

Ensaio à formação de licenciandos para retificar a prosperação de lições implícitas com visões indesejadas da natureza da ciência

RESUMO

Osmar Henrique Moura da Silva

osmarh@uel.br

orcid.org/0000-0001-6988-3903

Universidade Estadual de Londrina (UEL),
Londrina, Paraná, Brasil

Carlos Eduardo Laburú

laburu@uel.br

orcid.org/0000-0003-1985-9213

Universidade Estadual de Londrina (UEL),
Londrina, Paraná, Brasil

Thiago Queiroz Costa

thiago.costa@ifpr.edu.br

orcid.org/0000-0002-5037-3345

Instituto Federal do Paraná (IFPR),
Ivaiporã, Paraná, Brasil

Este estudo se insere na linha de pesquisa de formação de professores, com o objetivo de contribuir com uma proposta de instrução à disciplina intitulada “Evolução dos conceitos e teorias da física”, tradicionalmente presente na grade curricular de um curso de graduação em Física e pela qual se designam discussões das evoluções de conceitos científicos que se dão por contextos históricos desta Ciência. A proposta constitui-se num ensaio e defende basicamente a incorporação de dois momentos: 1) Inserção de referenciais epistemológicos justificacionistas e não justificacionistas acerca do desenvolvimento do conhecimento científico; 2) Inserção de trechos da história da ciência, selecionados para leitura, nos quais se estabelecem possibilidades epistemológicas interpretativas por meio desses referenciais pelos estudantes ao aprimoramento desejado via Avaliação Formativa. À viabilidade da proposta, apresenta-se uma seleção de alguns referenciais epistemológicos mediante um instrumento analítico exercitável em discussões da história da ciência, aplicando-a, a título de exemplo, num trecho histórico ora divulgado em jornal, caracterizando-se numa alternativa instrucional a fim de subsidiar a preparação dos então graduandos e futuros professores. São também estabelecidas algumas considerações dos limites e possibilidades desses instrumentos analíticos perante grande maioria de recursos educacionais da história da ciência, disponíveis do tipo textual, e que normalmente seguem elaborados sem intuítos filosóficos. Espera-se, portanto, contribuir à capacitação dos futuros professores para superarem comuns lições implícitas de uma visão indesejada da natureza da ciência, quando vierem a lecionar no Ensino Médio, preocupação esta que há tempos persiste na educação científica.

PALAVRAS-CHAVE: Referenciais epistemológicos; Proposta educacional; Avaliação Formativa; Textos de história da ciência; Capacitação de professores.

Testing the training of undergraduate students to rectify the proliferation of implicit lessons with unwanted views of the nature of science

ABSTRACT

This study is part of the teacher training line of research, with the aim of contributing to a proposal for teaching the subject "Evolution of Concepts and Theories in Physics", which is traditionally present in the curriculum of an undergraduate course in Physics, and by which are designated discussions on the evolution of scientific concepts that take place in the historical contexts of this science. The proposal is an essay and basically advocates the inclusion of two moments: 1) the insertion of justificationist and non-justificationist epistemological references about the development of scientific knowledge; 2) the insertion of excerpts from the history of science, selected for reading, in which the interpretative epistemological possibilities are established through these references by the students to the desired improvement through formative assessment. For the viability of the proposal, a selection of some epistemological references is presented by means of an analytical tool that can be used in discussions of the history of science, applying it, by way of example, to a historical excerpt now published in a newspaper, characterizing it as an instructional alternative to support the preparation of then undergraduates and future teachers. Some reflections are also made on the limits and possibilities of these analytical tools compared to the vast majority of educational resources in the history of science, which are textual in nature and usually prepared without philosophical intent. It is expected, therefore, to contribute to the training of future teachers, in order to overcome the common implicit teaching of an undesirable view of the nature of science when they come to teach in secondary/ high schools, a problem that has persisted in science education for some time.

KEY WORDS: Epistemological references; Pedagogical proposal; Formative assessment; History of science texts; Teacher training.

INTRODUÇÃO

Uma disciplina tradicionalmente presente na grade curricular do curso de graduação em Física denomina-se “Evolução dos conceitos e teorias da Física”, designada à discussão das evoluções de conceitos científicos que se dão por contextos históricos desta Ciência. Na medida em que “toda história da ciência apresenta uma lição implícita sobre a natureza da ciência” (Silva & Laburú, 2010, p. 77) sempre pode haver “uma concepção epistemológica¹ subjacente a qualquer situação de ensino” (Silva & Laburú, 2016, p. 37). Porém, não é incomum constatar que aqueles que ministram a disciplina empregam uma conduta explícita com pouca ou nenhuma ênfase de natureza filosófica/epistemológica em tais contextos. Muitas vezes, nos cursos de graduação em Física, a disciplina vem a ser ministrada por professores do departamento local com formações e aperfeiçoamentos específicos na área da Física, mas com pouca ou nenhuma formação em Filosofia, o que esclarece a colocação antecedente. Quer se dizer com isso que, embora muitos desses professores de Física sejam competentes inclusive no campo da pesquisa, está-se aqui de acordo com o pensamento de que a Filosofia vem a ser uma ferramenta instrucional indispensável a essa disciplina. O alerta à situação acima abrange a contemplada frase em justificação filosófica: “[...] ao dizermos que não nos interessamos pela filosofia, o que estamos provavelmente fazendo é substituir por uma filosofia explícita, uma filosofia implícita, por isso, imatura e incontrolada” (Bunge, 1973, p. 11).

Esse é o principal motivo que desencadeia uma preocupação persistente no ensino de ciências “relacionada à busca de superar um vício decorrente da posição empirista, baseado na crença de que a ciência parte do sensível, da observação dos fatos” (Silva & Laburú, 2016, p. 37)², uma visão de conhecimento científico como algo acabado/definitivo e que cresce por “acumulação de verdades eternas” (Lakatos, 2007, p. 18). Pelo fato de o positivismo³ ser concebido como ultrapassado no plano filosófico (Chalmers, 1994, p. 61; Koiré citado por Lakatos, 1978, p. 18)⁴, busca-se igualmente aboli-lo do ensino de ciências, em que diversas pesquisas educacionais realçam sua indesejada sobrevivência (Costa et al., 2017, p. 8; Pereira & Amador, 2007, p. 213; Ponczek, 2009, p. 297; Silva et al., 2019, p. 111; Silveira; Ostermann, 2002, p. 7; Vásquez & Massareno, 1999, p. 378). Há décadas que pesquisas em educação científica demonstram o quanto “visões já superadas sobre a natureza da ciência e do trabalho científico têm sido um dos principais obstáculos para a renovação do ensino de ciências” (Chinelli et al., 2010, p. 18), carecendo de subsídios ajustados para “fazer com que alunos e professores aprendam e ensinem não somente Ciência, mas também sobre a Ciência” (Moura, 2014, p. 32). De acordo com Moreira e Massoni (2016, p. 1), isso ocorre mesmo após décadas de discussões na literatura acerca das interfaces entre epistemologias e ensino de ciências, “muitas das quais, na prática, são ignoradas, ainda hoje”.

