

A IMPORTÂNCIA DE KARL POPPER PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

KARL POPPER'S IMPORTANCE FOR THE SCIENCE TEACHING AND LEARNING

Jessica Akemi Kawano Ribeiro¹
Shalimar Calegari Zanatta²
Lucila Akiko Nagashima³

Resumo

Este artigo discute a importância da filosofia da ciência para seu processo de ensino e aprendizagem. Para tal, utilizamos os referenciais teóricos da epistemologia de Karl Popper, principalmente seu conceito de falseabilidade e a teoria da demarcação para mostrar como ocorre esta correlação. Com este objetivo, apresentamos uma breve discussão sobre a filosofia da ciência, destacando o papel do Círculo de Viena para o desenvolvimento do pensamento científico e as críticas que foram tecidas pelo Popper quanto ao Método Científico, protocolado pelo positivismo lógico. Posteriormente, tratamos de algumas teorias *popperianas* acerca da ciência e a importância delas para o ensino e aprendizagem das ciências naturais, e a formação desses professores. É enfatizada a necessidade de um novo modelo de ensino de ciências, menos positivista e mais questionador. Assim, apontamos que o racionalismo crítico, conceito de Ciência de Popper, está em consonância com o que se espera de um ensino de Ciências, histórico, contextualizado e crítico.

Palavras chave: Filosofia da Ciência. Popper. Formação de professores.

Abstract

This article discusses the importance of philosophy of science for its teaching and learning process. For such purpose, we use the theoretical references of Karl Popper's epistemology, mainly his concept of falsifiability and the demarcation theory to show how this correlation happens. With this intention, we present a brief discussion about the philosophy of science, highlighting the role of the Vienna Circle for the scientific thinking development and the critics provided by Popper about the Scientific Method, protocolled by the logical positivism. After this, we deal with some *popperian* theories about science and their importance for the natural science teaching and learning, and the training of these teachers. It is emphasized the necessity of a new science teaching pattern, lesser positivist and more questioning. Therefore, we point that the critical rationalism, Popper's concept of Science, is in consonance with what is expected of historical, contextualized and critic Science teaching.

Keywords: Philosophy of Science. Popper. Teacher training.

¹ Mestranda em Ensino: Formação Docente Interdisciplinar pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

² Docente do programa stricto sensu da Universidade Estadual de Maringá (MNPEF) e também da Universidade Estadual do Paraná/câmpus de Paranavaí (PPIFOR), ambos direcionados à formação de professores.

³ Docente do programa stricto sensu: mestrado em Ensino – Formação docente interdisciplinar (PPIFOR) da Universidade Estadual do Paraná, câmpus de Paranavaí

Introdução

Atualmente, a tendência tecnicista tem se destacado cada vez mais nas escolas, o que se reflete tanto no ensino de ciências quanto nas outras disciplinas curriculares. Uma das principais características deste modelo de ensino são o imediatismo, a neutralidade e a memorização. De acordo com Oliveira (2008, p. 98), a ciência possui uma neutralidade temática, metodológica e factual. Além de impossível em sua totalidade, o ensino supostamente neutro nega o papel social e histórico da ciência, excluindo a relevância do processo científico que é repleto de dúvidas, erros e acertos. Na contramão desses conceitos, a ciência ensinada pelos professores é constituída por fatos inquestionáveis trazidos à tona pelos gênios da humanidade. Assim, cabe aos estudantes, meros mortais, assimilarem e manipularem esses conceitos “divinos”.

Porém, o problema do ensino de Ciência não se limita apenas às questões didático-metodológicas, mas sim às crenças filosóficas dos professores quanto à própria natureza da Ciência. De acordo com Chinelli, Ferreira e Aguiar (2010), a prática metodológica do professor está correlacionada com suas crenças epistemológicas sobre a natureza da Ciência. E, a crença dominante entre os professores é a de que a evolução da Ciência depende da observação e indução, institucionalizada por um protocolo de ações: o Método Científico. Essa visão, dita positivista, é corroborada pelos livros didáticos. Veja alguns exemplos disso em livros de Física: “As leis da física são generalizações de observações e de resultados experimentais.” (TIPLER, 1978, p. 3); “Tudo que sabemos a respeito do mundo físico e sobre os princípios que governam foi aprendido de observações dos fenômenos da natureza.” (SEARS; ZEMANSKY; YOUNG, 1983, p. 3); “A física, como ciência natural, parte de dados experimentais.” (NUSENZVEIG, 1981, p. 5).

