UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERUNIDADES EM ENSINO DE CIÊNCIAS
CAIO SEIJI NAGAYOSHI

# A FILOSOFIA DA CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FILOSOFIA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

São Paulo
2019

CAIO SEIJI NAGAYOSHI

# A FILOSOFIA DA CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FILOSOFIA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Versão Corrigida

(Versão Original encontra-se no Instituto de Física)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Haddad Jr.

Coorientadora: Profa. Dra. Daniela Lopes Scarpa

São Paulo
2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Formatação e Design  Caroline Gabriel Pedro

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação

do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Nagayoshi, Caio Seiji

A filosofia da ciência em livros didáticos de filosofia: contribuições para o ensino de ciências.  São Paulo, 2019.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Haddad Júnior
Coorientador: Profa. Dra. Daniela Lopes Scarpa
Área de Concentração: Ensino de Biologia.

Unitermos: 1. Biologia – Estudo e ensino; 2. Ensino; 3. Ciência; 4. Filosofia da ciência; 5. Livro didático.

USP/IF/SBI-053/2019

Agradeço

Aos meus pais, pelo amor incondicional que sempre tiveram por mim;
À minha companheira, Lucelia, pelo apoio constante e por acreditar em mim até quando eu mesmo duvidei;
Aos meus amigos, que sempre estiveram presentes;
Ao meu orientador, Hamilton, que aceitou embarcar nesta jornada comigo;
À minha coorientadora, Daniela, que me salvou em mais de uma ocasião;
A tantos que contribuíram para a realização deste trabalho de tantas maneiras diferentes: à Sara Green e todo o grupo de História e Filosofia da Ciência por me fazerem sentir em casa em Copenhague; ao Nei Nunes Neto por me receber de braços abertos em Salvador e pelo apoio nas diversas etapas de elaboração deste trabalho; a todos do BioIn pelas discussões enriquecedoras; a Douglas Allchin, Maurício Ramos, Osvaldo Pessoa Jr., Patrícia Velasco, Marta Vitória de Alencar, Paulo Henrique Silveira e José Sérgio Fonseca de Carvalho pelas ideias, sugestões, críticas, comentários, indicações, livros emprestados e tantas outras contribuições; à Carol e ao Clayton por cuidarem da nossa casa e da nossa gata nas nossas muitas e prolongadas ausências;
E, por fim, um agradecimento especial àqueles que, mesmo sem saberem, são a grande motivação por trás deste e de tantos outros trabalhos: meus alunos. São vocês que dão sentido a estas páginas.

# RESUMO

NAGAYOSHI, Caio Seiji. A filosofia da ciência em livros didáticos de filosofia: contribuições para o ensino de ciências. 2019. 151 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Na área de ensino de ciências, há um consenso de que a alfabetização científica deve envolver não só o conhecimento de teorias e conceitos científicos, mas, também, a compreensão da natureza da ciência (NdC). As discussões sobre a NdC se apoiam em disciplinas acadêmicas como a filosofia e a história da ciência. Ao mesmo tempo, a filosofia da ciência é um ramo da filosofia e, como tal, pode ser ensinada como parte do ensino de filosofia. Contudo, a comunicação entre estas duas áreas é escassa. Buscando contribuir para tal diálogo, o presente trabalho procura caracterizar as imagens de ciência veiculadas pelos livros didáticos de filosofia do PNLD. A metodologia utilizada é baseada na análise de conteúdo. Foram analisados os trechos que tratam de temas relacionados à filosofia da ciência a partir de categorias elaboradas com base na literatura e nos próprios livros didáticos. Os resultados indicam que há: temas compartilhados entre ambas as áreas; temas específicos de cada área; e temas da filosofia da ciência não abordados em nenhum dos casos. Ainda, as imagens relacionadas a alguns dos temas variam entre os próprios livros e com relação às discussões em NdC. Tais resultados corroboram a convergência temática (mesmo que parcial) entre as áreas e a necessidade de diálogo entre ambas. Possíveis implicações para o ensino de ciências são discutidas.

Palavras-chave: Biologia – Estudo e ensino; Ensino; Ciência; Filosofia da ciência; Livro didático.

# ABSTRACT

NAGAYOSHI, Caio Seiji. Philosophy of science in philosophy textbooks: contributions to science education. 2019. 151 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

It is consensual, in science education, that scientific literacy must involve not only the knowledge of scientific theories and concepts, but also an understanding of the nature of science (NOS). Discussions on NOS draw upon academic disciplines such as philosophy and history of science. At the same time, philosophy of science is a branch of philosophy and, as such, may be taught as part of philosophy education. However, the communication between these two fields is scarce. With the intent of contributing to such dialogue, this work seeks to characterize the images of science conveyed by philosophy textbooks. Methodology is based on content analysis. Excerpts dealing with philosophy of science-related topics were analyzed based on categories elaborated from the literature and the textbooks themselves. Results indicate there are: topics shared by both fields; topics specific to each field; and topics from philosophy of science not represented in any of them. The images vary among the textbooks and, in some cases, diverge from the discussions in NOS. Such results corroborate the thematic convergence, even if partial, between the two fields and the need of dialogue between them. Possible implications for science education are discussed.