No entendimento de que a compreensão de ciência ensinada pelo professor em sala de aula deriva de sua própria concepção epistemológica⁵, implica, a partir das considerações acima, que a disciplina “Evolução dos conceitos e teorias da física” deva ser ministrada com razoável orientação filosófica, devido à sua grande importância na formação dos graduandos. Em específico, conscientizando os graduandos com múltiplas teorias metodológicas pelas quais se possibilitam

superar decorrentes interpretações históricas com tendências justificacionistas⁶, mais criticáveis lógica e epistemologicamente. Busca-se, por sensatez com tal diretriz instrucional, enriquecer a preparação dos estudantes, então futuros professores, ao desfavorecer a promoção de lições implícitas de uma visão indesejada da natureza da ciência quando estes vierem a lecionar no Ensino Médio, conforme o que a literatura em educação científica tem advertido fundamentando-se em máximas do tipo: “toda história da ciência ensina uma natureza da ciência” (Alchin, 2004, p. 188); “todas as histórias da ciência são filosofias que fabricam exemplos” (Lakatos, 2007, p. 246); “sempre que uma ciência é ensinada, uma filosofia, até certo ponto, também é ensinada” (Matthews, 1994, p. 83).

Assim sendo, a proposta pedagógica aqui elaborada e que constitui um ensaio teórico à disciplina em foco circunstanciada por discussões históricas de evoluções de conceitos científicos, objetiva melhor enriquecer essa preparação dos graduandos defendendo basicamente a incorporação de dois momentos (ou etapas):

- 1) Inserção de referenciais epistemológicos justificacionistas e não justificacionistas acerca do desenvolvimento do conhecimento científico;
- 2) Inserção de trechos da história da ciência selecionados para leitura, em que se estabelecem possibilidades epistemológicas interpretativas desses referenciais pelos estudantes ao aprimoramento desejado nesse sentido.

Enquanto o primeiro momento vê-se obviamente aclarado na literatura aqui levantada⁷, o segundo momento, por consequência, vem a se tornar o modo instrutivo complementar de capacitação em Avaliação Formativa que aqui se propõe. À viabilidade dessa proposta, portanto, apresentar-se-á em próximas seções uma particular seleção de referenciais epistemológicos à formação de um instrumento analítico exercitável em discussões históricas da Ciência, e que, a título de exemplo, espera-se que contribua com uma recomendação instrucional proveitosa à preparação dos graduandos. Por fim, são estabelecidas algumas considerações dos limites e possibilidades de tais instrumentos analíticos diante da grande maioria dos recursos educacionais da história da ciência que se podem encontrar do tipo textual, e que muitas vezes seguem elaborados sem intuídos filosóficos, não permitindo configurar características de uma única epistemologia em específico.

REFERENCIAIS EPISTEMOLÓGICOS À ESTRUTURAÇÃO DE UM INSTRUMENTO ANALÍTICO EXERCITÁVEL DIDATICAMENTE

Antes de tudo, é preciso mencionar duas considerações ao contexto:

- 1) Em historiografias, as proposições “factuais” historiográficas estão repletas de teorias – teorias metodológicas. Conforme Lakatos (2007, p.157), pode-se associar aí a separação entre *história*₁ e *história*₂, em que a primeira engloba os acontecimentos históricos e a segunda engloba as proposições históricas: “Qualquer *história*₂ é uma teoria – e uma reconstrução da *história*₁ carregada de valor”. Nesse sentido, assegura Lakatos (2007) que “desgraçadamente, até mesmo os historiadores mais profissionais, que são em princípio contra a filosofia da ciência, acabam

com disparates filosoficamente motivados” (p.253) enfatizando que a teoria indutiva da historiografia vem a ser utópica e, portanto, que “a história sem alguma inclinação teórica é impossível” (Popper como citado em Lakatos, 2007, p. 157);

- 2) A filosofia da ciência não mostra que uma posição filosófica é desprezada simplesmente por caracterizar incompatibilidades históricas, assim como em razão do grau de bons ou maus enxertos interpretativos intencionais de suas reconstruções históricas, mas quando, pesada a crítica epistemológica e lógica, emerge uma alternativa epistemológica melhor⁸. Situação esta que permite acentuar uma divisão entre posturas justificacionistas no plano filosófico e epistemologias posteriores mais sustentáveis (não justificacionistas), como as de Popper, Kuhn, Lakatos, entre outras. Melhor situando a primeira delas nessa divisão, afirma Lakatos (2007) que, ao justificacionismo, tem-se a “a identificação do conhecimento com o conhecimento provado, sendo a tradição dominante do pensamento racional no correr dos séculos” (p.20), em que o “neojustificacionismo (ou probabilismo)” se mostrou igualmente insustentável: “como é evidente, todas formas de justificacionismo⁹ se apegam à provabilidade de proposições ‘factuais’ e, até agora, é claro, todas essas diferentes formas de justificação desmoronaram sob o peso da crítica epistemológica e lógica” (Lakatos, 2007, p. 158).

Por assim ser, estrutura-se ao presente propósito instrucional um instrumento analítico que, de um lado, permite um recorte de aspectos de uma vertente justificacionista, denominada positivismo-lógico, e que, de outro lado, engloba alguns dos principais aspectos das três mencionadas epistemologias contemporâneas. Esta seleção particular ocorre em razão desses referenciais serem amplamente destacados na filosofia da ciência. No entanto, mantido o espírito desta proposta, é perfeitamente possível admitir outra distinta seleção de referenciais para ambos os lados descritos, desde que mantida, à comparação, a característica mais forte e inconfundível que serve como separação. O critério de separação desses lados indica: enquanto para qualquer justificacionista há “a identificação do conhecimento com o conhecimento provado” (Lakatos, 2007, p. 20), em quaisquer posturas epistemológicas contemporâneas essa identificação não ocorre.

Dessa orientação aqui estabelecida e recomendada à seleção de referenciais, apresentam-se abaixo sínteses de alguns dos principais aspectos das quatro vertentes epistemológicas pelos quais se propõe identificar, em textos históricos, inclinações a esses aspectos, deste modo constituindo-se num instrumento analítico exemplar destinado aos fins instrucionais discutidos em próxima seção. O instrumento analítico deve ser concebido inclusive como um modelo alternativo elaborado à situação. Aliás, dentro do planejamento tradicional dos conteúdos da disciplina “Evolução dos conceitos e teorias da física”, planejando discussões nas aulas de cada uma das vertentes epistemológicas¹⁰, recomenda-se aqui, somente após tais discussões então concebidas como etapa preparatória (primeiro momento já mencionado, ou etapa 1), empregar o instrumento analítico aos graduandos, assim inteligível aos mesmos¹¹ na etapa 2.