Zanatta, Leiria e Nagashima, (2017) mostraram que se os livros não quebram essa crença, (pelo contrário, a alimenta) os artigos, também não. Eles investigaram os artigos que abordavam atividades experimentais, dos últimos cinco anos em três revistas da área de ensino de Física e constataram que em nenhum deles houve uma preocupação explícita em esclarecer este equívoco epistemológico da ciência positivista.

Dessa forma, o professor perpetua uma ciência positivista que é falsa. Na verdade, o cientista não desenvolve uma teoria partindo de uma observação neutra. Sempre vai haver uma premissa que orienta a observação, e que se mostrará verdadeira ou falsa ao longo do tempo, às vezes ao longo de muito tempo. Mas enquanto ela se mostrar verdadeira, não significa que seja imutável. Tudo que temos

são leis provisórias. É neste aspecto que buscamos desenvolver este tema, subsidiado pela teoria de Popper.

Karl Raimund Popper nasceu no dia 28 de julho de 1902 em Viena, Áustria. Fugindo do nazismo, imigrou para a Inglaterra, estabelecendo-se na *London School of Economics* como professor de Filosofia da Ciência. Em 1934, publicou seu primeiro livro, *Logic der Forschung* (em português: A Lógica da Pesquisa Científica), que se constituiu uma crítica ao positivismo lógico do Círculo de Viena, defendendo a concepção de que todo o conhecimento é falível e corrigível e virtualmente provisório.

Segundo Popper (1972), as teorias não são científicas por serem provadas verdadeiras, mas sim pela possibilidade de serem falseadas⁴, destacando assim o papel do erro e da refutação da ciência. É por estes fatores que sua epistemologia se mostra importante para um novo modelo de ensino de ciências que incentive o pensamento autônomo dos estudantes e educadores. Uma vez que Popper (1980) recusa a definição de ciência como o conhecimento meramente empírico, sua teoria permite um aprofundamento nos conhecimentos científicos e suas respectivas teorias, trazendo, por meio da filosofia, definições mais apuradas, assim como relevantes questionamentos para as ciências.

Um dos principais questionamentos de Popper (1980) foi o critério de demarcação para que uma teoria seja tomada como científica, assim como colocou em pauta o critério de “verdade”. Seria o conhecimento científico sempre verdadeiro e impassível de questionamentos? Segundo o filósofo, não! Isso porque o método científico se caracteriza justamente pela possibilidade de falseá-lo, enquanto que temas metafísicos, como a existência de Deus ou da alma não são possíveis de colocar à prova, pois não são comprovados nem falseados pela experiência, mas meros objetos de crença.

Estas teorias *popperianas*, assim como as desenvolvidas por outros filósofos da natureza e filósofos da ciência são de grande relevância para uma melhor formação de educadores e alunos. É por meio delas que é incentivado o pensamento crítico acerca das ciências. Isso se dá na elaboração de teorias sobre a veracidade das mesmas, assim como na proposição de novas visões do conteúdo científico. Sendo assim, mesmo que tais teorias sejam refutadas por outras no decorrer do desenvolvimento científico, continuam permitindo novas discussões e concepções do método científico, além de destacar o papel das ciências na sociedade e a possibilidade delas serem também influenciadas pelo meio social. Nas palavras de Carneiro e Rufatto (2009, p. 270), “o fazer ciência,

⁴ Segundo Popper (1972), a falseabilidade das teorias “equivale ao requisito de que todos os enunciados da ciência empírica (ou todos os enunciados “significativos”) devem ser suscetíveis de serem, afinal, julgados com respeito à sua verdade e falsidade; diremos que eles devem ser *conclusivamente julgáveis*” (POPPER, 1972, p. 41, grifo do autor).

enquanto realização humana, não está imune aos direcionamentos que os seus participantes e a sociedade pretendem lhe imprimir”.

Filosofia da ciência: dos filósofos pré-socráticos ao Círculo de Viena

Seria árduo e injusto definir o marco do surgimento da filosofia da ciência. Como colocado por Losee (2001), “philosophers and scientists are not in agreement on the nature of the philosophy of science. Even practising philosophers of science often disagree about the proper subject-matter of their discipline”⁵ (LOSEE, 2001, p. 1). Isso decorre devido as diversas interpretações do que é filosofia e do que é ciência; contudo, se consideramos esta área como a que “seeks to describe and understand how science works within a wide range of sciences”⁶ (FORSTER, 2004, p. 3), concluímos que desde os pré-socráticos temos registros de filósofos como Tales de Mileto (623 a.C.) e Demócrito (460 a.C.) que já tratavam de questões relacionadas ao funcionamento da natureza e de como o ser humano tem acesso ao conhecimento e à verdade. A curiosidade e as especulações acerca do ser humano e a natureza que o rodeia é tão velha quanto a própria humanidade e, embora muitos defendam que a filosofia é exclusivamente grega e ocidental, é certo que teorias sobre a natureza sempre permearam o mundo, visto que é próprio do ser humano o ato de questionar-se sobre os mais diversos fatos.

