia dada às teorias e defende uma filosofia da experimentação, refletindo sobre diferentes papéis desempenhados por experimentos nas construções teóricas ao longo da história da ciência.

Buscamos neste trabalho apresentar as ideias de Hacking acerca da experimentação na ciência e algumas aproximações de suas ideias com o ensino de ciências, em especial, no que diz respeito às práticas experimentais nas aulas de ciências.

Uma supremacia à teorização?

Em entrevista¹ à Canadian Broadcasting Corporation – CBC, em 2007, Ian Hacking revela que na década de 70, em parceria com Francis Everitt², submeteu um artigo intitulado “O que

¹ A entrevista pode ser ouvida e/ou lida em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-71822009000300021&lng=en&nrm=iso

² Físico inglês, radicado nos Estados Unidos, com trabalhos voltados para a investigação experimental da relatividade geral

vem primeiro: teoria ou experimento?” para três revistas bem conceituadas da época. Por três vezes o artigo foi rejeitado e a justificativa, sempre a mesma: “quem se importa com experimentos?”

A partir desse contexto, Hacking advoga sobre a necessidade de explorar uma filosofia da experimentação. Isso porque, para o autor, os filósofos da ciência costumam se atentar em questões relativas a teorias e representações da realidade, mas parecem pouco se importar com a realização de experimentos, invenções tecnológicas e utilização de experimentos para alterar o mundo que vivemos. “A história das ciências naturais é quase sempre escrita sob a forma de uma história da teorização” (HACKING, 2012, p.236). O próprio autor sugere que sua afirmação pode soar estranha, uma vez que, ao fazer referência a um cientista, muitos remetem a alguém de jaleco branco em um laboratório, ou ainda, porque a expressão “método experimental” foi muito utilizada como sinônimo para método científico. Porém, Hacking se debruça sobre uma série de exemplos (citaremos alguns na sequência) para demonstrar o quanto a experimentação não foi valorizada perante a teorização ao longo da história. O autor se propõe a “iniciar um movimento de retorno à Francis Bacon” (Ibid, p.236) e a olhar mais seriamente para a ciência experimental pois, para ele, a experimentação tem vida própria (CROTEAU, 2005).

O preconceito com os experimentos é de longa data, tão antigo quanto a própria institucionalização da ciência ocidental, na Grécia. Somos conhecedores dos ensinamentos filosóficos e da geometria dos gregos, porém nada sabemos a respeito da metalurgia grega (HACKING, 2012).

Robert Hooke (1635-1703), por exemplo, é pouco conhecido uma vez que sua contribuição na área experimental e seus ensaios teóricos, apesar de numerosos, foram, em grande parte, ignorados. Hooke foi responsável, dentre outras invenções, pela construção de molas espirais utilizadas em relógios de bolso e pela teorização das leis da elasticidade. Além disso, também construiu um telescópio de reflexão por meio do qual constatou a existência de novas estrelas e observou que Júpiter girava em torno do seu próprio eixo. Trabalhou ainda na área da microscopia (e devemos a ele a origem da palavra célula), sugeriu a utilização do pêndulo para cálculo da força gravitacional, participou do processo de descoberta da difração da luz e construiu um artefato utilizado por Robert Boyle (1627-1691) para o estudo da expansão do ar, que resultou na lei de Boyle. Curiosamente, Boyle tornou-se muito mais conhecido do que Hooke, provavelmente, segundo Hacking, por ser um teórico que fazia experimentos e não um experimentador que teorizava, como Hooke.

Um exemplo mais atual é o caso dos irmãos Fritz e Heinz London, ambos estudiosos da supercondutividade. O primeiro teve trabalhos teóricos voltados à física de baixas temperaturas, enquanto o segundo desenvolvia experimentos da mesma área. Fritz teve sua biografia publicada no Dictionary of scientific biography, porém a biografia do seu irmão, Heinz, foi devolvida pelo editor (Thomas Kuhn) para ser resumida. Segundo Hacking, tal atitude demonstra a preferência do famoso editor pelos teóricos.

Para Hacking parece evidente que o experimento e a teoria se relacionaram de diferentes formas, em diferentes épocas do desenvolvimento científico, e que não há primazia da teoria, além de que nem todas as ciências naturais “passaram pelos mesmos ciclos” (HACKING, 2012, p.241). Houve, porém, epistemólogos que negaram fortemente essa ideia como, por exemplo, Karl Popper (1902-1994):

O teórico propõe certas questões bem delimitadas ao experimentador e este, através de experimento, tenta chegar a uma resposta decisiva para essas questões, e não para outras. [...] Seria erro, porém, supor que um experimentador procede assim “para lançar luz sobre o trabalho teórico” ou,

talvez, para oferecer ao teórico base para em que apoiar generalizações indutivas. Ao contrário, o teórico deve ter, muito antes, realizado o seu trabalho, ou, pelo menos, a parte mais importante desse trabalho: deve ter formulado, tão claramente quanto possível, sua pergunta. Desse modo, é ele quem mostra o caminho ao experimentador. [...] A teoria domina o trabalho experimental, desde seu planejamento inicial até os toques finais, no laboratório. (POPPER, K., 2013, p. 93)

A valorização da teoria em detrimento da experimentação está relacionada a como se enxerga a construção do conhecimento científico, sejam aspectos históricos e/ou filosóficos que envolvem a Ciência. Para elucidar tal relação, traremos na próxima seção alguns exemplos explorados por Hacking os quais demonstram as distintas relações entre teoria e experimento na Ciência.