O modelo de instrumento analítico composto das quatro vertentes epistemológicas segue exemplificado abaixo:

1) Síntese epistemológica do positivismo lógico: a ciência é caracterizada pela racionalidade, cujo caminho para a verdade baseia-se no empirismo-indutivismo (Abbagnano, 2000). O destaque a esse método científico, considerando que há certa ordem e regularidade nos acontecimentos naturais, envolve generalizações empíricas formuladas em termos observacionais e por meio dos sentidos, mediante verificação. O princípio estabelecido pelos membros do Círculo de Viena, em geral, é o da verificabilidade: “o significado de uma proposição reduz-se ao conjunto de dados empíricos imediatos, cuja ocorrência confere veracidade à proposição e cuja não-ocorrência a falsifica; o significado de uma proposição são suas condições empíricas de verdade” (Schlick; Carnap, 1985, p. x). Esse princípio é visto pelo positivista lógico como um critério de demarcação entre a ciência e a metafísica (Schlick & Carnap, 1985, p. xvii), sendo um aspecto central defendido por Schlick (1985): “A verificabilidade significa a possibilidade de verificação” (p. 90); “Cumpre enfatizar que, quando falamos de verificabilidade, entendemos a possibilidade lógica de verificação, e somente isto” (p. 92). Nesse contexto, “todos os enunciados metafísicos são desprovidos de sentido, porque não são verificáveis empiricamente” (Abbagnano, 2000, p. 328), diferentes das leis e teorias que podem ser verificadas, regidas pela lógica e observação fática.

Por fim, Carnap (1985) modifica o princípio acima pelo princípio da confirmabilidade, admitindo que as leis gerais nunca possam ser completamente verificadas, mas viáveis de confirmação gradual: “uma proposição científica seria mais ou menos confirmada pela experiência, de acordo com a quantidade de evidência empírica disponível a seu favor, reconhecendo a impossibilidade de sempre elevar o grau de confirmação ao absoluto” (Schlick & Carnap, 1985, p. xvii). Segundo Carnap (1985), “ao invés de verificação, podemos falar aqui de confirmação gradativamente crescente da lei” (p. 172), e “[...] a lógica indutiva permitiria estabelecer que a verdade de certas consequências lógicas de uma proposição determina para ela um grau de confirmação n” (Schlick & Carnap, 1985, p. xvii). Segue disso a noção de testabilidade, em que uma proposição dir-se-á testável, se for possível realizar experimentos capazes de confirmá-la (Schlick & Carnap, 1985, p. xvii).

2) Síntese epistemológica popperiana: Desfavorável ao método empírico-indutivista, ressalta Popper (1975) que “todo o nosso conhecimento é impregnado de teoria, inclusive nossas observações” (p.70). O filósofo contrapõe-se aos princípios da verificabilidade e confirmabilidade, defendendo o critério de demarcação fundamentado na falsificabilidade (ou rejeição): “*Um enunciado ou teoria é falsificável, segundo o meu critério, se e só existir, pelo menos um falsificador potencial*” (Popper, 1987, p. 20). Logo, as teorias pseudocientíficas (não científicas ou metafísicas) são aquelas que não possuem falsificadores potenciais. O entendimento que decorre daí está em sempre considerar uma combinação de condições específicas pelas quais uma hipótese só será científica se proibir algum acontecimento logicamente possível de ser observado, resultando em sua corroboração quando passar por um teste empírico, do contrário é falseada.

Cabe destacar que na visão popperiana tanto as proposições teóricas quanto as proposições observacionais estão impregnadas de teorias/expectativas, e que os enunciados da “base empírica” não são decididos por consenso espaço-temporalmente universais, mas espaço-temporalmente singulares, o que faz do falseacionismo popperiano uma adesão ao convencionalismo. Dessa adesão, separa-se o entendimento de uma teoria rejeitada (falseada) de uma teoria refutada, envolvendo assim o falibilismo. Conforme Popper (como citado em Lakatos, 2007, p. 27), “nunca se poderá apresentar uma refutação conclusiva de uma teoria”, e aqueles que aguardam uma refutação infalível terão de esperar para sempre, e “*nunca se beneficiarão da experiência*”. Numa busca de grandes e “arriscadas” teorias falseáveis e importantes experimentos cruciais negativos, as falsificações reais serão sempre conjecturas, falíveis e sujeitas à crítica, cujo procedimento segue o raciocínio: “Tudo isso mostra a urgência de substituir uma hipótese falseada por outra melhor. Na maioria dos casos, antes de falsear uma hipótese, dispomos de outra, pois o experimento falseador é, normalmente, um experimento crucial, destinado a decidir entre as duas” (Popper, 1972a, p. 92).

Não havendo formas de provar a veracidade do conhecimento científico, o progresso da ciência ocorre, portanto, por acúmulo de teorias falseadas, substituídas por outras que poderão se aproximar mais da verdade segundo o conceito de verossimilhança, representada pelo cálculo da medida do conteúdo de verdade subtraída da medida do conteúdo de falsidade de uma teoria, e cujo resultado é igualmente assim comparado ao de outra(s) teoria(s) (Popper, 1972b, p. 259).

- 3) Síntese epistemológica kuhniana: A noção de paradigma é apresentada por Kuhn, definido em períodos de ciência normal, a exemplo da astronomia durante a Idade Média (paradigma ptolomaico), da mecânica nos séculos XVIII (paradigma newtoniano), e da Teoria da Relatividade no século XX (paradigma relativístico) (Kuhn, 1987). Nesses períodos, o autor estabelece uma metáfora com a resolução de quebra-cabeças, inseridos numa categoria de problemas deliberados pelo paradigma vigente e cujas resoluções testam a engenhosidade ou habilidade dos cientistas. Quando há um acúmulo significativo de fracassos dessas resoluções de enigmas, os quebra-cabeças são considerados anomalias, o que gera um estado de crise na área de pesquisa e contextualiza um período denominado de ciência extraordinária. E na busca de “*inventar teorias que expliquem os fenômenos observados*”, afirma discordar, juntamente com Popper, “*quanto aos esforços para produzir qualquer linguagem observacional neutra*” (Kuhn 1979, p. 6).

Todavia, adverte Kuhn (1987, p. 108) sobre o abandono de um paradigma, situação que “*uma teoria científica, após ter atingido o status de paradigma, somente é considerada inválida quando existe uma alternativa disponível para substituí-la*”. Exemplos de revoluções científicas são: o caso do paradigma ptolomaico (modelo geocêntrico), abandonado pela emergência do paradigma copernicano (modelo heliocêntrico), e o da substituição do paradigma flogístico (Teoria do Flogisto) pelo paradigma de Lavoisier (Teoria sobre a combustão do oxigênio) (Kuhn, 1987). Tais revoluções científicas estão longe de serem

processos cumulativos (Kuhn, 2006, p. 24) por articulações de paradigmas antecessores, havendo incomensurabilidade. Assim, os proponentes dos paradigmas competidores praticam seus ofícios em mundos diferentes, ilustrando deslocamentos de redes conceituais vistos pelos cientistas, como no caso da massa newtoniana ser conservada enquanto a einsteiniana é conversível com a energia. Kuhn veio a ser classificado como relativista por uma defesa na fé no candidato a paradigma escolhido, e que não necessariamente precisa ser racional: “A existir um critério de demarcação (entendo que não devemos procurar um critério nítido nem decisivo)” (Kuhn, 1979, p. 11). Entre os critérios mais úteis, elenca Kuhn (1987): “exatidão nas predições, equilíbrio entre o objeto de estudo cotidiano e o esotérico, número de diferentes problemas resolvidos, simplicidade, alcance e compatibilidade” (p. 252). Quando se trata de duas teorias científicas, por exemplo, é sempre possível haver violação de algumas regras semânticas pela quais se descreve o mundo mediante algum critério “universal e atemporal”, pois, “o indivíduo que denominou X uma ciência, e Y não, estava fazendo a mesma coisa que aquele outro que ... preferiu Y a X” (Kuhn, 2006, p. 262). Acerca disso, conclui Kuhn (2006): “Não tento dar nenhuma resposta a essa questão, mas gostaria de ter uma” (p. 264). Enfim, “o quadro de Kuhn da maneira como progride a ciência pode ser sumariado no seguinte esquema aberto: pré-ciência – ciência normal – crise/revolução – nova ciência normal – nova crise” (Chalmers, 2000, p. 124).

