

PROJETO TRILHAS DO CONHECIMENTO
Texto de aprofundamento
As metodologias científicas

Abordando as metodologias científicas nos espaços educacionais

Estudos respaldados nas pesquisas que vêm sendo desenvolvidas em diferentes lugares do mundo sobre história, filosofia e sociologia da ciência, articuladas ao ensino sobre educação em ciências, mostram que formas mais adequadas e realistas de abordar o fazer científico em salas de aulas e outros espaços de educação formal, não formal e informal são muito importantes e inspiram-se em uma visão construtivista da ciência (CACHAPUZ et al., 2005).

Contudo, ainda é comum que, nesses espaços, sejam disseminadas perspectivas bastante equivocadas das metodologias científicas. Essas ferramentas são, constantemente, referidas no singular, como “método científico”, e encaradas como “uma rígida sequência de passos que começa com a observação e culmina em uma conclusão/descoberta [...]” (MASSONI, MOREIRA & SILVA, 2018, p. 906). Esse, além de ser “um erro didático e epistemológico”, perpetua uma visão simplista, acrítica e ingênua da ciência (Ibid., 2018; OSTERMANN & MOREIRA, 1993).

As metodologias científicas não são parâmetros engessados e estáticos no tempo. Elas são dinâmicas, fluidas e se modificam de acordo com demandas, contextos e limitações impostas pelo próprio desenvolvimento da atividade científica. Uma série de metodologias, protocolos e procedimentos que outrora foram considerados adequados podem não ser vistos mais da mesma forma, conforme novos contextos, valores e interesses de produção da ciência vão se apresentando. Isso fica muito claro na história da medicina, por exemplo - em que certas técnicas de investigação se mostraram invasivas, violadoras dos direitos dos pacientes e de animais, além de ineficazes frente a novas maneiras de se ver o corpo e o fenômeno saúde/doença. Esses foram pontos de partida para criticá-las, repensá-las e

modificá-las. A título de ilustração, podemos citar os modelos elaborados para substituir o uso de animais em aulas práticas e em certas pesquisas. A fim de se evitar ou reduzir o número de cobaias sacrificadas para a realização de determinados estudos, cientistas desenvolveram métodos alternativos, como modelos matemáticos e simulações por computador (MIZIARA et al., 2012). Já nas salas de aula de cursos superiores, como os de Ciências Biológicas e nos cursos das áreas da saúde, por exemplo, já se usam manequins e simuladores mecânicos, além de vídeos e também simulações por computador, substituindo o uso de animais (SILVA, SANTORI & MIRANDA, 2016).

Parte das sociedades modernas têm clareza de que as tomadas de decisão nas esferas concernentes à produção de Ciência e Tecnologia (C&T) devem ser democráticas e envolver os diferentes setores da sociedade - ideia que vem se consolidando desde o período Pós-Segunda Guerra Mundial. Entretanto, tal concepção permanece, em muitos casos, restrita ao campo dos discursos. Isso ocorre, sobretudo, devido às dinâmicas impostas pelo sistema de produção e consumo baseados no lucro, no qual a maior parte das sociedades ocidentais está inserida (CACHAPUZ et al., 2005; JASANOFF et al., 2019; TILLY, 2006). Assim, na tentativa de mitigar as formas de desigualdade criadas pela referida lógica, é tarefa dos governos, que se pretendem democráticos, fomentar a alfabetização/letramento científico de suas populações, de modo que os cidadãos possam se apropriar dos temas, debates e reflexões inerentes à C&T, posicionando-se de modo crítico e defendendo seus interesses e pontos de vista. Nesse sentido, disseminar ao público uma visão ultrapassada das metodologias científicas é um desserviço ao empoderamento, à construção de um pensamento crítico e à formação de cidadãos reflexivos e atuantes.

Assim, fomentar o acesso do público a conteúdos que auxiliem na desconstrução desse tipo de visão é uma forma de promover e mediar o processo de empoderamento intelectual da população brasileira, especialmente o de crianças e jovens. E, com o empenho de contribuir para esse processo, através da divulgação e da popularização de C&T, a equipe do Canal Ciência elaborou o projeto “Trilhas do Conhecimento”: uma série de jogos em formato RPG que estará disponível gratuitamente em nosso portal. A primeira trilha traz como tema “Metodologias científicas” e pretende ser uma ferramenta de incentivo e auxílio a professores que queiram trabalhar, em sala de aula, as discussões anteriormente mencionadas neste texto.