Quanto à importância da ciência e da filosofia, podemos afirmar que ambas se complementam, visto que a ciência traz uma base empírica para as teses filosóficas e, por outro lado, a filosofia é capaz de trazer conceitos e teorias extremamente relevantes para a ciência. Inclusive, por muito tempo a ciência foi desenvolvida pelos chamados filósofos da natureza que séculos antes de Cristo já discutiam tais questões. Os chamados monistas da escola de Mileto, por exemplo, buscavam uma origem única de tudo o que há no mundo, a causa de toda a natureza. Estes pensadores são reconhecidos como os primeiros filósofos ocidentais, uma vez que abandonaram as bases religiosas e mitológicas recorridas até então e passaram a buscar teorias racionais para as principais questões da época. Já por volta do século XVI presenciamos o desenvolvimento da ciência moderna, baseada em grande parte pelo trabalho de filósofos. Ela nos remete principalmente a Galileu e Kepler, “os *pais* da ciência moderna” (GERMANO, 2011, p. 77, grifo do autor). Enquanto no período antigo a filosofia e a ciência se uniam em um só estudo, no qual podemos dizer que os cientistas eram os próprios filósofos, foi com as descobertas dos cientistas nos séculos XV e XVI que os métodos experimentais tomaram espaço e se

⁵ Filósofos e cientistas não estão de acordo sobre a natureza da filosofia da ciência. Até mesmo entre os filósofos praticantes da ciência, há desacordos frequentes sobre o objeto de estudo apropriado da disciplina deles. (Tradução nossa)

⁶ Busca descrever e entender como a ciência trabalha dentro de uma ampla variedade de ciências. (Tradução nossa)

mostraram uma área independente da filosofia, embora ainda intimamente relacionadas. Segundo Rosa (2012), as ciências evoluíram muito pouco durante o período medieval, compreendido entre os séculos V e XV, visto que eram tomados como conhecimentos pagãos. Nas palavras dele, “a Idade Média seria o Período dos Teólogos, dos Doutores da Igreja, mas não dos cientistas” (ROSA, 2012, p. 315). Rosa (2012) também afirma que as sementes lançadas durante a Idade Média puderam ser desenvolvidas de fato com o Renascimento Científico, a partir do século XV. “O Renascimento Científico deve ser entendido como expressão de um rompimento com certos valores da Idade Média, e como uma fase de transição para os tempos modernos” (ROSA, 2012, p. 331), afirma. Foi durante este período que o ser humano voltou a ser o centro do universo, visto que houve um forte impulso ao desenvolvimento racional dos sujeitos, o que permitiu que os estudos ditos “terrenos”, tal como a ciência, voltassem a se desenvolver.

É neste contexto que as teorias dos integrantes do Círculo de Viena são elaboradas e discutidas, como o Positivismo Lógico desenvolvido principalmente por Comte e Schlick. O Círculo de Viena foi um grupo de pensadores que se reuniam para discutir temas como Ciências, Física, Matemática e Lógica. Segundo Stadler (2007 apud GIL, 2008, p. 16), o nome Círculo de Viena foi usado oficialmente pela primeira vez em 1929 e passaram por diferentes fases e abordagens teóricas. Embora as visões de diferentes membros pudessem ser discordantes, “aos olhos públicos, havia um consenso no círculo: elementos metafísicos deveriam ser expurgados do corpo de enunciados, tanto da linguagem científica quanto da linguagem ordinária” (STADLER, 2007 apud GIL, 2008, p. 26). Isso é confirmado na teoria de Augusto Comte, que afirma que há três métodos de filosofar, sendo eles: o teológico, o metafísico e o positivo. Acerca dos métodos, pontua que “a primeira é o ponto de partida necessário da inteligência humana; a terceira, seu estado fixo e definitivo; a segunda, unicamente destinada a servir de transição” (COMTE, 1978, p. 3); dessa forma, deixando explícito em sua teoria a afirmação do conhecimento científico ou positivo como superior, enquanto que os conhecimentos teológicos e metafísicos eram considerados temporários e de pouca ou nenhuma relevância.