- 4) Síntese epistemológica lakatosiana: “Onde Kuhn vê ‘paradigmas’”, Lakatos reconhece “‘programas de pesquisas’ racionais” (Lakatos, 2007, p. 119). E uma diferença fundamental está nas revoluções científicas serem tratadas “não como se constituíssem conversões religiosas, mas como progresso racional” (Lakatos, 2007, p. 19) em meio ao que ele define de metodologia dos programas de pesquisa. Um “programa de pesquisa” é constituído por: um “núcleo firme” (conjunto de postulados ou teorias)¹², cuja heurística negativa impede sua refutação pelos cientistas; um “cinturão protetor” (conjunto de hipóteses auxiliares e métodos observacionais), cuja heurística positiva os instrui a modificar esse cinturão mediante resultados experimentais, direcionando falsificações às hipóteses auxiliares, assim como dentre um “oceano de anomalias” também indicar caminhos que poderão, lentamente, transformá-las em previsões com corroborações. Um programa de pesquisa torna-se então “progressivo” quando prevê fatos novos com algumas previsões corroboradas (crescimentos teóricos e empíricos), e que não necessariamente precisam ser novos, mas podem ser “*fatos improváveis, ou mesmo proibidos*” por outro programa rival (Lakatos, 2007, p. 46). Sem tais previsões, o programa é tido como “degenerativo”, inclusive se suas previsões não seguem corroboradas. Aliás, de modo contrário à incomensurabilidade kuhniana, o trabalho simultâneo em dois programas rivais vê-se possível, como no caso de “Newton elaborar a teoria cartesiana dos vórtices para demonstrar que era inconsistente com as leis de Kepler” (Lakatos, 2007, p. 147).

A história da ciência caracteriza, portanto, histórias dos programas de pesquisa em concorrência, em que as chamadas “revoluções científicas”

são consideradas casos de processos racionais de superação de um programa (teoria) por outro. No caso, a regra de aceitação (ou “critério de demarcação”) estabelece que: “Uma teoria só será ‘aceitável’ ou ‘científica’ se tiver um excesso corroborado de conteúdo empírico em relação à sua predecessora (ou viral), isto é, se levar à descoberta de fatos novos” (Lakatos, 2007, p. 46). Mediante esse critério, responde Lakatos (2007) à “como sucedem as revoluções científicas? Se houver dois programas de pesquisa rivais e um deles progride, enquanto o outro degenera, os cientistas tendem a aderir ao programa progressivo. Esta é a explicação das revoluções científicas” (p. 15). Entretanto, o falseamento de um programa de pesquisa perante outro não ocorre instantaneamente por experiências cruciais, que são apenas “vistas como cruciais décadas mais tarde” (Lakatos, 2007, p. 97), em retrospectiva. Aliás, em alguns casos “é muito difícil derrotar um programa de pesquisa sustentado por cientistas talentosos e imaginativos” (Lakatos, 2007, p. 96), que podem vir até a converter uma experiência crucial em vitória do programa, ora visto pela mesma como degenerativo ou derrotado, tornando-o progressivo mais uma vez (Lakatos, 2007, p. 115).

Da maneira que está posto, o instrumento analítico vem a ser uma síntese de epistemologias previamente discutidas em aulas e selecionadas com a diretriz aqui determinada: compõe visões justificacionista e não justificacionista. Dentro dessa proposta de ensino, considerando as tradicionais aulas prévias sobre os referenciais acima em paralelo com leituras indicadas aos alunos de bibliografias primárias e/ou secundárias, recomenda-se que o professor da disciplina estabeleça uma cobrança de elaboração desse instrumento analítico particularizado por cada um dos alunos. Isto, a fim de que eles o utilizem na estratégica retomada de conteúdo em Avaliação Formativa discutida na próxima seção. Mesmo com essa conduta, porém, é sensato subsidiar os alunos complementando suas elaborações individuais, por vezes fracas e equívocas, com a entrega de um instrumento analítico similar ao que aqui se estruturou e ora elaborado pelo professor.

EXEMPLIFICANDO UMA APLICAÇÃO DA VIABILIDADE DA PROPOSTA DENTRO DE UMA AVALIAÇÃO FORMATIVA

A proposta considera que, antes de uma Avaliação Somativa acerca dos referenciais epistemológicos em meio às abordagens históricas discutidas em classe, uma Avaliação Formativa pode ser proveitosa, constituída no emprego do instrumento analítico em determinados textos de história da ciência que há em livros didáticos, revistas diversas, jornais, entre quaisquer outros materiais de leitura nesse sentido. No que se refere à Avaliação Formativa, como é de conhecimento, “é toda prática de avaliação contínua que pretenda contribuir para melhorar a aprendizagem em curso, qualquer que seja o quadro e qualquer que seja a extensão concreta da diferenciação do ensino” (Costa et al., 2017, p. 46). Em Pedrochi (2017) existe um levantamento das características da Avaliação Formativa detalhada por Bloom et al. (como citado em Pedrochi, 2017, p. 3), que afirma que “*se os instrumentos forem bem utilizados, podem fornecer a devida informação ao professor e aos alunos de quão adequadamente cada unidade está*

sendo aprendida”, quando se pondera que “a natureza dessa unidade pode variar em função de diversos propósitos, podendo a unidade ser uma única aula”. Por assim ser, o propósito pedagógico em sala de aula é o de estabelecer esta etapa mencionada da Avaliação Formativa que, de acordo com Fernandes (2006, p. 23), se dá “sob a forma das chamadas revisões da matéria dada ou de um teste formativo”, antes da Avaliação Somativa. Desse modo, estrategicamente se propõe apresentar aos alunos um texto contendo discussões históricas da ciência para que realizem leituras interpretativas pelos referenciais epistemológicos do instrumento analítico que lhes fora entregue.

A Figura 1 mostra um texto selecionado, seguido de uma análise exemplar a ser realizada pelo professor com a turma, para comparações com as análises individuais dos alunos. Isto, como já citado, permite a “*devida informação ao professor e aos alunos de quão adequadamente cada unidade está sendo aprendida*” nesta Avaliação Formativa. O instrumento analítico a este caso delineado da Figura 1 promove, portanto, leituras interpretativas das proposições ali contidas, que são discriminadas aos 11 parágrafos, realizadas separadamente parágrafo por parágrafo. Após esse procedimento, é apresentada uma síntese da possível lição implícita, em termos epistemológicos, do que o texto carrega aos fins educacionais, que é o que se sugere concluir com a turma ao final desta Avaliação Formativa.