O que são metodologias científicas?

Os termos método e metodologia nos remetem à forma como algo é feito. Em nosso dia a dia, nos deparamos com diferentes maneiras de executar muitas atividades - desde como preparar um café, até como fazer o fichamento de um texto. Com o conhecimento científico não é diferente: ele também é produzido a partir de certas regras. Mas não se engane, as metodologias científicas não são um conjunto de etapas pré-definidas que, quando executadas, resultarão em uma grande descoberta - como em uma receita de bolo. Mas, então, o que elas são, afinal?

Desde a Antiguidade, houve pensadores que refletiram sobre como o conhecimento deveria ser produzido e esse tema continuou ocupando a mente de cientistas, intelectuais e estudiosos ao longo de sucessivas épocas. Nesse grupo de pensadores também se incluem aqueles que estudam os processos de produção, apropriação e circulação do conhecimento e sua relação com as sociedades e o ambiente.

Durante o século XX, a produção sobre filosofia, história e sociologia da atividade científica cresceu significativamente. Inúmeros foram os pesquisadores e pesquisadoras que se debruçaram sobre os processos, fatores, atores e elementos envolvidos na construção dos saberes científicos. Isso foi fundamental para que certas reflexões sobre a natureza da ciência (NDC) viessem à tona, como por exemplo, sua coletividade e suas intencionalidades, pois não, a ciência não é neutra! Ela é uma atividade conjunta, interessada e condicionada por fatores históricos, econômicos, culturais, sociais, políticos, religiosos, entre muitos outros (CARVALHO, 2001; HARRES, 1999; PRAIA, GIL-PÉREZ & VILCHES, 2007). Acorde a esta perspectiva, está a concepção de que a ciência é *construída*. Em outras palavras, não é muito adequado dizer que alguém, ou um grupo de cientistas, *descobriu* algo. O que esses atores fazem é formular uma maneira de descrever, interpretar e lidar com os mais diferentes fenômenos da natureza e da existência humana - é exatamente aí que entram as *metodologias científicas* (no plural!).

As metodologias científicas são ferramentas que auxiliam as atividades de descrição, interpretação e manejo de processos biológicos, físicos, químicos, sociais, históricos e culturais que ocorrem a todo momento no mundo que nos cerca. Por exemplo, quando um

botânico quer saber o quanto de luz uma determinada espécie de planta precisa para sobreviver, ele faz diferentes testes e experimentos, observa-os, coleta dados e registra resultados. Depois, ele reflete sobre esses resultados, buscando assimilá-los e construir uma conclusão. Para isso, ele *escolhe* certas metodologias, tais como: a forma de medir a atividade fotossintética da planta, o tempo de duração da observação desse fenômeno e a forma de registro dos seus resultados. Essa situação já nos mostra que não existe apenas *um* método científico, mas *vários*, e isso se torna ainda mais claro quando se olha para as pesquisas desenvolvidas por estudiosos de diferentes áreas do conhecimento.

Não existe *um* método científico, existem *diversas metodologias científicas*

Como apontado no tópico anterior, existem diversas metodologias que podem ser utilizadas por cientistas, para resolver certos problemas e descrever elementos, elaborar/formular leis e fenômenos do mundo que nos cerca. Os cientistas *escolhem* quais metodologias irão usar e, naturalmente, precisam justificar os referenciais nos quais se baseiam, para optar por determinados métodos em detrimento de outros (LATOUR & WOOLGAR, 1997). Essas justificativas se encontram presentes, frequentemente, nas publicações relativas ao estudo em questão. Além disso, cada área do conhecimento também possui um repertório de teorias e metodologias próprias - das ciências exatas às ciências humanas. Sim, a História, Geografia, Antropologia, Sociologia, entre outros campos de estudos das Humanidades, também podem ser considerados ciências, e uma das justificativas para isso é, precisamente, o fato de que também dispõem de metodologias próprias. Elas são bastante diferentes das utilizadas pela Matemática, pela Física, pela Química, pela Biologia e por outras ciências da natureza, mas isso não quer dizer que o arcabouço teórico metodológico das primeiras seja “menos científico” do que os das últimas, e muito menos que essas sejam menos “ciência”.