Keywords: Biology – Study and Teaching; Teaching; Science; Philosophy of Science; Textbook.

# LISTA DE GRÁFICO


54 Gráfico 1. Tiragem relativa dos livros didáticos de filosofia do PNLD 2018

67 Gráfico 2. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro *Fundamentos de Filosofia* de Gilberto Cotrim e Mirna Fernandes

75 Gráfico 3. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro *Filosofia: Temas e Percursos* de Vinicius de Figueiredo (org.), Luiz Repa, João Vergílio Cuter, Roberto Bolzani Filho, Marco Valentim e Paulo Vieira Neto

81 Gráfico 4. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro *Filosofando: Introdução à Filosofia* de Maria Helena Pires Martins e Maria Lúcia de Arruda Aranha

92 Gráfico 5. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro *Iniciação à Filosofia* de Marilena Chaui

100 Gráfico 6. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro *Diálogo: Primeiros Estudos em Filosofia* de Ricardo Melani

106 Gráfico 7. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro *Reflexões: Filosofia e Cotidiano* de José Antonio Vasconcelos

111 Gráfico 8. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro *Filosofia: Experiência do Pensamento* de Sílvio Gallo

118 Gráfico 9. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro *Filosofia e Filosofias: Existência e Sentidos* de Juvenal Savian Filho

120 Gráfico 10. Presença das categorias nos livros analisados

121 Gráfico 11. Somatório das porcentagens das categorias nos livros analisados

139 Gráfico 12. Presença de categorias com ocorrências explícitas nos livros analisados

# LISTA DE QUADROS

57 Quadro 1. Categorias de análise

61 Quadro 2. Trechos dos livros analisados

125 Quadro 3. Categoria 5: Leis científicas nos livros analisados

127 Quadro 4. Categoria 8: Realismo e antirrealismo nos livros analisados

# LISTA DE TABELAS

66 Tabela 1. Ocorrências totais e explícitas das categorias analisadas nos livros didáticos

# SUMÁRIO

1 • Introdução

7 • Natureza da Ciência

12 Propostas e desenvolvimentos recentes
23 A Natureza da Ciência nos livros didáticos de ciências

26 • O Ensino de Filosofia da Ciência no Brasil

49 Os livros didáticos de filosofia

51 • Metodologia

51 Universo amostral
55 Elaboração das categorias
60 A análise dos livros

65 • Resultados e Discussão

67 As imagens de ciência nos livros didáticos de filosofia
*67* *Fundamentos de Filosofia* de Gilberto Cotrim e Mirna Fernandes
*75* *Filosofia: Temas e Percursos* de Vinicius de Figueiredo (org.), Luiz Repa, João Vergílio Cuter, Roberto Bolzani Filho, Marco Valentim e Paulo Vieira Neto
*80* *Filosofando: Introdução à Filosofia* de Maria Helena Pires Martins e Maria Lúcia de Arruda Aranha
*91* *Iniciação à Filosofia* de Marilena Chaui
*100* *Diálogo: Primeiros Estudos em Filosofia* de Ricardo Melani
*106* *Reflexões: Filosofia e Cotidiano* de José Antonio Vasconcelos
*111* *Filosofia: Experiência do Pensamento* de Sílvio Gallo
*118* *Filosofia e Filosofias: Existência e Sentidos* de Juvenal Savian Filho

120 As categorias no conjunto de livros
121 Categoria 1: Caracterização geral da ciência e problema da demarcação
123 Categoria 2: Problemas da confirmação e indução; inferência
123 Categoria 3: Bayeseanismo
124 Categoria 4: Explicações científicas
124 Categoria 5: Leis científicas
125 Categoria 6: Tese de Duhem-Quine
125 Categoria 7: Subdeterminação teórica
126 Categoria 8: Realismo e antirrealismo
127 Categoria 9: Mudança teórica e progresso
128 Categoria 10: Relativismo e cientificismo
129 Categoria 11: Ciência, valores e sociedade
131 Categoria 12: Modelos
131 Categoria 13: Questões de gênero na ciência
131 Categoria 14: Método(s) na ciência
133 Categoria 15: Impregnação teórica da observação
134 Categoria 16: Natureza das teorias científicas
135 Categoria 17: Holismo e reducionismo
135 Categoria 18: Termos e enunciados científicos
135 Categoria 19: Experimentação
136 Categoria 20: Hipótese
136 Categoria 21: Informação
137 Categoria 22: Conceito de natureza
137 Categoria 23: Ciência e tecnologia
137 A Filosofia da Ciência nos livros didáticos
138 Os posicionamentos explícitos dos livros didáticos

141 • A Filosofia da Ciência nos Livros Didáticos e o Ensino de NdC: Implicações e Considerações Finais