O papel da experimentação na Ciência

Quem vem antes, a teoria ou o experimento? É possível realizar experimentação sem um direcionamento prévio? Para tentar responder a questões como essa, Hacking apresenta uma série de exemplos ao longo da história nos quais há diferentes relações entre teoria e experimento, buscando evidenciar a tese de que a experimentação tem vida própria.

Apesar de uma lista vasta de exemplos mencionados em seu livro, escolhemos quatro deles, os quais estão categorizados por Hacking em Observações dignas de atenção, Fenômenos sem sentido, Encontros felizes e Invenção. Em relação ao primeiro, Hacking discorre sobre uma série de observações surpreendentes ao longo da história, as quais não foram precedidas por formulações teóricas. Entre elas, o autor cita Grimaldi (1613-1663) e Hooke, os quais observaram que havia alguma luz na sombra de um corpo opaco. Após algumas análises, constataram faixas com espaços regulares entre elas nas bordas da sombra, e este fenômeno ficou conhecido como difração. Após algumas contribuições de Newton (1643-1727) para o mesmo fenômeno, evidenciou-se que ocorria também um processo de interferência, e esse padrão de franjas concêntricas circulares claras e escuras ficou conhecido como anéis de Newton. Tais constatações ocorrem através de observações minuciosas, curiosas e reflexivas, por pessoas que estavam tentando formular alguma teoria, apesar da primeira explicação quantitativa surgir somente em 1802, com Thomas Young (1773-1829). O filósofo ressalta que não está chamando Grimaldi, Hooke e Newton de empiristas irracionais, os quais não possuíam ideias prévias, mas apenas não possuíam uma teorização prévia.

Para o segundo exemplo, categorizado como Fenômenos sem sentido, tem-se o caso do efeito fotoelétrico. Becquerel, em 1839, possuía uma pequena célula eletrolítica que ao ser submetida a uma determinada radiação tinha sua diferença de potencial elétrica modificada. Em 1873, foi observado por outro cientista que a resistência do selênio era alterada quando exposto à iluminação. No entanto, foi somente Einstein (1879-1955) e sua teoria sobre fótons que conseguiu explicar esse fenômeno, tornando possível, a partir dessa teorização, inúmeras aplicações posteriores.

No terceiro exemplo descreve-se o que Hacking denomina de encontro feliz entre teoria e experimento. Esse foi o caso dos radioastrônomos Arno Penzias e R. W. Wilson, em 1965, ao constatarem que uma pequena quantidade de energia parecia estar uniformemente distribuída no espaço e se encontrava uma temperatura constante de 4K. Esse resultado não parecia fazer sentido, tanto que, além de não publicarem os resultados, os cientistas tentaram eliminar qualquer tipo de interferência possível, chegando ainda a um valor mais preciso de 3K. Simultaneamente, alguns cientistas de Princeton publicaram um artigo que propunha de maneira qualitativa que se o universo tivesse sua origem no Big Bang, haveria uma

temperatura uniforme residual no espaço. Os trabalhos desses pesquisadores se relacionaram maravilhosamente, sendo essa uma boa razão para acreditar na teoria do Big Bang (HACKING, 2012).

Por fim, na categoria Invenções, explora-se a concepção da existência de uma ordem fixa para desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, o qual inicia na elaboração da teoria, passa pela experimentação e, posteriormente, possibilita aplicações práticas a partir do conhecimento construído. O autor chama a atenção para outras possibilidades, trazendo o exemplo da máquina a vapor, uma invenção prática que veio *a priori* do desenvolvimento teórico. Os aparatos desenvolvidos por Newcomen (1709-1715), Watt (1767-1784) e Trevithick (1771-1833) foram desenvolvidos pouco antes da construção das teorias que os explicavam.

Com esses exemplos, Ian Hacking se propôs a elucidar as relações entre teoria e experimentação. Não é defendida a existência de um trabalho experimental totalmente independente da teorização, nem que as observações sejam feitas sem nenhuma concepção prévia. O autor, entretanto, compreende que existam relações dinâmicas entre esses dois aspectos constituintes da Ciência e que a experimentação tem, sim, um papel fundamental nesse processo.

Contribuições para o ensino de ciências

Apesar de Hacking não trazer uma discussão direta para o ensino de ciências, é possível delinear uma conversa entre suas contribuições para epistemologia e a sala de aula, sobretudo sobre que papel a experimentação tem desempenhado no ensino de ciências.