Figura 1 – Texto publicado em um jornal, com alusão a períodos da história da ciência



MICRO/MACRO

A teoria do éter ou a fênix da cosmologia

MARCELO GLEISER
especial para a Folha

Certas idéias em ciência, abandonadas por razões que são perfeitamente justificáveis em uma determinada época, tendem a reaparecer em tempos de crise como possíveis explicações de aparentes mistérios. Na maioria das vezes, essas idéias gozam de um curto período de glória, para serem novamente abandonadas e substituídas por explicações mais simples e eficazes.

Uma idéia que apareceu e reapareceu na história da física foi a da existência de um meio material que permeia todo o espaço, o “éter”, cuja função mudava conforme as necessidades de uma determinada teoria.

Para Aristóteles, os objetos celestes eram compostos pelo éter, ou a quinta-essência, que tinha propriedades completamente diferentes dos quatro elementos que descreviam então a matéria: água, ar, terra e fogo.

Bem mais tarde, o filósofo francês René Descartes assumiu a existência de um meio material responsável pelo transporte de

objetos celestes pelos céus. Isaac Newton, em sua magnífica obra sobre as leis do movimento e da gravitação, mostrou que esse meio era desnecessário.

Já no século 19, um outro tipo de éter era aceito como o meio onde ondas eletromagnéticas se propagavam como ondas de som pelo ar. Em 1905, Einstein mostrou que esse éter era desnecessário e que ondas eletromagnéticas poderiam se propagar no espaço vazio.

Mas o próprio Einstein introduziu uma dessas idéias, que chamo de “idéias fênix”, pois tal como o pássaro mítico, ressurgem de suas próprias cinzas.

Quando, em 1917, Einstein usou as equações de sua nova teoria da relatividade geral para descrever o Universo como um todo, não existia nenhuma evidência definitiva de que o Universo está em expansão. Como a maioria dos cientistas da época, Einstein acreditava que o Universo era estático e o mais simétrico possível. Mas suas tentativas de encontrar uma solução para suas equações, que descrevesse um universo estático, falharam.

Para evitar o desastre, Einstein introduziu uma constante que hoje chamamos de “constante cosmológica”, cuja função era produzir uma força repulsiva para balancear o colapso da matéria. Ou seja, a constante cosmológica funcionava como uma espécie de antigravidade: em um universo vazio de matéria e só com a constante cosmológica, a distância entre dois pontos cresceria exponencialmente.

Quando o astrônomo Edwin Hubble mostrou, em 1929, que o Universo não é estático, mas está em expansão, Einstein abandonou sua constante cosmológica. Conforme já havia provado o russo Alexander Friedmann, em 1922, as equações de Einstein eram perfeitamente compatíveis com um universo em expansão.

Mas os problemas começaram cedo. Hubble também mostrou que suas observações previam que a idade do Universo era cerca de 2 bilhões de anos, mais novo do que a própria Terra! Alguns modelos tentaram resolver esse dilema. Um deles, proposto inicialmente por Georges Lemaître, que além de cosmólogo era pá-

dre, usava a constante cosmológica para desacelerar a taxa de expansão do Universo, tornando-o “mais velho”. Em 1952, novas medidas mostraram que o Universo era confortavelmente mais velho do que a Terra. A constante cosmológica foi novamente abandonada.

Portanto, foi com um misto de “incredulidade e terror” que cientistas receberam as novidades sobre objetos muito distantes sendo acelerados a distâncias cada vez maiores, como se uma força os tivesse empurrando para longe. Novamente, a explicação mais simples para tal fenômeno é a constante cosmológica, mesmo que não tenhamos a menor idéia por que tal constante deveria existir na natureza. Embora seja necessária muita cautela, pois essas observações recentes são muito difíceis e passíveis de erros de interpretação, me pergunto quantas vidas terá a constante cosmológica, ou se, de fato, ela é mesmo imortal.

Marcelo Gleiser é professor de física teórica do Dartmouth College, em Hanover (EUA), e autor do livro “A Dança do Universo”.

Fonte: Folha de S. Paulo, 17/05/1998, p. 16.

Parágrafo 1 – Propensão kuhniana: o abandono de uma teoria ocorre por razões (critérios) justificáveis à época, o que caracteriza uma posição relativista por não enfatizar qualquer critério universal e atemporal único. Uma ideia (teoria do éter) ressurgue em momentos de estado de crise durante o monopólio de um paradigma. As ideias (teorias) gozam de um curto período de glória (ciência

normal), sendo substituídas por “*explicações mais simples e eficazes*”, critérios compatíveis aos da lista de Kuhn em períodos de revolução científica;

Parágrafo 2 – Propensão lakatosiana: cientistas talentosos e imaginativos podem converter um programa de pesquisa (Teoria do éter) ora degenerativo em progressivo, modificando hipóteses do cinturão protetor, como no caso da mudança da função do éter conforme as necessidades da teoria (programa de pesquisa);

Parágrafo 3 – Propensão kuhniana ou lakatosiana: descrição básica à identificação do “paradigma” aristotélico ou núcleo do “programa de pesquisa” aristotélico;

Parágrafo 4 – Leitura kuhniana ou lakatosiana: no tempo em que por um “paradigma” (ou “programa de pesquisa”) se assumia a existência do éter, noutro ele era desnecessário;

Parágrafo 5 – Propensão kuhniana: enquanto em um “paradigma” se assumia a existência de uma nova concepção de éter no século XIX, noutro “paradigma” posterior tal concepção mostrou-se desnecessária no início do século XX;

Parágrafo 6 – Propensão lakatosiana: introdução de ideias (teorias) no cinturão protetor.

Parágrafo 7 – Propensão lakatosiana: previsão de um fato novo (Universo em expansão) pelo programa de pesquisa relativístico, quando não havia evidência alguma nesse sentido e não se dava crédito algum à crença na expansão do Universo;

Parágrafo 8 – Propensão lakatosiana: inserção de uma hipótese auxiliar no cinturão protetor do programa relativístico (constante cosmológica), de modo a produzir uma força repulsiva para balancear o colapso da matéria;

Parágrafo 9 – Propensão lakatosiana: a constante cosmológica era uma hipótese auxiliar em sobrevivência à de outra, a do Universo estático. Ambas as hipóteses acabaram excluídas em meados da terceira década do século passado. A primeira foi abandonada em razão da ampla aceitação da demonstração, por Hubble, de que o Universo não se encontra estático, mas em expansão; e a segunda em razão de o próprio programa relativístico já prever essa expansão, inviabilizando na ocasião os esforços de um Universo estático (como o caso da hipótese auxiliar da constante cosmológica);

Parágrafo 10 – Propensão lakatosiana: todavia, dado que “observações” teóricas de Hubble fornecem previsões da idade do Universo com idade menor do que a já prevista da Terra, essa inconsistência teórica gerou uma degeneração do programa de pesquisa, buscando-se novamente uma hipótese auxiliar pela constante cosmológica para desacelerar a expansão do Universo, tornando-o “mais velho”. Posteriormente, novas medidas confirmaram uma idade maior do Universo em relação à da Terra, num contexto em que se desprezou a hipótese auxiliar da constante cosmológica. Propensão kuhniana: em razão do enigma aparente de a idade do Universo ser maior do que a da Terra, o quebra-cabeça viu-se momentaneamente solucionado com a inserção da constante cosmológica para desacelerar a expansão do Universo, tornando-o “mais velho”. Posteriormente, novas medidas confirmaram uma idade maior do Universo em

relação à da Terra, num contexto em que se desprezou a “peça” constante cosmológica do quebra-cabeça;

Parágrafo 11 – Propensão lakatosiana: por fim, o progresso do programa de pesquisa viu-se novamente abraçando a hipótese auxiliar da constante cosmológica para atuar na explicação do fenômeno observado, no qual objetos muito distantes são “*acelerados a distâncias cada vez maiores, como se uma força os tivesse empurrando para longe*”. Propensão Kuhniana: Por fim, dentro do “paradigma” conseguiu-se esquivar do enigma, em que objetos muito distantes são “*acelerados a distâncias cada vez maiores, como se uma força os tivesse empurrando para longe*”, readequando a “peça”, constante cosmológica, do quebra-cabeça em questão.