O relato principal deixado pelo Círculo de Viena foi o panfleto publicado em 1929 e intitulado *A Concepção Científica do Mundo*, onde Hahn Hans, Rudolf Carnap e Otto Neurath trataram principalmente da eliminação da metafísica daquilo que chamamos de “pensamento racional”. Eles seguem a máxima de Wittgenstein (1986, p. 9) de que “o que pode ser dito, pode ser dito claramente”, de modo que o discurso científico deve ser limpo e direto, rejeitando as linguagens históricas ou sistemas totais, que eles considerariam aspectos metafísicos, logo, irracionais. Assim, não deve haver na concepção científica características pessoais ou sociais, a ciência deve ser pura. Afirram:

Na ciência não há “profundezas”; a superfície está em toda parte: tudo o que é vivenciado forma uma rede complexa, nem sempre passível de uma visão panorâmica e frequentemente apenas apreensível por partes. Tudo é acessível ao homem; e o homem é a medida de todas as coisas. [...] A concepção científica do mundo *desconhece enigmas insolúveis*. (HANS; CARNAP; NEURATH, 1986, p. 10, grifo do autor)

Através da leitura do texto referenciado acima, torna-se possível uma visão mais abrangente de suas concepções. Contudo, afirma Barreto (2001), este documento foi elaborado com os princípios da fase mais radical do Círculo de Viena, a qual foi abrandada posteriormente. Ainda assim, persiste entre as teorias do Círculo de Viena a ideia de que não há conhecimento a priori⁷ ou puramente metafísico. “Os representantes da concepção científica do mundo postam-se decididamente no solo da simples experiência humana” (HANS; CARNAP; NEURATH, 1986, p. 18), concluem. Esta ideia central se refere diretamente ao método indutivista adotado por muitos cientistas modernos.

Segundo Dias e Silva (2009), o indutivismo já era mencionado desde as obras aristotélicas, sendo considerado pelo filósofo como a “passagem dos individuais aos universais” (ARISTÓTELES, 1991, p. 14 apud DIAS; SILVA, 2009). Este método foi retomado pelos filósofos da ciência moderna, a destacar Bacon (1988) que, contrário à teoria cartesiana do racionalismo, colocou a experiência como ator principal do fazer científico. Segundo Bacon:

As ciências deveriam passar por uma nova forma de indução, que analisasse a experiência e a reduzisse a elementos e, nesse processo, a missão dos sentidos deveria ser apenas a de julgar a experiência, de modo que, a própria experiência julgaria as coisas. (BACON, 1988 apud GERMANO, 2011, p. 86)

Sendo assim, o indutivismo atua como uma forma de compreender aquilo que está na natureza agindo de fora para dentro. Este método consiste na observação daquilo que rodeia o sujeito, o que permite a elaboração de teorias a partir da experiência dos fenômenos singulares observados na natureza. Contudo, a tese indutivista já começou a ser rebatida na filosofia pós-aristotélica, tendo o problema sido apresentado desde os estoicos (ABBAGNANO, 1998, p. 557 apud DIAS; SILVA, 2009), questão também abordada posteriormente por Karl Popper, no século XX.

Karl Popper e um novo rumo para a filosofia da ciência

Karl Popper foi um expoente para a filosofia da Ciência do século XX. Contemporâneo ao Círculo de Viena, foi seu crítico ferrenho, assim como questionou outras teorias científico-filosóficas da época. Em sua primeira e principal obra, *A Lógica da Pesquisa Científica* (1934), pontua:

⁷ Termo kantiano para se referir ao conhecimento adquirido antes da experiência.

“independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que *todos* os cisnes são brancos” (POPPER, 1972, p. 28, grifo do autor). A célebre citação de Popper destaca sua crítica ao Círculo de Viena e ao indutivismo, afirmando que o método científico baseado na experimentação e análise de dados não é sempre verdadeiro e absoluto, visto que, mesmo que mil dados sejam analisados com os mesmos resultados, bastaria que o milésimo primeiro dado trouxesse uma resposta diferente para que a teoria fosse por água abaixo. Logo, as teorias não podem ser tomadas como válidas absolutamente em seu sentido positivo, mas sim como passíveis de serem falseadas e comprovadas temporariamente em seu sentido negativo (POPPER, 1972, p. 42).

Sendo assim, se um indivíduo afirma que a água é constituída por hidrogênio e oxigênio, é possível certificar se, de fato, é essa sua constituição ou se é apenas hidrogênio, ou hidrogênio e carbono, ou oxigênio e nitrogênio, e assim por diante. Por outro lado, uma teoria que defende a existência de fantasmas vivendo entre os seres humanos não pode ser provada verdadeira nem falsa, visto que, por não ser científica, ela não é falseável. É aqui que as teorias científicas se diferenciam das teológicas ou metafísicas pois, embora não sejam inteiramente verificáveis, segundo Popper, “são suscetíveis de serem submetidas à prova” (POPPER, 1972, p. 46). Para o autor, a objetividade da ciência está justamente na possibilidade de colocá-la em cheque, assim, ao contrário do defendido pelo senso comum, a ciência não é terreno de certezas, mas sim de inúmeras e intermináveis dúvidas.