145 • Referências

# Introdução

Na área de ensino de ciências, a proliferação de pesquisas nacionais e internacionais nas últimas décadas deu origem a múltiplas abordagens, propostas, focos de estudo etc. Uma destas ramificações diz respeito àquilo que se convencionou chamar de "natureza da ciência" (abreviada, no presente trabalho, por NdC). A premissa fundamental é a de que, ao ensinar ciências, não basta fazer com que o aluno aprenda os conceitos e teorias científicas; estes têm sua importância, sem dúvida, mas é necessário, também, que ele tenha algum conhecimento sobre a própria empreitada científica e o conhecimento científico que esta produz. Trata-se, portanto, de um conhecimento sobre o conhecimento, ou seja, metacognição. Neste sentido, Sasseron e Carvalho (2011), consideram que a "compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática" (p. 75) constitui um dos eixos estruturantes da alfabetização científica. A NdC recorre a referenciais teóricos de diferentes áreas, com especial ênfase em estudos metacientíficos como a história e a filosofia da ciência. As pesquisas sobre o tema têm se multiplicado rapidamente e hoje há um grande volume de publicações internacionais na área. Uma revisão mais detalhada de tais publicações, do desenvolvimento da área e suas principais propostas e abordagens é apresentada no capítulo "Natureza da Ciência" (p. 7).

Já o ensino de filosofia apresenta algumas diferenças em relação ao ensino de ciências. Enquanto este é praticamente onipresente no cenário escolar internacional, o ensino de filosofia na educação básica é rara em alguns países, incluindo aqueles de língua inglesa (UNESCO, 2007). Por outro lado, em diversos países da Europa e da América Latina, sua presença na educação secundária é bastante comum, embora possa assumir diferentes formas ou enfoques (como cursos de filosofia geral, como história das ideias, atrelada à educação moral e religiosa etc.) e distribuições (como

disciplina específica, diluída em outras disciplinas, ao longo de todo o nível médio, apenas nos últimos anos etc.) (UNESCO, 2007). Uma vez que os países de língua inglesa também estão entre aqueles com maior produção acadêmica em diversas áreas (incluindo o ensino), isso pode explicar o menor volume de publicações sobre ensino de filosofia. No caso específico do Brasil, embora a filosofia estivesse presente no cenário educacional já com os jesuítas (CARTOLANO, 1985; PINHO, 2014), a sua presença no currículo do ensino médio tem sido inconstante, oscilando ao sabor das reformas educacionais. Desde 2008, o ensino de filosofia como disciplina específica é obrigatório no ensino médio. Contudo, na recém aprovada reforma do ensino médio (BRASIL, 2017), a filosofia perde seu estatuto de disciplina e passa a ser considerada como "estudos e práticas". A inconstância da filosofia no currículo também encontra paralelo no baixo volume de publicações sobre ensino de filosofia. Ainda assim, o número de trabalhos publicados no Brasil tem aumentado recentemente, o que pode ser atestado, por exemplo, pelo surgimento de revistas especializadas na área, como a Revista Digital de Ensino de Filosofia (REFILO) em 2015 e a revista do NESEF, em 2013.

A filosofia, como qualquer outra área de pesquisa, tem suas ramificações próprias. Pode-se falar, por exemplo, em filosofia política, em filosofia da arte, e metafísica, e assim por diante. Da mesma maneira, quando se trata do ensino de filosofia, seria possível falar especificamente do ensino de filosofia política, do ensino de filosofia da arte etc. É o que ocorre com a filosofia da ciência. Trata-se de um ramo da filosofia que toma a ciência como seu campo de estudo e, como tal, pode ser ensinado na escola nas aulas de filosofia. De fato, conteúdos relativos à filosofia da ciência estão previstos nos documentos oficiais brasileiros (BRASIL, 2006) e nos livros didáticos de filosofia, como será detalhado no presente estudo. Porém, enquanto há diversos trabalhos que tratam do ensino de filosofia da ciência no nível superior, sobretudo no âmbito da formação de cientistas e professores de ciências (por exemplo, ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO; ESTANY, 2002; COULÓ, 2015, 2018; EL-HANI, 2006; GRÜNE-YANOFF, 2014), a pesquisa com foco na educação básica é bastante escassa, tanto nacional como internacionalmente. Uma revisão dos poucos trabalhos encontrados sobre o assunto é apresentada no capítulo "O Ensino de Filosofia da Ciência no Brasil" (p. 26).

É possível ver uma clara convergência temática entre estas duas áreas: a NdC no ensino de ciências e o ensino de filosofia da ciência. Ambas se aproximam na medida em que buscam introduzir, na

sala de aula, uma reflexão de ordem metacientífica. Tal aproximação também fica clara na medida em que as disciplinas de referência para a NdC incluem, entre outras, a própria filosofia da ciência. Seria de se esperar, portanto, um intenso diálogo entre as respectivas comunidades, tanto no âmbito acadêmico quanto na escola, com a produção de pesquisas que explorassem as relações entre NdC e ensino de filosofia da ciência e com colaborações entre o professor de ciências e o professor de filosofia no sentido de contribuir para que o aluno desenvolvesse um olhar crítico sobre a ciência. A realidade, entretanto, está longe deste ideal. Projetos conjuntos entre professores das ciências da natureza e de filosofia são exceções e a comunicação entre as áreas de pesquisa é essencialmente silenciosa (NAGAYOSHI; SCARPA, 2018). Alguns autores engajados nas discussões sobre NdC chegam mesmo a se pronunciar contra o ensino formal de filosofia da ciência:

> Eu categoricamente não estou argumentando a favor de um curso formal em história, filosofia e sociologia da ciência. Em sua forma não diluída, HFC (História e Filosofia da Ciência) seria exigir demais para a maioria dos estudantes em idade escolar. Mais importante, seria muito árido para interessar a mais do que um punhado de estudantes. (HODSON, 2009; p. ix)

As relações entre ensino de NdC e de filosofia da ciência constituem, portanto, um campo sub-explorado na pesquisa. Tais relações podem e devem ser abordadas por pesquisadores de ambas as comunidades para que os professores possam encontrar maneiras mais articuladas de propiciar uma aprendizagem interdisciplinar aos alunos.

O ensino de filosofia da ciência como parte das aulas de filosofia no ensino médio tem grande potencial para impactar a imagem de ciência dos alunos. Por exemplo, as ideias de filósofos como Popper ou Kuhn vão diretamente contra a noção, frequentemente assumida pelos alunos, de que a ciência constitui um corpo de conhecimento absoluto e imutável. Temas como subdeterminação teórica e impregnação teórica da observação estão diretamente relacionadas ao importante tema da importância e o papel da evidência empírica na ciência. A discussão sobre o papel dos valores na atividade científica é central para a compreensão de questões políticas envolvendo ciência e para a tomada de decisões nas esferas privada e pública. Muitos outros exemplos poderiam ser acrescentados à lista, mas o ponto central é o de que aquilo que é (ou não) ensinado nas aulas de filosofia com relação à ciência tem alto potencial para impactar a aprendizagem que se espera do aluno da perspectiva do ensino de ciências.

A consequência do silêncio na comunicação entre ambas as comunidades é dupla. No âmbito do ensino, diversos cenários são possíveis. No pior deles, os professores de ciências e de filosofia podem transmitir mensagens conflitantes, até mesmo explicitamente contraditórias aos alunos, o que pode dificultar a aprendizagem de uma ou de ambas. A existência de tal contradição pode levar o aluno a adotar uma postura de "jogar o jogo da escola": reproduzir, na sala de aula de ciências, aquilo que foi ensinado pelo professor de ciências e, simetricamente, fazer o mesmo na aula de filosofia, sem que haja real reflexão crítica, numa estratégia de sobrevivência escolar que vai contra o objetivo de formar um sujeito efetivamente reflexivo e crítico apto a enfrentar um mundo onde os problemas frequentemente não se resolvem no interior de uma única disciplina. Evidentemente, a pluralidade de pontos de vista pode ser enriquecedora; contudo, tal potencial requer, para ser eficientemente explorado, uma reflexão genuína sobre as diferentes perspectivas e suas implicações. No intuito de fomentar tal reflexão, o professor de ciências e o professor de filosofia podem e devem dialogar no sentido de contribuírem para a problematização da diversidade de visões. Num cenário menos pessimista, mas ainda indesejável, o silêncio entre as áreas pode simplesmente impedir que se tire o máximo proveito do potencial de cada uma para contribuir com o ensino e a aprendizagem na outra. Já no âmbito da pesquisa, há que se se questionar, por exemplo, em que medida o ensino de filosofia da ciência (bem como de outras disciplinas) pode influenciar o resultado de estudos que buscam aferir a eficácia de certas intervenções sobre as concepções de NdC dos alunos. Em geral, estudos deste tipo avaliam as concepções de alunos (antes e) depois de atividades como, por exemplo, sequências didáticas que envolvem de alguma maneira questões relacionadas à NdC. Se os resultados das avaliações são positivos, infere-se que a intervenção contribuiu para que os alunos desenvolvessem concepções mais sofisticadas de NdC. Contudo, se não se observa o que os alunos podem estar aprendendo sobre o tema em outras aulas (e mesmo em outros contextos fora da escola) não há como assegurar a relação entre a intervenção e a aprendizagem.

Há, sem dúvida, iniciativas localizadas de professores de ciências e de filosofia que fazem parcerias e planejam atividades integradas com seus alunos. Contudo, tais iniciativas são pontuais, e a maioria delas não são publicadas, permanecendo anônimas. Há, porém, alguns relatos de experiências na literatura (por exemplo, LÉVY; BOURQUIN; PAROZ, 2005). Davis (2013) parte de sua própria experiência em sala de aula para advogar que filosofia seja ensinada tanto como disciplina optativa

quanto integrada às demais disciplinas do currículo, e defende que professores de filosofia e de outras disciplinas trabalhem juntos nesse sentido. Também na pesquisa encontramos tentativas de aproximação. Kötter e Hammann (2017), por exemplo, ao proporem que controvérsias filosóficas sejam levadas em consideração no ensino de NdC, recorrem a documentos oficiais alemães que tratam do ensino de filosofia naquele país. Contudo, são poucos os trabalhos de autores que, como Kötter e Hammann, voltam seu olhar para o ensino de filosofia para pensar o ensino de ciências.