É importante pontuar, contudo, que, apesar de cada área científica estabelecer suas ferramentas metodológicas, isso não quer dizer que elas só possam ser utilizadas pelas respectivas áreas do conhecimento que as desenvolveram. Dito de outro modo, as metodologias científicas podem ser apropriadas de modos diferentes pelos vários campos de produção do conhecimento. Por exemplo, a História pode se apropriar de metodologias da

Estatística para fazer análises quantitativas. Já as áreas da Saúde podem utilizar os referenciais metodológicos da Sociologia para fazer estudos sobre condições epidemiológicas. As Ciências Biológicas, por sua vez, usam metodologias da Antropologia, para seus estudos em Etnobiologia, e por aí vai. É notória a intensa circulação e apropriação de metodologias entre os diferentes ramos das ciências.

Como pontuado no início deste texto, as metodologias científicas não são análogas a receitas de bolo, que utilizam sequências “passo a passo” rígidas que se iniciam com uma observação e têm como desfecho uma “descoberta” (DELIZOICOV, ANGOTTI & PERNAMBUCO, 2011). Elas contêm um grau de subjetividade que pode passar despercebido pelas concepções mais tradicionais sobre “método científico”. A construção de normas para orientar a produção do conhecimento nas mais diferentes áreas é um processo muito complexo. Depois que uma metodologia é proposta, ela deve ser legitimada por aqueles que possuem conhecimento suficiente para julgar a lógica e os preceitos que a sustentam. Em seguida, essa metodologia pode, ou não, se disseminar. Se isso ocorrer, cientistas em diferentes lugares passarão a utilizá-la, apropriando-se dela de muitas formas (LATOURE, 2011).

É importante salientar que, quando propõem e/ou se apropriam de uma metodologia, os cientistas não recorrem apenas à lógica, às teorias e aos referenciais teóricos de seus respectivos campos do conhecimento. Eles trabalham em conjunto, lançando mão da criatividade, da imaginação, da intuição e de ideias pré-concebidas. Além do mais, as metodologias são dinâmicas, ou seja, elas costumam sofrer constantes modificações (LATOURE & WOOLGAR, 1997). Isso ocorre em diversas situações, a exemplo de quando um pesquisador precisa lidar com dados e conclusões inesperadas. E aqui fazemos um adendo: não se trata de *manipular* a metodologia para encontrar os resultados que se quer (apesar disso também acontecer quando se faz “má ciência”: antiética e fraudulenta). Trata-se de se deparar com os limites das metodologias existentes e de buscar aprimorá-las, adequando-as a novos contextos.

Desmistificar a ideia de que só existe um método científico e de que ele é a receita para a verdade sobre o mundo é muito importante. Sabemos que a ciência é uma atividade humana e, portanto, também movida por interesses e idiosincrasias de todos os atores envolvidos nesse processo, quer sejam cientistas ou não. Mas é imprescindível *não* confundir

esse exercício de reflexão crítica com a deslegitimação das metodologias científicas e, muito menos, da ciência (GURGEL, 2023; ORESKES, 2019).

Os saberes científicos têm oferecido uma gama de elementos para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Ainda que também haja quem faça mau uso deles e que o acesso a muitos de seus produtos não seja democrático, esses saberes podem ser vistos como grandes aliados para resolver problemas sociais significativos, como aqueles ligados à saúde, à moradia, às diferentes formas de discriminação e à degradação do meio ambiente. Desse modo, a ciência é uma atividade humana muito importante, devendo ser incentivada, valorizada e popularizada. Quando divulgamos a ciência trazendo discussões como as aqui apresentadas, contribuímos para o letramento científico da população e para o desenvolvimento de seu senso crítico. Nesse sentido, quanto mais pessoas se empoderarem, construindo um pensamento reflexivo sobre a atividade científica, maior será o potencial da sociedade brasileira de cobrar que os frutos da ciência sejam utilizados de forma cada vez mais consciente, construtiva e democrática, em prol da redução das desigualdades e da melhoria da vida no planeta. A importância dessa ação conjunta, sistemática e contínua reforça, ainda, a relevância dos trabalhos de divulgação científica na promoção da educação científica, sobretudo, de crianças e jovens. Isso porque ela ajuda a disseminação e apropriação de diferentes tipos de conhecimento por parte desse público, através de diferentes tipos de texto, *podcasts* e jogos como o aqui apresentado.