É a partir deste conceito de falseabilidade que Popper trata da demarcação científica ao estabelecer a importância do argumento ser passível de ser falseado para que seja considerado científico. Para ele, a demarcação consiste em “estabelecer um critério que nos habilite a distinguir entre as ciências empíricas, de uma parte, e a Matemática e a Lógica, bem como os sistemas ‘metafísicos’, de outra” (POPPER, 1972, p. 35, grifo do autor). Segundo Popper (1972), a demarcação científica já havia sido abordada por Hume, assim como representa o problema central da teoria do conhecimento kantiana. A demarcação também foi estabelecida pelos positivistas, porém, ela não era dirigida “contra pseudociências, mas contra a metafísica” (OLIVEIRA, 1982, p. 98).

A definição de metafísica possui controvérsias, uma das mais difundidas é a que o termo se refere ao “study that somehow *goes beyond* physics” (INWAGEN; SULLIVAN, 2017) (grifo do autor)⁸. Contudo, Inwagen e Sullivan (2017) apontam que esta definição está incorreta. Segundo eles, a metafísica é derivada dos livros aristotélicos, embora o termo não tenha sido cunhado por ele, mas sim por um editor de seus livros. Assim, seguindo a definição de Aristóteles, a física, o mundo natural,

⁸ Estudo que de algum modo *vai além da física*. (Tradução nossa)

seria marcado pela mudança, enquanto que a metafísica trata das coisas que não mudam; outras duas definições aristotélicas acerca da metafísica pontuam que ela tem como tema “o ser em si” e a primeira causa das coisas. Ou seja, a própria definição de metafísica rejeita a base científica e confirmações empíricas. Aqui, a metafísica se diferencia das pseudociências, visto que as segundas se colocam como teorias científicas. Popper criticou as pseudociências, principalmente o marxismo, a psicologia freudiana e a psicologia individual de Adler. Oliveira (1982) trata deste tema usando como base obras autobiográficas de Popper, nas quais o filósofo relatou a sua busca sem sucesso para encontrar bases científicas para tais teorias. Por fim, ele conclui que elas se pretendem científicas quando são na realidade vazias de conteúdo empírico (OLIVEIRA, 1982).

Popper (1972, p. 36) recusa a ideia Positivista de que a metafísica não possui importância e deveria ser lançada ao fogo. Ele visou estabelecer a demarcação entre ciência e metafísica ao invés de formular uma justificção para a rejeição da metafísica (OLIVEIRA, 1982, p. 91). Segundo o filósofo (POPPER, 1972, p. 38), sua intenção é a de conseguir um acordo ou estabelecer uma convenção acerca do critério de demarcação. Sendo assim, conclui que a metafísica é, de fato, não empírica, mas disso não resulta que seja “sem sentido” ou “absurda” (POPPER, 1972, p. 36). Nas palavras de Oliveira (1982, p. 98), a demarcação de Popper define que aquilo que é irrefutável é não-científico, enquanto para os positivistas, as teorias inverificáveis são não-científicas, logo, sem sentido. Para Popper (1996), as teorias irrefutáveis não são necessariamente falsas ou sem significado, mas sim que “enquanto não formos capazes de descrever como seria a possível refutação de uma determinada teoria, podemos considerá-la como estranha ao campo da ciência empírica” (POPPER, 1996, p. 116).

É certo que a teoria *popperiana* possui variadas críticas e reformulações, tal como previu o próprio filósofo ao afirmar que “as pessoas que consideram ser o propósito da Ciência a obtenção de enunciados absolutamente certos, irrevogavelmente verdadeiros, rejeitarão, sem dúvida, as propostas” (POPPER, 1972, p. 39). Porém, Thomas Kuhn, contemporâneo a Popper, também defendia algumas ideias comuns a este. Como elencado por Kuhn (2008), a ambos interessava mais o processo dinâmico pelo qual se adquire o conhecimento científico do que a estrutura lógica dos produtos da pesquisa científica, assim os dois pensadores se voltam para a história para embasar a vida científica. Afirma Kuhn:

Ambos rejeitamos o parecer de que a ciência progride por acumulação; em lugar disso, enfatizamos o processo revolucionário pelo qual uma teoria mais antiga é rejeitada e substituída por uma nova teoria, incompatível com a anterior; e ambos sublinhamos enfaticamente o papel desempenhado nesse processo pelo fracasso ocasional da teoria mais antiga ao enfrentar desafios lançados pela lógica, experimentação ou observação. (KUHN, 2008, n.p.)