O presente trabalho busca contribuir para preencher a lacuna existente entre o ensino de NdC e de filosofia da ciência. É preciso investigar a forma como a ciência é tratada no ensino de filosofia. O primeiro passo neste sentido é investigar quais temas da filosofia da ciência são ensinados nas aulas de filosofia e como esta é abordada. Evidentemente, haveria diversas formas de abordar estas questões. O enfoque específico, aqui, será nos livros didáticos de filosofia.

O livro didático é um aspecto importante do ensino de qualquer disciplina, uma vez que frequentemente serve de apoio aos professores e, não raro, determina o currículo real ensinado na sala de aula (FÁVERO et al., 2004; HÖTTECKE; SILVA, 2011; MCDONALD; ABD-EL-KHALICK, 2017). No Brasil, o livro didático tem amplo alcance, sobretudo em função do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), através do qual o governo federal adquire e distribui livros didáticos de diferentes disciplinas para as escolas de todo o país. No caso específico da filosofia, o PNLD teve um papel importante na divulgação da disciplina (GONTIJO, 2017). Assim, a análise dos livros didáticos tem o potencial de revelar os principais tópicos e abordagens adotados nas salas de aula de filosofia. Conhecer a forma como a filosofia da ciência chega até o aluno por meio dos livros didáticos nos permitirá, então, refletir sobre como seu ensino contribui para a aprendizagem no que se refere também à NdC, tema caro ao ensino de ciências.

O presente estudo tem por objetivo caracterizar a imagem de ciência veiculada explicitamente pelos livros didáticos de filosofia do PNLD 2018. Tal objetivo se desdobra nas seguintes questões específicas:

1. Quais temas da filosofia da ciência são abordados pelos livros didáticos de filosofia?
2. Qual é a posição explícita que o livro apresenta (se é que o faz) com relação a estes temas?

A composição das respostas a tais perguntas revela a imagem de ciência veiculada pelo livro, entendida como o conjunto das posições explicitamente favorecidas pelo livro relativas a determinado tema debatido pelos filósofos da ciência. Por fim, ao olhar para as imagens de ciência veiculadas pelos livros de filosofia à luz das discussões acerca da NdC, discutimos as implicações para o ensino de ciências.

O presente trabalho parte do reconhecimento da NdC como parte fundamental do ensino de ciências. Assim, o capítulo "Natureza da Ciência" (p. 7) faz uma revisão do desenvolvimento dos estudos sobre NdC na área de ensino de ciências com ênfase nas discussões e propostas mais recentes. Também são revisados os trabalhos sobre livros didáticos que tratam especificamente do tema. Em seguida, volta-se o olhar para o ensino de filosofia, com enfoque na filosofia da ciência. O capítulo "O Ensino de Filosofia da Ciência no Brasil" (p. 26) apresenta uma revisão sobre o ensino de filosofia no Brasil para, então, tratar dos poucos trabalhos que tratam especificamente sobre ensino de filosofia da ciência, bem como aqueles que se debruçam sobre os livros didáticos de filosofia. O capítulo "Metodologia" (p. 51) caracteriza o universo amostral e a metodologia de análise dos livros, a qual é baseada na análise de conteúdo (BARDIN, 2009). O capítulo "Resultados e Discussão" (p. 65) traz os resultados encontrados e discute as implicações para o ensino de ciências.

# Natureza da Ciência

Segundo Hodson (2014), a preocupação com a compreensão pública da ciência, o que incluiria aspectos da NdC , remonta ao início do século XIX. Em 1855, Duque de Argyll, na posição de presidente da Associação Britânica para o Avanço da Ciência (*British Association for the Advancement of Science*), argumentava que era mais importante ensinar aos jovens sobre os métodos da ciência e sua história do que meros resultados (JENKINS, 2013). Segundo Jenkins (2013), o apelo aos métodos e à história da ciência eram uma forma de aproximar a ciência das humanidades que ocupavam lugar de destaque no ideal de educação liberal da época. Tratava-se, pois, de uma estratégia para que a ciência viesse a ser incorporada na educação. Contudo, tais apelos não se converteram em propostas curriculares que abordassem claramente aspectos da NdC até 1898 (HODSON, 2014).

No início do século XX, Dewey defendia a maior importância de que os alunos compreendessem a forma de pensar e investigar do cientista em detrimento de conteúdos científicos acabados:

> Uma vez que a grande maioria dos alunos nunca se tornarão especialistas em ciência, é muito mais importante que eles tenham alguma compreensão do significado do método científico do que copiar extensamente e de segunda mão os resultados que os homens da ciência alcançaram. (DEWEY, 2001; original de 1916)

As ideias de Dewey foram profundamente influentes na educação americana. Contudo, aponta Jenkins (2013), a forma como tais ideias foram apropriadas não poderia estar mais distante das intenções do autor, uma vez que o ensino do método científico acabou por se tornar o exercício da repetição de uma série de passos que os alunos deveriam seguir como uma receita.