SÍNTESE DAS PROPENSAS LIÇÕES IMPLÍCITAS DE CUNHO EPISTEMOLÓGICO QUE O TEXTO CARREGA

Pelas vertentes do instrumento analítico, pode-se dizer que o texto da Figura 1 mostra-se com inclinações possíveis às visões pós-positivistas lakatosiana e kuhniana, correspondendo a uma ligeira interpretação epistemológica preponderante à primeira. Em comparação com os demais referenciais epistemológicos, não se identificam descrições no texto que podem ser mais favoráveis à vertente popperiana e, principalmente, ao positivismo lógico. Isto, pois, na medida em que se constatam mensagens históricas de duas ideias teóricas que foram acatadas, rejeitadas, modificadas, e que terminam por relatar fins distintos em nova aceitação e nova rejeição dessas ideias, a saber, da constante cosmológica e do éter respectivamente. É possível concluir, por conseguinte, que o texto peculiar da Figura 1 não caracteriza propensão a alguma lição implícita de visões indesejadas da natureza da ciência, mais precisamente conforme elenca Silveira (1996):

1. A observação é a fonte e a função do conhecimento; 2. O conhecimento científico é obtido dos fenômenos; 3. A especulação, a imaginação, a intuição, a criatividade, não devem desempenhar qualquer papel na obtenção do conhecimento; 4. As teorias científicas não são criadas, inventadas ou construídas, mas descobertas em conjunto de dados empíricos (p. 225).

Em complemento, também é possível afirmar não haver incentivos educacionais, por lição implícita, aos entendimentos de que o conhecimento seja cumulativo e linear, ou de que o conhecimento seja obtido indutivamente por observações formalmente lógicas e imparciais, ou ainda de que o conhecimento seja verdadeiro e assim consolidado, entre tantos outros aspectos da ampla vertente justificacionista, caso este do positivismo lógico.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES ÀS POSSIBILIDADES E LIMITES DA APLICAÇÃO DE UM INSTRUMENTO ANALÍTICO

Dentro do espírito da proposta, cabe compreender que quaisquer instrumentos analíticos compostos por determinadas epistemologias tornam-se ferramentas com as quais, em muitos textos de história da ciência, não se permite desenvolver, em detalhes, características da ciência configuradas a uma única epistemologia do instrumento. E isto ocorre porque materiais aí afora disponíveis para leitura são distintamente elaborados em termos historiográficos. No que diz respeito à conscientização dos alunos graduandos da disciplina em foco, tais materiais podem ser divididos¹³ em duas categorias principais: as reconstruções racionais¹⁴ e as quasi-histórias (Whitaker, 1979).

O caso com maiores possibilidades de identificação a determinada postura epistemológica ocorre quando o texto sofreu, em sua elaboração, uma reconstrução racional, que por assim ser, “todos os historiadores da ciência que defendem que o progresso da ciência é o progresso do conhecimento objetivo utilizam, gostem ou não, uma reconstrução racional” (Lakatos, 2007, p. 246). Valendo-se aí acordar-se com Popper (como citado em Lakatos, 2007, p. 157): “*a história sem alguma inclinação teórica é impossível*”. Assim, por exemplo, pela mais influente das metodologias da ciência que se mostrou ser o indutivismo, um historiador indutivista “*não admite mais que dois tipos de descobrimentos científicos genuínos: enunciados fáticos puros e generalizações indutivas*” (Lakatos, 2007, p. 154).

Quando escreve a história, o historiador indutivista busca por esses tipos de descobrimentos científicos; encontrá-los é outra questão. Por outra visão de progresso, um historiador popperiano traria à tona grandes e “arriscadas” teorias falseáveis e importantes experimentos cruciais negativos. Já pela metodologia dos programas de pesquisa científica de Lakatos, um historiador evidenciaria programas de pesquisa avaliados em termos de mudanças progressivas e degenerativas de problemas, em que as revoluções científicas consistem em um programa de pesquisa que passa a suceder outro (superando-o em progresso). Consequentemente, “cada reconstrução racional revela seu modelo característico do desenvolvimento racional do conhecimento científico” (Lakatos, 2007, p. 154), podendo-se sempre mostrar como uma metodologia influencia a seleção de determinados fatos em lugar de outros e que a interpretação desses fatos não ocorre sem alguma inclinação teórica. Na fabricação da história, portanto, os detalhes ora influenciados por visões sociais, nacionais, psicológicas e religiosas do historiador são, num grau ainda maior, influenciados pela Teoria da Ciência ou Filosofia da Ciência que o historiador acredita, determinando uma metodologia normativa à qual o historiador se apoia na elaboração da história interna. Considerando ser praticamente inquestionável haver progresso¹⁵ científico em termos históricos, pode-se ainda exemplificar a atuação de um historiador com a visão kuhniana que, segundo Lakatos (2007, p. 243), não conseguirá fugir da tentação de ‘cozinhar’ “uma história do monopólio de uma teoria (paradigma) e preparar um estado de ‘crise’ seguido por um ‘momento de conversão’”.

Ao passo que a filosofia da ciência é primária, e que a sociologia e a psicologia são secundárias ao se escrever a história da ciência, assegura Lakatos (2007, p. 246) que “todas as histórias das ciências são filosofias que fabricam

exemplos”¹⁶. Torna-se clara, portanto, a maior facilidade em aplicar uma leitura por um instrumento analítico desde que haja coincidência de nele se encontrar a vertente epistemológica pela qual a historiografia assim ocorreu na reconstrução racional de um texto a ser então identificado analiticamente. Todavia, deve-se ainda considerar uma dificuldade quando os referenciais epistemológicos de um instrumento analítico¹⁷ não coincidem diretamente com aquele que há na reconstrução racional de um texto histórico que porventura se depara. No interesse de melhor contornar essa dificuldade, cabe, por sensatez durante a disciplina, um estudo com amplo leque de referenciais filosóficos, recomendação esta que subsidia não somente a elaboração, mas a capacitação em lidar com um instrumento analítico.