Por outro lado, Kuhn também criticou as teorias de Popper e suscitou o debate ao afirmar que “os cientistas não abandonam suas teorias em razão de um experimento potencialmente refutador” (CARNEIRO; RUFATTO, 2009, p. 217). Na visão de Kuhn, uma simples refutação não é capaz de fazer um pesquisador abandonar sua teoria inicial. Sendo assim, não considera que há “experimentos cruciais que pudessem, isoladamente, refutar uma teoria” (CARNEIRO; RUFATTO, 2009, p. 272). Apesar disso, é comum os professores reportarem o fracasso do ensino de ciências à ausência de possibilidades de realizarem experimentos considerados cruciais.

Para Kuhn, essa avaliação de uma teoria como verdadeira ou falsa é um processo longo no qual é possível encontrar seus problemas e desenvolver seu conteúdo. Assim, os paradigmas científicos podem ser trocados por outros a depender dos problemas apresentados pelo paradigma atual e das respostas oferecidas pelo paradigma alternativo, que devem ser satisfatórias. Certamente, tais críticas ao método *popperiano* não retira sua importância crucial para a ciência, a filosofia e, principalmente, para o ensino. Pelo contrário, os diferentes posicionamentos enriquecem tal discussão, assim como a crítica de Popper ao Círculo de Viena não tira a relevância de estudar os teóricos envolvidos nele.

A relevância das teorias filosóficas e *popperianas* no ensino de ciências

Uma mudança de paradigma do ensino de Ciências é necessária. Isto porque, para os professores positivistas existe a crença de que o problema da aprendizagem estaria resolvido se o aprendiz entrasse em contato com os fatos, por exemplo, através da realização de atividades experimentais. Se essa premissa estivesse correta, teríamos tido um excelente ensino de Ciências na década de 80 com a introdução dos Projetos de ensino, os quais privilegiavam a execução de atividades experimentais.

Essa mudança pode ser atingida pela inclusão da filosofia da Ciência nos cursos de formação de professor. Dessa forma, o professor estaria melhor capacitado para discussões de âmbito teórico e filosófico acerca das ciências, o que seria transmitido aos alunos. A filosofia da Ciência permitiria uma abordagem multidisciplinar nas salas de aula, visto que o estudo das ciências passaria a ser visto não apenas como a prática empírica-indutivista, representada pelos experimentos em laboratório, mas também como o estudo das teorias filosóficas. Da mesma forma, poderia permitir discussões científicas que levassem em conta a História, a Sociologia e outras disciplinas curriculares.

Quanto à teoria de Popper, possuem um papel significativo na formação de professores que atuam na alfabetização científica de crianças, jovens e adultos. Rufatto (2008, p. 60) afirma que, para

muitos professores de ciências do ensino fundamental e médio, a filosofia se mostra como algo “por demais abstrata, um emaranhado de discussões teóricas de importância duvidosa, com um impacto irrelevante na área científica”. Ainda assim, a relação entre teorias filosóficas e científicas, inclusive no âmbito educacional, continuam sendo estudadas. Jiménez (2003), por exemplo, trata, em um artigo, das mudanças na didática dos professores de ciência segundo teorias da filosofia da ciência e como a evolução do pensamento filosófico impulsiona ou diminui determinados posicionamentos entre os educadores. Afirma ele:

La ciencia, como una extraordinaria construcción de la inteligencia y creatividad humana, constituye una parte consustancial de la cultura de todos los ciudadanos, y se va alejando de la imagen absolutista que tantas veces se ha transmitido de ella, realizándose una reflexión crítica sobre lo que significa el conocimiento científico a lo largo de la historia y en la actualidad [...]. (JIMÉNEZ, 2003, p. 344)⁹

Dessa forma, as ciências se alteraram completamente e abandonaram suas características positivistas tão presentes no renascentismo. Ela já não é tomada como absoluta e inalterável, mas sim um processo científico e histórico, e deveria ser ensinada como tal. Ao tratar as ciências como inseridas em uma sociedade e em concomitância com os acontecimentos históricos, o paradigma do ensino de ciências se altera completamente. Aqui, o sujeito que estuda ou ensina as ciências tem um papel principal no processo científico, ele é histórico e social, abandonando sua suposta neutralidade. Nas palavras do próprio Popper (1996, p. 109), o indivíduo “parece ser menos um animal racional do que um animal ideológico”. Logo, se não há indivíduo e pesquisador neutro, não há pesquisa neutra.