O emprego significativo do conhecimento científico no massacre de milhares de vidas durante a Primeira Guerra Mundial (sobretudo no que diz respeito ao desenvolvimento de armas químicas)

gerou uma demanda por uma maior humanização do ensino de ciências no sentido de restaurar a dimensão ética da ciência na sociedade (JENKINS, 2013). Propostas sobre como suprir tal demanda frequentemente defendiam a inclusão de elementos de história e filosofia das ciências no ensino; contudo, os professores careciam da formação para colocar tais propostas em prática, de maneira que "a humanização da ciência nas escolas se manteve mais uma aspiração do que uma prática pedagógica" (JENKINS, 2013).

Após a Segunda Guerra Mundial, o ensino de ciências passou a responder à demanda social de formação de cientistas qualificados, sobretudo para propósitos militares no período da guerra fria (JENKINS, 2013). O rápido desenvolvimento científico e tecnológico da segunda metade do século XX, juntamente com o aprofundamento da questão ambiental,[1] gerou uma demanda por cidadãos cientificamente letrados que pudessem lidar com as questões de seu tempo. A compreensão da NdC passa a ser, então, considerada um componente fundamental do letramento científico. Tal perspectiva fica clara na introdução geral de uma série de livros publicados pela UNESCO voltados para a educação científica de países tropicais:

> As descobertas científicas e suas aplicações na indústria, comunicações, agricultura, medicina e na guerra causaram grandes mudanças nas vidas e hábitos da maior parte da humanidade durante os últimos 150 anos. As formas de pensamento dos homens não estão ainda acostumadas a esta mudança.
>
> Por causa do poder destrutivo de algumas invenções científicas, muitos homens perderam a fé no futuro da humanidade; por causa do maravilhoso poder das invenções científicas de aumentar o bem-estar da humanidade, muitos homens esperaram que a ciência encontrasse uma resposta para todos os problemas da vida. Ambas essas visões de ciência mostram uma incompreensão do que a ciência é e do que cientistas podem ou não fazer. Como tal incompreensão pode ser prevenida?
>
> Não é o suficiente treinar cientistas especialistas; eles são necessários, mas é igualmente necessário que pessoas comuns saibam o que cientistas tentam fazer e como tentam fazê-lo. Antes que eles possam entender o trabalho dos cientistas, não-cientistas devem primeiro aprender o que a ciência é. Para isso, um conhecimento de fatos e princípios científicos não é tão importante quanto um entendimento da ciência e dos métodos usados no seu estudo. E este entendimento da ciência deve se tornar parte da vida e do pensamento cotidianos dos homens. (SAUNDERS, 1955; p. v)

1 Lembremo-nos que esta é a época de marcos históricos que chamaram a atenção internacional para a questão ambiental. Exemplos incluem o caso do mal de Minamata, no Japão, na década de 50, e a publicação do livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, em 1962, entre outros.

A própria expressão "natureza da ciência" começa a ser empregada na literatura em ensino de ciências, ainda que de forma incipiente, a partir das décadas de 1950 e 1960 (WILSON, 1954; ROBINSON, 1965; KIMBALL, 1967). Também começam nessa época os estudos que buscam levantar as concepções de estudantes com relação à NdC (LEDERMAN, 1992). A história e a filosofia da ciência se tornam referências cada vez mais presentes nas discussões sobre qual NdC deve ser ensinada e como ensiná-la.[2] Contudo, é interessante notar que as ideias de ciência predominantes na literatura em ensino de ciências da época eram derivadas do empirismo lógico (MATTHEWS, 2004). Embora a *Estrutura* de Kuhn tenha sido publicada em 1962 e tenha sido amplamente debatida no meio filosófico desde então,[3] a comunidade de ensino de ciências passou ao largo das mudanças profundas que estavam ocorrendo na filosofia da ciência durante as décadas de 1950 e 1960 (MATTHEWS, 2004). Duschl (1985) vai na mesma linha, argumentando que o ensino de ciências e a filosofia da ciência da época praticamente não se comunicavam, desenvolvendo-se de maneira mutuamente excludente:

> O ponto é que durante o mesmo período de tempo (1956 – 1966) em que vários conteúdos de ciências estavam sendo revisados e reescritos por cientistas para produzir currículos que instruiriam os alunos a operarem e pensarem como um cientista; as ideias predominantes entre historiadores e filósofos da ciência sobre a natureza da investigação científica estavam sendo desafiadas e modificadas [...]. O problema é que a noção de investigação tal qual apresentada nos currículos da NSF estava sendo rejeitada e substituída por novas noções de como a ciência conduz investigações.
>
> O que existiu então foram transições concomitantes do velho para o novo tanto no que diz respeito ao currículo de ciências quanto às interpretações sobre a natureza da investigação científica. Diversos fatores sugerem que os fornecedores dos primeiros projetos curriculares da NSF escolheram ignorar os desenvolvimentos em história e filosofia da ciência. (DUSCHL, 1985, p. 548)

A recepção das ideias de Kuhn no ensino de ciências se dá tardiamente, a partir da década de 1970, sobretudo nas pesquisas relacionadas à mudança conceitual (MATTHEWS, 2004). Também

---

2 Por exemplo, Klopfer (1969) já defendia o emprego da história da ciência como meio de ensinar sobre os procedimentos de investigação científica, enquanto Robinson (1969) argumentava a favor das contribuições da filosofia da ciência para a formação de professores.