A adoção de um repertório de metodologias é, desse modo, fundamental para o desenvolvimento da ciência, sem isso não seria possível produzir conhecimentos científicos de forma ética, confiável e de qualidade. Só para mencionar uma situação prática: o ato de o pesquisador esclarecer as metodologias que utilizou e justificá-las nas publicações dele/a, é o que permite, por exemplo, que certos experimentos sejam replicados por todos os pares, que assim o quiserem. E a replicação de resultados é um passo muito importante para a legitimação de certas conclusões e teorias científicas (LATOURE, 2011; LATOURE & WOOLGAR, 1997).

Desse modo, rejeitar a ideia de que existiria um método científico universal e fixo não significa negar a racionalidade da ciência: “há normas e procedimentos contingentes, sujeitos a mudanças, implícitos nas práticas científicas exitosas” (MASSONI, MOREIRA & SILVA, 2018, p. 906). As mudanças ocorridas nas metodologias e racionalidades legitimadas

e reconhecidas pelas várias áreas científicas relacionam-se, entre outras coisas, a processos históricos. Assim, em diferentes tempos é comum estarem em voga diferentes repertórios metodológicos e concepções de “metodologia”.

Falaremos um pouco, agora, acerca de um período histórico muito importante para a ciência e, conseqüentemente, para a construção de certas ideias sobre o que é “método” e para o desenvolvimento de variadas “metodologias científicas” - a Revolução Científica.¹

O método científico no período da Revolução Científica: algumas ideias e atores

O termo “Revolução Científica” foi utilizado, por muitos historiadores do século XX, como referência ao nascimento da chamada Ciência Moderna, bem como para descrever as mudanças ocorridas, nesse período, nas sociedades ocidentais (que passaram de medievais a modernas). Durante a Revolução Científica, a compreensão humana sobre a natureza sofreu significativas modificações, baseadas, sobretudo, no distanciamento de certos dogmas e atitudes cristãs e das tradições greco-romanas inerentes à apreensão do mundo. A influência que certos tipos de conhecimento exerceram na vida dos indivíduos assumiu um feitiço bastante diferente e, antes, inimaginável (SHAPIN, 1998).

Um dos personagens mais conhecidos desse período é o cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642), considerado por muitos como o primeiro cientista moderno. Mas a forma como tem sido contada sua história de vida sofreu reviravoltas consideráveis, com a ampliação dos estudos históricos sobre sua produção e sobre o contexto no qual viveu (BIAGIOLI, 1993). A obra de Galileu está povoada de proposições sobre como se deveria fazer ciência e de contribuições metodológicas. Porém, há evidências históricas de que o cientista não executou, de fato, todos os experimentos que lhe foram costumeiramente atribuídos. Segundo alguns historiadores, o método científico de Galileu não se baseava na busca de causas, mas no estabelecimento de leis. Suas amplas contribuições para a física moderna vêm, deste modo, através das metodologias que propôs para esta finalidade. O cientista descreveu muitos experimentos, mas grande parte de suas conclusões científicas

¹ O termo “revolução científica” pode ser encontrado em textos anteriores ao período que lhe foi atribuído, como por exemplo, em escritos medievais. Contudo, durante o Renascimento (sobretudo, no século XVII), a expressão adquiriu significados de progresso e/ou ruptura, os quais refletem-se em seu uso contemporâneo (MASSONI, MOREIRA & SILVA, 2018, p. 910).

calcava-se na matemática, e essas conclusões não poderiam ser “provadas” através dos instrumentos dos quais dispunha (TESTONI et al., 2022).

Ainda que não tenha posto em prática, um número significativo de experimentos descritos em sua obra, Galileu se afastou dos escritos antigos, conferindo aos problemas que se propunha a investigar, uma estrutura diferente da anterior. A obra de Galileu nos deu contribuições muito importantes para o processo de mudança na percepção sobre como nos posicionamos em relação ao universo. Para alguns, elas foram, inclusive, bastante significativas no processo de elaboração de novas metodologias científicas, posteriormente.