Portanto, a influência de Karl Popper se mostra como indispensável no ambiente escolar, permitindo que o ensino das ciências considere as intermináveis mudanças que ocorreram e continuam ocorrendo no processo de verificar e falsear as teorias. Sendo assim, uma teoria científica nunca está positivamente confirmada, mas sim temporariamente no posto de a mais plausível, o que pode ser alterado no futuro, como a própria história da ciência nos mostra. Como exemplo disso, o modelo geocêntrico foi aceito por mais de 2.000 anos. Conforme apontam Neves e Argüello (1986):

Ávidos por uma teoria que colocasse o homem no centro do Universo, comprovando assim, que nos constituiríamos na “coroação máxima da obra de Deus”, a Igreja adota o modelo Ptolomaico como dogma; verdade absoluta e inquestionável, punível com a morte para aqueles que ousassem contradizê-la (NEVES; ARGÜELLO, 1986, p. 44).

⁹ A ciência, como uma extraordinária construção da inteligência e criatividade humana, constitui uma parte consubstancial da cultura de todos os cidadãos e vai se distanciando da imagem absolutista que tantas vezes foi transmitida a ela, realizando-se uma reflexão crítica sobre o que significa o conhecimento científico ao longo da história e na atualidade. (Tradução nossa)

O modelo Ptolomaico, que representa o sistema geocêntrico, podia explicar todas as observações dentro da precisão que se tinha na época. No entanto, ressalta-se que antes da observação, uma teoria metafísica conduziu a teoria. A queda dessa teoria se deu, principalmente pelo rompimento de crenças filosóficas impostas pela Igreja, pelo avanço dos instrumentos de observação e das teorias que abordam o movimento como um todo. Um conhecimento tão variável e falseável não pode ser absoluto e, embora tal fato não faça das ciências disciplinas de menor importância, as coloca como uma teoria que também varia ao longo do tempo e requer discussões mais críticas e aprofundadas sobre seus conteúdos. Nas palavras de Carneiro e Rufatto (2009, p. 277) acerca da epistemologia *popperiana*, “se o fazer ciência perder de vista essas características de busca de explicações mais satisfatórias, critérios convencionados de escolha e debate racional, a ciência estará se distanciando de tudo aquilo que a distingue das outras formas de conhecimento e colocando em risco sua própria identidade”.

Tomando a ciência por este viés, o ensino de ciências deve mudar, de modo que não deveríamos “supor que as concepções dos alunos devam ser protegidas de questionamentos” (CARNEIRO; RUFATTO, 2009, p. 282), mas sim, levar em consideração que são justamente estas problemáticas e desafios que despertam sua curiosidade pela ciência e pelo mundo. O aluno não deve ser considerado uma tábula rasa, mas sim, deve ter seus conhecimentos prévios considerados, nas palavras de Silveira (1989), “as teorias ou expectativas que ele traz são relevantes para a aquisição do novo conhecimento” (SILVEIRA, 1989, p. 159). Assim, os professores de ciências da natureza devem ser menos empiristas, ou seja, não trabalharemos apenas com experimentos e com o caráter empírico das ciências, mas também trabalhar as teorias científicas e a filosofia da ciência. E, principalmente, precisam estar aptos a criticar de forma sensata tais teorias, incentivando o mesmo posicionamento de seus alunos. Dessa forma, o conhecimento científico desses alunos não terá apenas resultados imediatos em suas avaliações, mas sim repercutirá no seu meio social e em sua individualidade. Permitindo que a criança ou jovem aja como um questionador, um pequeno cientista.

Considerações finais

Teorias filosóficas, desde as pré-socráticas até as discussões atuais da filosofia da ciência são relevantes para o ensino de ciências. Como discutido aqui, Popper ficou conhecido principalmente pela sua oposição ao Círculo de Viena e ao pensamento positivista, abrindo espaço para uma nova visão das ciências que estão sempre em movimento.

Ao considerar o ensino e a formação de professores atualmente, o estudo de filósofos da ciência toma uma importância crucial, visto que permite que os alunos pensem o trajeto percorrido pelos cientistas até chegar aos resultados que podem ser comprovados no laboratório. Sendo assim, a ciência passa a ser considerada como aberta para discussões e reinvenções e, se é falseável, pode falhar, tal como as teorias de todas as áreas do conhecimento e tal como tudo que é humano. Cabe aos educadores, sejam da área das ciências da natureza ou da própria filosofia, levar este debate até os estudantes. Assim, as ciências saíram desta cúpula do conteúdo distante, intocável, coisa de outro mundo, uma vez que “nenhuma teoria científica é sacrossanta ou fora de crítica” (POPPER, 1975, p. 330 apud SILVEIRA, 1989, p. 153). E, dessa forma, tomará a face que de fato é sua: a de uma teoria humana, mutável e, nas palavras do próprio Popper, falseável.