3 As ideias de Kuhn causaram grande impacto na comunidade de filosofia da ciência da época por se colocar frontalmente contra a visão ortodoxa do empirismo lógico. Uma mostra de tal impacto foram as discussões que se deram durante o Colóquio Internacional de Filosofia da Ciência realizado em Londres em 1965, que reuniu vários dos grandes nomes da área. Vários comentários feitos sobre as ideias de Kuhn por autores como Popper, Toulmin, Feyerabend, entre outros, foram compilados por Lakatos e Musgrave no livro *Criticism and the Growth of Knowledge* (1970). As reações e críticas às ideias de Kuhn levaram-no a acrescentar, na segunda edição da *Estrutura* de 1970, um posfácio com algumas respostas aos comentários que recebera.

nessa época, Scheffler (1973) já chamava a atenção para a potencial contribuição das filosofias das diferentes disciplinas (da ciência, da matemática, da história etc.) para a formação dos respectivos professores. O movimento de aproximação entre história e filosofia da ciência, de um lado, e ensino de ciências, de outro, ganha momento a partir do final da década de 1980 e início dos anos 1990 com a criação do International History, Philosophy and Science Teaching Group (em 1987), que reúne filósofos, historiadores e educadores de ciências, e a fundação da revista *Science & Education* (em 1992), o primeiro periódico acadêmico voltado especificamente para temas de história e filosofia no ensino de ciências. Este grupo também se torna responsável pela organização de conferências internacionais que reúnem especialistas de diferentes áreas em torno do tema. Tais conferências são realizadas regularmente até o presente e, a partir de 2010, são organizados eventos regionais na América Latina[4]. Tal movimento representa a emergência de um programa de pesquisa e a constituição de uma comunidade de pesquisadores na interface entre história e filosofia da ciência e ensino de ciências. Outro marco neste período é a publicação do livro *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*, de Michael Matthews (1994), que passa a ser referência na área.

Driver e colaboradores (1996) sistematizam os argumentos favoráveis à inclusão da NdC no ensino de ciências encontrados na literatura. Os autores consideram o entendimento da NdC um componente essencial da alfabetização científica de todos os alunos (futuros cientistas ou não). São listados cinco argumentos centrais:

- *O argumento utilitário:* um entendimento da natureza da ciência é necessário para que as pessoas compreendam a ciência e possam lidar com os objetos e processos tecnológicos que elas encontram na vida cotidiana (p. 16);
- *O argumento democrático:* um entendimento da natureza da ciência é necessário para que as pessoas compreendam questões socio-científicas e participem em processos de tomada de decisão; (p. 18)
- *O argumento cultural:* um entendimento da natureza da ciência é necessário para apreciar a ciência como elemento importante da cultura contemporânea; (p. 19)

4 O Brasil recebeu o primeiro desses eventos regionais em 2010, em Maresias, e, mais recentemente, na UFABC, em 2019, além do evento internacional principal de 2015, no Rio de Janeiro.

- *O argumento moral:* aprender sobre a natureza da ciência pode ajudar a desenvolver a percepção da natureza da ciência, e, em particular, as normas da comunidade científica, incorporando compromissos morais que são de valor geral; (p. 19)
- *O argumento da aprendizagem de ciências:* um entendimento da natureza da ciência dá suporte a uma aprendizagem de conteúdo científico bem-sucedida. (p. 20)

Uma vez reconhecida a importância de que o aluno aprenda não só teorias e conceitos científicos, mas também sobre a ciência como atividade e as características do conhecimento científico como produto desta atividade (ou seja, a NdC), o primeiro passo natural das pesquisas empíricas na área foi o levantamento das concepções que alunos de diferentes níveis têm sobre ciência. Diferentes instrumentos envolvendo questionários e/ou entrevistas foram desenvolvidos para investigar as concepções tanto de alunos de diferentes níveis como de professores de ciências (LEDERMAN, BARTOS e LEDERMAN, 2014) e diversos estudos na área foram dedicados a este fim (AZEVEDO e SCARPA, 2017). Segundo Lederman (1992), tais estudos são consistentes em apontar que os alunos apresentam concepções de NdC que podem ser consideradas problemáticas, inadequadas ou ingênuas. Tal percepção levou, por sua vez, a pesquisas que buscavam elaborar, implementar e avaliar currículos que favorecessem o entendimento da NdC, além do levantamento de concepções de professores, uma vez que se assumia que estes seriam peças-chave no processo de formação das concepções dos alunos (LEDERMAN, 1992). Esta última vertente produziu resultados semelhantes aos anteriores: muitos professores apresentavam concepções de NdC tão problemáticas quanto a dos alunos, o que levou a uma série de pesquisas com foco na formação de professores (ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000).