No que diz respeito à figura de Isaac Newton (1642-1627), contradições inerentes às suas ideias e trajetória também emergiram dos trabalhos históricos mais recentes sobre a vida e obra do cientista. Newton compartilhava da ideia, defendida por muitos estudiosos da época, de que as generalizações científicas deveriam partir de um exame minucioso da natureza e de seus elementos e fenômenos e não de especulações pré-estabelecidas. Em seus escritos do início do século XVIII, ele discorre sobre o “método de análises e sínteses”, de inspiração aristotélica. Nessa perspectiva, a análise é feita a partir de experimentos e observações cujos dados permitem induzir conclusões gerais. Assim, para ele, o conhecimento válido seria aquele derivado de experimentos e de outras formas de apreensão do mundo, consideradas por Newton como “seguras” (MARTINS & SILVA, 2015; RIBEIRO, 2017; WESTFALL, 1993).

Mas, enquanto exemplo das contradições que todo e qualquer intelectual, em sua condição de ser humano, pode manifestar, na terceira edição de uma de suas mais famosas obras, “Principia Mathematica”, Newton propôs quatro regras metodológicas para a investigação científica, as quais ele mesmo nunca cumpriu. Uma delas era a observação empírica, que, entretanto, só é possível de se realizar em certas situações. Exemplo disso é o estabelecimento de sua primeira lei, na qual prevê um comportamento para os corpos a partir de variáveis que não conseguiu observar de forma empírica: velocidade uniforme, linha reta e ausência total de influências externas nesses corpos (MARTINS & SILVA, 2015; RIBEIRO, 2017; WESTFALL, 1993).

Muitas das informações, concepções, questionamentos e reflexões que abordamos até aqui aparecem de modo mais ou menos explícito no jogo “Trilha do Conhecimento - Metodologias Científicas”. Contudo, entendemos que a temática por ele tratada é muitíssimo

mais ampla do que a atual versão é capaz de abarcar. Para tanto, o presente texto quis trazer à tona e aprofundar alguns aspectos retratados no jogo, além de apresentar subtemas inerentes ao contexto e que podem ser explorados em sala de aula.

Bibliografia

BIAGIOLI, M. **Galileo, courtier: the practice of science in the culture of absolutism**. Chicago, London: The University of Chicago Press, 1993.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J. & VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, L. M. A natureza da ciência e o ensino das ciências naturais: tendências e perspectivas na formação de professores. **Pro-Posições**, v. 12, n. 1, 2001, p. 139–150.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. & PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

GURGEL, I. (Org.). **Por que confiar nas ciências? Epistemologias para o nosso tempo**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2023.

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, 1999, p. 197–211.

JASANOFF, S.; MARKLE, G. E.; PETERSON, J. C. & PINCH, T. **Handbook of Science and Technology Studies**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1995. DOI: <https://doi.org/10.4135/9781412990127>.

LATOUR, B. **Ciência em Ação**. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A Vida de Laboratório: A Produção dos Fatos Científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LAUDAN, L. Teorias do método científico de Platão a Mach. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, n. 2, 2000, p. 9-140.

MARTINS, R. A. & SILVA, C. C. As pesquisas de Newton sobre a luz: uma visão histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173731817>.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. & SILVA, M. T. X. Revisitando a noção de “Método Científico”. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, 2018, p. 905-926.

MIZIARA, I. D.; MAGALHÃES, A. T. M.; SANTOS, M. A.; GOMES, E. F. & OLIVEIRA, R. A. Research ethics in animal models. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 78, n. 2, p. 128-131, 2012.

OOSTERMANN, F. & MOREIRA, M. A. Sobre o ensino do método científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 2, 1993, p. 108-117.

ORESQUES, N. **Why Trust Science?**. Princeton & Oxford: Princeton University Press, 2019.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D. & VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, 2007, p. 141-156.

RIBEIRO, J. L. P. “Sobre as cores” de Isaac Newton - uma tradução comentada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 4, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0307>.

SHAPIN, S. **The Scientific Revolution**. Chicago: University of Chicago Press, 1998.

SILVA, R. M.; SANTORI, R. T. & MIRANDA, J. C. Experimentação animal e ensino. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**, v. 11, n. 1, p. 90-100, jan./abr. 2016.

TESTONI, L. A.; LOCATELLI, C. W.; LOCATELLI, S. W. & GOMES, A. B. C. Galileu e o mito da Torre de Pisa: revisitando a temática em meios digitais educativos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 5, n. 1, 2022, p. 490-515.

WESTFALL, R. **The Life of Isaac Newton**. New York: Cambridge University Press, 1993.