Referências

BARRETO, Túlio Velho. Positivismo “versus” teoria crítica: em torno do debate entre Karl Popper e Theodor Adorno acerca do método das ciências sociais. **Perspectiva filosófica**, Pernambuco, UFPE, v. 8, n. 15, p. 141-16, jan.-jun./2001.

CARNEIRO, Marcelo Carbone; RUFATTO, Carlos Alberto. A concepção de ciência de Popper e o ensino de ciências. **Ciência & educação**, Bauru, UNESP, v. 15, n. 2, p. 269-89, 2009.

CHINELLI, Maura Ventura; FERREIRA, Marcus Vinicius da Silva; AGUIAR, Luiz Eduardo Vargas de. **Ciência & Educação**, Bauru, UNESP, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010.

COMTE, Auguste. Curso de filosofia positiva. Coleção **Os Pensadores**. Tradução de José Arthur Giannotti e Miguel Lemos. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

DIAS, Altamir Souto; SILVA, Ana Paula Bispo da. **O indutivismo no ensino das ciências e a inconsistência do argumento indutivista**, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1237.pdf>. Acesso em: 27 out. 2017.

FORSTER, Malcolm. **An Introduction to Philosophy of Science**, 2004. Disponível em: <http://philosophy.wisc.edu/forster/520/Chapter%201.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2017.

GERMANO, Marcelo Gomes. **Uma nova ciência para um novo senso comum**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

GIL, Davi da Silva San. **Novos olhares sobre Viena: um estudo sobre o recente trabalho de reavaliação do positivismo lógico**. 2008. 101 f. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Sociais, UERJ. Disponível em: http://www.btdt.uerj.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4856. Acesso em: 13 out. 2017.

HANS, Hahn; NEURATH, Otto; CARNAP, Rudolf. A concepção científica do mundo. **Cadernos de história e filosofia da ciência**, Campinas, UNICAMP, v.10, p. 5-20, 1986.

INWAGEN, Peter; SULLIVAN, Meghan. "Metaphysics", **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/metaphysics>. Acesso em: 04 nov. 2017.

JIMÉNEZ, Vicente Mellado. **Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia**, 2003. Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21943/391375>. Acesso em: 24 ago. 2017.

KUHN, Thomas. **Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa?** Tradução de Octávio Mendes Cajado. 2008. Disponível em: <http://www.consciencia.org/logica-da-descoberta-ou-psicologia-da-pesquisa-thomas-kuhn>. Acesso em: 14 nov. 2017.

LOSEE, John. **A historical introduction to the Philosophy of Science**. 4.ed. Reino Unido: Oxford University Press.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni; ARGÜELO, Carlos Alfredo. **Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu**. Campinas, SP: Papirus, 1986.

NUSSENZVEIG, Herch Moisés. **Curso de física básica**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1981.

OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. Neutralidade da ciência, desencantamento do mundo e controle da natureza. **Scientiæ Studia**, São Paulo, USP, v. 6, n. 1, p. 97-116, jan.-mar./2008.

OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. Sobre o problema da demarcação. **Trans/form/ação**. Marília, UNESP, v.5. p. 85-101, dez./1982.

POPPER, Karl. **A lógica da pesquisa científica**. Tradução de Leonidas Hegenberg. São Paulo: Cultrix, 1972.

POPPER, Karl. **Conjecturas e refutações: o progresso do conhecimento científico**. Brasília: Editora da UNB, 1980.

POPPER, Karl. **O mito do contexto**. Tradução de Paula Taipas. Lisboa: Edições 70, 1996.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **O pensamento científico e a ciência no século XIX**. 2. ed. Brasília: FUNAG, 2012.

RUFATTO, Carlos Alberto. **A crítica do conceito de verdade na filosofia da ciência de Karl Popper e o ensino de ciências**. 2008. 121 f. Tese (doutorado) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/102031>. Acesso em: 24 ago. 2017.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh David. **Física 1: Mecânica da partícula e dos corpos rígidos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1983.

SILVEIRA, Fernando Lang da. A filosofia de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciência. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, Florianópolis, UFSC, v. 6, n. 2, p. 148-162, 1989.

TIPLER, Paul Allen. **Física 1**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1978.

ZANATTA, Shalimar Calegari; LEIRIA, Talisson Fernando; NAGASHIMA, Lucila Akiko. Uma análise da natureza epistemológica das atividades experimentais. **Ensino & Pesquisa**. No prelo.