Ademais, uma vez implícitas, reconstruções racionais podem ser identificadas. No entanto, não é incomum se chegar a uma leitura interpretativa limitada e/ou mesclada de aspectos das vertentes epistemológicas de um instrumento analítico empregado, principalmente quando não houve nenhuma reconstrução racional naquela historiografia. A situação remete-se ao que Whitaker (1979) definiu de *quasi-história*, inclusive para os textos de história da ciência inseridos na esmagadora parte dos livros didáticos das ciências naturais. Numa *quasi-história*, além da contextualização ocorrer pela ordem lógica ao invés da ordem cronológica, não se admite ter seguido a postura de uma reconstrução racional (Whitaker, 1979, p. 110). Segundo Whitaker (1979): “não assumo que escritores de *quasi-história* têm qualquer intento filosófico, nem mesmo subconscientemente. Vejo a *quasi-história*, frequentemente, apenas como resultado de desejo extraviado para ordem e lógica, como uma conveniência para ensinar e aprender” (p.239).

Conforme o autor, um exemplo de *quasi-história* muito divulgado em livros didáticos é o caso da lei de Rayleigh-Jeans ter sido conhecida antes de Planck descobrir a sua própria lei, reivindicando que o malogro tal lei da física clássica foi importante para a predição, com precisão, da lei da radiação do corpo negro que conduziu à ‘hipótese’ do quantum de Planck. Nesse exemplo, enquanto há incerteza se deveria ser assumido que Planck viu o trabalho de Rayleigh, está claro que este último não o influenciou de forma alguma pelas datas em que os distintos trabalhos foram publicados (Whitaker, 1979, p. 108). A *quasi-história*, portanto, é o “resultado de muitos e muitos livros cujos autores sentiram a necessidade de estimularem suas explicações de um episódio com um pouco de história, mas que reescreveram a história de tal forma que ela segue lado a lado com a física” (Whitaker, 1979, p. 109).

A *quasi-história* elimina a dimensão social e distorce a descrição de avanços científicos por propaganda e mito, podendo ser observada, em grande quantidade de exemplos, em livros que descrevem a evolução da física moderna (Whitaker, 1979). Conseqüentemente, ao se deparar com uma *quasi-história*, as leituras interpretativas de parágrafos e frases de um texto, à configuração de aspectos das vertentes de um instrumento analítico, podem vir até mesmo a se mostrarem contraditórias em termos epistemológicos. Isto é previsto, pois, enquanto escritores de *quasi-história* atuam descompromissados (e despreparados) filosoficamente, ao mesmo tempo eles não conseguem escapar da adesão de uma filosofia “imatura e incontrolada” (Bunge, 1973, p. 11) em seus textos históricos, constituindo-se num alerta ao que a literatura tem apontado no

sentido de desfavorecer lições implícitas menos criticáveis lógica e epistemologicamente acerca da natureza da ciência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo partiu de uma preocupação que persiste há tempos no ensino de ciências, sinalizada pela dificuldade de superação de visões impróprias da natureza da ciência e do trabalho científico. Em particular no curso de graduação em Física, uma disciplina que pode atuar na capacitação dos licenciandos nesse sentido é denominada de “Evolução dos conceitos e teorias da física”, onde se permitem discussões do desenvolvimento dos conceitos científicos que se dão por contextos históricos dessa Ciência. Em atenção, mencionou-se a ocorrência não incomum de professores ministrarem essa disciplina sem formação alguma em (e/ou preocupação com a) filosofia, o que indiscutivelmente vem a ser um dos fatores negativos implicantes ao preocupante quadro então sinalizado pela literatura. Isto, inclusive, considerando que a inserção de referenciais epistemológicos acerca do desenvolvimento do conhecimento encontra-se, a princípio, pedagogicamente justificada em ementas, recomendada, e muitas vezes aderida seriamente por professores, não se podendo, portanto, generalizar a frase anterior. E aos professores que tomam a cabo tal inserção na disciplina, indicou-se pela presente proposta de estarem efetuando uma etapa preparatória do processo educacional, por meio das discussões em sala de aula que se chamou de primeiro momento (ou etapa 1).

Antes do clássico prosseguimento à Avaliação Somativa que ocorreria no final da etapa 1, propôs-se aqui inserir uma Avaliação Formativa a fim de subsidiar a capacitação dos graduandos no contexto de estudo, definida numa etapa 2. Nela, discutiu-se a viabilidade por um exemplar instrumento analítico¹⁸ aplicado a um texto da história da ciência, cujas reflexões analíticas se estenderam a alguns limites e possibilidades da proposta. É importante mencionar que a aplicação do instrumento analítico vem a ser uma retomada de conteúdo e um modo interessante de exercitar o conhecimento adquirido dos referenciais epistemológicos, inclusive na ocasião de incerteza se aquele referencial se encaixa no selecionado texto histórico ou em partes dele. Momento este que é estimulante da criatividade de leituras interpretativas e discussões em sala de aula, possibilitando ao professor melhor acompanhar o desempenho do aprendizado dos referenciais estudados em Avaliação Formativa, etapa ainda anterior à pretendida Avaliação Somativa. Com essa proposta de incremento, enfim, espera-se contribuir para a melhor capacitação dos licenciandos em termos epistemológicos, implicando subsidiar maiores mudanças nesse contexto em nível médio de ensino, quando ali atuarem.

NOTAS

1. Ainda que “imatura e incontrolada” (Bunge, 1973, p. 11).
2. Pedagogicamente falando, deve-se rejeitar “a concepção empirista associada à crença de que o conhecimento científico é um conhecimento verdadeiro, inquestionável”, pois permanece preocupante o quanto “a ideia de que o conhecimento científico é obtido diretamente dos resultados experimentais está, ainda, muito presente no ensino de ciências e entre professores e alunos” (Lôbo, 2012, p. 431).
3. “Os positivistas visaram mostrar que a ciência autêntica é ‘verificada’ e mostra ser verdadeira ou provavelmente verdadeira em relação a ‘sentenças protocolares’ – fatos revelados a observadores cuidadosos por meio de seus sentidos” (Chalmers, 1994, p. 28).
4. “Koyré mostrou (defendeu) que o positivismo fornece uma má orientação ao historiador de ciência” (Lakatos, 1978, p. 9).
5. Allchin, 2004, p. 188; Chinelli et al., 2010, p. 18; Matthews, 1994, p. 83; Whitaker, 1979, p. 108.
6. Logo adiante explicadas.
7. Caracterizando uma tentativa inconfundível e assim acentuada do que se poderia abordar nesta disciplina por um professor mais bem comprometido a envolver de modo explícito a filosofia da ciência.
8. Exemplificando o caso do indutivismo, que pode ser rejeitado como teoria metodológica interpretativa de episódios da história da ciência (Duhem como citado em Lakatos, 2007, p. 167), mas que somente o é em definitivo pela sua inviabilidade lógico-epistemológica independente da história.
9. “De inclinações ao empirismo dogmático – quer sejam indutivistas, probabilistas, falsificacionistas dogmáticos, ou ainda convencionalistas conservadores” (Lakatos, 2007, p. 158).
10. Com certo grau de episódios históricos num contexto evolutivo.
11. Momento 2 que então ocorre pela proposta em forma de Avaliação Formativa, discutida em próxima seção.
12. Ex.: “Três leis da dinâmica e a lei da gravitação de Newton” (Lakatos, 1979, p. 163).
13. De modo proposital ao presente interesse educacional.
14. Fortes argumentos para o debate na contramão de teses historiográficas contrárias a uma reconstrução racional são amplamente apresentados por Lakatos (2007), com algumas implicações educacionais ao uso da história da ciência defendidas em Silva & Laburú (2010).
15. Termo que é sinônimo de “evolução”, presente no título da disciplina “Evolução dos conceitos e teorias da física”.
16. Allchin (2004) estabelece críticas acerca da persuasão do cientista que fica completamente ignorada no tipo de reconstrução fornecida por Lawson (2000), argumentando que a história interpretada por uma ‘lente’ ideológica pode ser enganosa por fazer com que o método científico pareça muito mais simples do

que as evidências indicam. Lawson (2004), por sua vez, responde a essas críticas analisando minuciosamente a versão de Allchin (2004) que se contrapõe à sua reconstrução racional da pesquisa de William Harvey. E o fato a destacar está em Lawson (2004) assegurar que Allchin (2004), ao contrariar a sua defesa do método hipotético-dedutivo e apontar para o cuidado com os poderosos efeitos retóricos da ideologia que uma reconstrução racional carrega, tenha caracterizado uma versão indutivista da pesquisa de Harvey em vários trechos e, por isso, também não escapa de seus próprios argumentos lançados contra ele.