Carvalho (2010) relata que as práticas experimentais se fazem presentes no ensino de física há quase duzentos anos e se manifestam com diferentes perspectivas e aportes metodológicos. Apesar deste longo período, os professores não apresentam familiaridade com essas atividades. O ensino de Ciências, em particular a física, ainda é voltado para um acúmulo de informações e é feito com um formalismo matemático, carente de contextualização. Quando as práticas experimentais aparecem, se fazem com uma perspectiva metodológica unilateral, privilegiando a visão empirista da ciência em detrimento dos diferentes papéis que a experimentação tem na construção do conhecimento científico, vide os exemplos explorados por Hacking e apresentados nesse trabalho.

Derek Hodson (1988), inspirado na obra Ian Hacking, traz apontamentos sobre o papel da experimentação não só na ciência, mas também no ensino de ciências. Para o autor, as visões distorcidas acerca da metodologia científica presente nas aulas de ciências, em especial, sobre qual é o papel da experimentação na construção do conhecimento científico se dá por dois motivos. Um deles diz respeito aos diferentes posicionamentos filosóficos dos professores, os quais influenciam no currículo elaborado e nas atividades práticas propostas. O outro motivo determinante, segundo o autor, é a falta de distinção entre os objetivos da experimentação na *ciência* e no *ensino de ciências*. Enquanto no primeiro âmbito o experimento possui alguns papéis diversificados, conforme proposto Hacking, no segundo âmbito a experimentação é realizada visando fins pedagógicos. Se o professor não tiver clareza desta distinção, poderá resultar em problemas significativos na formação dos estudantes.

A partir desse cenário, compreendemos que a falta de profundas discussões acerca dos aspectos históricos, sociais, culturais e epistemológicos da experimentação não é algo que faz parte apenas do campo da filosofia, conforme defendido por Hacking (2012). O campo do ensino de ciências também compartilha de forma muito incipiente dessa relevante compreensão acerca da experimentação (RAIČIK; PEDUZZI, 2016). Segundo Raicik,

Peduzzi e Angotti (2018), essa visão equivocada e limitada da ciência, a qual negligencia os distintos papéis dos experimentos, ainda perpetua em aulas de ciências e até mesmo em materiais didáticos (RAICIK, PEDUZZI, ANGOTTI, 2018). Uma pesquisa realizada por Campos et al. (2013), a qual analisa teses e dissertações defendidas cuja temática é a experimentação no ensino de física, aponta que apenas 4% articulam experimentação com a história e filosofia da ciência. Nesse contexto, defendemos a importância de propostas metodológicas que instrumentalizem professores de ciências a transmitam uma visão menos ingênua acerca da metodologia científica.

Finalizamos este trabalho ressaltando a importância de pesquisas e reflexões acerca da natureza da ciência tanto na formação de cientistas e professores de ciências, quanto na formação de estudantes da educação básica. Uma prática tão amplamente defendida no ensino de ciências, como a experimentação, ainda carece de compreensões filosóficas por parte dos professores. Conforme apontam Raicik, Peduzzi e Angotti (2018), trazer a experimentação à luz de conceitos filosóficos mais atuais pode permitir o reconhecimento das práticas experimentais como parte importante e constituinte da ciência, sua função independente da teoria ou em parceria com ela. Compreender os diferentes papéis da experimentação na construção do conhecimento e no entendimento da natureza, pode impulsionar um ensino *sobre, em e pela* ciência (FORATO, PIETROCOLA & MARTINS, 2011).

Referências

CAMPOS, L. S. ARAÚJO, M. S. T.; AMARAL, L. H. Tendências das Pesquisas Envolvendo Experimentação em Ensino de Física identificadas em Teses e Dissertações entre 2002 – 2011. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. São Paulo: Águas de Lindóia. **Atas...**,2013.

CARVALHO, A. M. P. **As práticas experimentais no ensino de Física**. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p.53-77

CROTEAU, J. B. **Podemos fazer ciência sem teorias?:** um estudo sobre o realismo de entidades e o antirrealismo de teorias de Hacking e Cartwright. 2005.150 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Filosofia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FORATO. T. C. M., PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. **Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 28, p.27-59, 2011.

HACKING, I. **Representar e Intervir:** Tópicos Introdutórios de Filosofia e Ciência Natural. Rio de Janeiro: Eduerj, 2012. 406 p.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20, 53-66, 1988. Traduzido por Paulo A. Porto. Disponível em: < <http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf> > Acesso: 20 jul. 2020.

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 2013. 454.

RAICIK, Anabel Cardoso; PEDUZZI, Luiz O. Q. Um resgate histórico e filosófico dos estudos de Stephen Gray. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 16, n. 1, p.109-128, fev. 2016.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Experimentos exploratórios e

experientia literata: (re) pensando a experimentação. *Investigações em Ensino de Ciências*, [s.l.],v.23, n.1, p.111-129, abr.2018. **Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)**. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID456/v13_n1_a2018.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2020.