17. Que inclusive poderia atingir o instrumento analítico aqui apresentado na última seção, dirigido agora como exemplo à reflexão nesse sentido.

18. Mediante a diretriz aqui estabelecida de sua constituição com referenciais justificacionistas e contemporâneos (não justificacionistas).

REFERÊNCIAS

- Abbagnano, N. (2000). *Dicionário de Filosofia*. São Paulo, SP: Editora Martins Fontes.
- Allchin, D. (2004). Pseudohistory and pseudoscience. *Science & Education*, 13(3), 179-195.
- Bunge, M. (1973). *Filosofia da Física (O Saber da Filosofia)*. Lisboa, Portugal: Edições 70.
- Carnap, R. (1985). Testabilidade e Significado. In M. Schilick & R. Carnap (Org.), *Coletânea de textos*. São Paulo, SP: Abril Cultural.
- Chalmers, A. F. (1994). *A Fabricação da Ciência*. São Paulo, SP: Editora Unesp.
- Chalmers, A. F. (2000). *O que é ciência afinal?*. São Paulo, SP: Editora Brasiliense.
- Chinelli, M. V., Ferreira, M. V. S., & Aguiar, L. E. V. (2010). Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 16(1), 17-35.
- Costa, F. R. S., Zanin, A. P. S., Oliveira, T.A. L., & Andrade, M. A. B. S. (2017). As visões distorcidas da Natureza da Ciência sob o olhar da História e Filosofia da Ciência: uma análise nos anais dos ENEQ e ENEBIO de 2012 e 2014. *Actio: Docência em Ciências*, 2(2), 4-20.
- Costa, R. C. M., Martins, E. D., & Felix, N. M. (2017). *Avaliação Institucional do Ensino-aprendizagem (1a ed.)*. Sobral, CE: Editora Aiamis.
- Fernandes, D. (2006). Para uma teoria da avaliação formativa. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 21-50.
- Kuhn, T. S. (1979). Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa? In Lakatos e Musgrave (Eds), *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento* (pp. 5-32). São Paulo, SP: Cultrix/EDUSP.

- Kuhn, T. S. (1987). *A Estrutura das Revoluções Científicas* (2a ed.). São Paulo, Editora Perspectiva S.A.
- Kuhn, T. S. (2006). *O caminho Desde a Estrutura*. São Paulo, SP: Editora Unesp.
- Lakatos, I. (2007). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madri, Espanha: Alianza Editorial.
- Lawson, A. E. (2000). The Generality of the Hypothetico-Deductive Method: Making Scientific Thinking Explicit. *American Biology Teacher*, 62(1), 482–495.
- Lawson, A. E. (2004). A reply to Allchin’s “Pseudohistory and Pseudoscience”. *Science & Education*, 13(7), 599-605.
- Lôbo, S. F. (2012). O trabalho experimental no ensino de Química. *Química Nova*, 35(2), 430-434.
- MATTHEWS, M. R. (1994). *Science Teaching: The role of history and philosophy of science*. Londres, Inglaterra: Routledge.
- Moreira, M. A., & Massoni, N. T. (2016). Interfaces entre visões epistemológicas e ensino de ciências. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 9(1), 1-32.
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), 32-46.
- Pedrochi, O., Jr. (2017, novembro). Avaliação Formativa como Condutora da Prática docente. In *Anais do XXI EBRAPEM (Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-graduação em Educação Matemática)*, Pelotas, RS.
- Pereira, A. I., & Amador, F. (2007). A história da ciência em manuais escolares de ciências da natureza. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 191-216.
- Ponczek, R. L. (2009). Pode a Física ser um bom árbitro para questões epistemológicas? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26(2), 295-313.
- Popper, K. R. (1972a). *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo, SP: Editora Cultrix.
- Popper, K. R. (1972b). *Conjecturas e Refutações* (4a ed.). Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília.
- Popper, K. R. (1975). *Conhecimento objetivo*. São Paulo, SP: EDUSP.
- Popper, K. R. (1987). *O realismo e o objectivo da ciência*. Lisboa, Portugal: D. Quixote.
- Schilick, M. Sentido e Verificação. In M. Schilick & R. Carnap (Org.), *Coletânea de textos*. São Paulo, SP: Abril Cultural.

Schilick, M., & Carnap, R. Vida e Obra. In M. Schilick & R. Carnap (Org.), *Coletânea de textos*. São Paulo, SP: Abril Cultural.

Silva, O. H. M., & Laburú, C. E. (2010). Inserção de componentes históricos e filosóficos em disciplinas das ciências naturais no ensino médio: reflexões a partir das controvérsias entre Kuhn e Lakatos. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 69-81.

Silva, O. H. M., & Laburú, C. E. (2016). Implicações epistemológicas da aplicação de um método investigativo em aula experimental no ensino médio. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 11(1), 31-19.

Silva, O. H. M., Laburú, C. E., Camargo, S., & Christofalo, A. A. C. (2019). Epistemological Contributions Derived from an Investigative Method in an Experimental Class in the Study of Hooke's Law. *Revista Acta Scientiae*, 21(2), 110-127.

Silveira, F. L. (1996). A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13(3), 219-230.

Silveira, F. L., & Ostermann, F. (2002). A insustentabilidade da proposta indutivista de "descobrir a lei a partir de resultados experimentais". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(especial), 7-27.

Vásquez, Á., & Massareno, M. A. (1999). Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 377- 395.

Whitaker, M. A. B. (1979). 'History and Quasi-history in Physics Education, Pt I'. *Physics Education*, 14(1), 108-112.

Recebido: 17 abr. 2023

Aprovado: 22 fev. 2024

DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v9n1.17264>

Como citar:

Silva, Osmar Henrique Moura da; Laburú, Carlos Eduardo & Costa, Thiago Queiroz. (2024). Ensaio à formação de licenciandos para retificar a prosperação de lições implícitas com visões indesejadas da natureza da ciência. *ACTIO*, 9(1), 1-19. <https://doi.org/10.3895/actio.v9n1.17264>

Correspondência:

Osmar Henrique Moura da Silva

Rodovia Celso Garcia Cid, PR-445, Km 380 – Campus Universitário, Londrina, Paraná, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