Paralelamente às pesquisas do grupo de Lederman, Gil-Perez et al. (2001) fazem uma ampla revisão de trabalhos sobre o tema e apresenta uma sistematização das principais concepções do trabalho científico chamadas pelos autores de "distorcidas". São elas: a visão empírico-indutivista e ateórica que entende a observação e a experimentação como neutras; a visão rígida e algorítmica segundo a qual há um único método científico na forma de uma série de passos a serem seguidos; a visão aproblemática e ahistórica que desconsidera o processo de produção do conhecimento científico ao longo do tempo, seus percalços e suas limitações; a visão exclusivamente analítica que enfatiza

a superespecialização das diferentes áreas da ciência e perde de vista a conexão entre elas; a visão acumulativa de crescimento linear do conhecimento científico que ignora as complexidades do processo histórico de progresso da ciência; a visão individualista e elitista que entende a ciência como atividade de gênios que trabalham isoladamente, sem intercâmbio com seus pares; a visão da ciência socialmente neutra, segundo a qual o trabalho dos cientistas é desconectado e não influenciado pela sociedade à sua volta.

A essas concepções problemáticas encontradas independentemente por Gil-Perez e colaboradores, somam-se outras também frequentemente apresentadas pelos alunos (e, não raro, por professores), como a noção de que o conhecimento científico representa a verdade absoluta; de que hipóteses ou teorias, uma vez suficientemente confirmadas pelas evidências, transformam-se em leis; a ideia de que a criatividade e a imaginação tem pouco ou nenhum lugar na ciência; entre outras (LEDERMAN, 1992).

## Propostas e desenvolvimentos recentes

O reconhecimento da importância da NdC como componente essencial da alfabetização científica aliada à percepção de que os alunos frequentemente apresentam concepções equivocadas sobre o conhecimento científico suscitaram o surgimento de diferentes propostas no que diz respeito a quais aspectos da NdC devem ser ensinados e como ensiná-los. Como apontado, as disciplinas de referência, aqui, são aquelas de caráter metacientífico, com especial ênfase dada à história e à filosofia da ciência. Contudo, historiadores e filósofos da ciência nunca estiveram perto de alcançar um consenso sobre as questões fundamentais do conhecimento e do fazer científicos. Segundo Laudan,

> Se eu me dirigir a um realista como Popper e perguntar quais são os métodos da ciência, ele me dará certa lista; se eu me dirigir a positivistas como Carnap ou van Fraassen ou a um pragmatista como Peirce eu receberei outras listas de regras. Agora, o que é interessante para um observador-participante da tribo filosófica como eu é que todas essas listas de regras diferem drasticamente. E todas diferem do que eu poderia ler sobre "o método científico" no capítulo de abertura de um texto de física ou biologia de graduação. (LAUDAN, 1990, p. 95)

Isto coloca uma dificuldade para o ensino de ciências, uma vez que não há acordo, na filosofia da ciência, sobre qual seria a NdC que forneceria a referência estabelecida daquilo que deveria ser

objetivamente ensinado aos alunos. Driver et al. (1996) também reconhecem que se, por um lado, na ciência há teorias e conceitos bem estabelecidos (mesmo que nunca absolutos) que servem de referência para aquilo que é ensinado aos alunos, por outro, a filosofia da ciência é marcada por uma diversidade de posições possíveis e pela dificuldade em se encontrar consensos. Segundo os autores:

> […] falar sobre o entendimento de alguém sobre alguma coisa parece implicar que a coisa em questão é bem compreendida, que há um entendimento acordado entre especialistas com o qual suas ideias podem ser comparadas. Este é o caso quando consideramos as ideias e entendimentos que os alunos têm de conteúdos de ciência. [...] Em contraste, há menos consenso entre acadêmicos sobre a natureza da ciência. Filósofos da ciência adotaram – e continuam a adotar – uma variedade de posições sobre as principais questões sobre ciência e conhecimento científico. [...] Longe de esclarecer nosso entendimento da natureza da ciência, ou de levar em direção ao consenso, seu efeito tem sido de ampliar o leque de visões e posições oferecidas. (DRIVER et al., 1996, p. 24-25)

Na tentativa de contornar tal dificuldade, e apesar de reconhecer os debates filosóficos mencionados, os autores buscam elencar aspectos da NdC bastante gerais que contam com amplo acordo na comunidade filosófica e que poderiam corresponder a uma expectativa razoável de aprendizagem dos alunos da educação básica como, por exemplo, a noção de que o propósito da ciência é explicar fenômenos naturais, de que a ciência se baseia em evidências, de que a ciência é feita por uma comunidade (e não por indivíduos isolados), entre outras (DRIVER et al., 1996).

Seguindo uma linha de raciocínio semelhante, o grupo de pesquisadores liderado por Lederman buscou reunir aqueles aspectos da NdC que fossem, a um só tempo, gerais o bastante para serem considerados consensuais entre historiadores e filósofos da ciência e acessíveis e relevantes para os alunos da educação básica (LEDERMAN et al., 2002). Essa pesquisa originou uma lista de afirmações gerais sobre ciência que passou a ser referida por muitos da área como a "lista de consensos". Tal lista inclui: a noção de que o conhecimento científico é provisório, empírico e guiado por teoria, além de ser parcialmente fruto da imaginação e criatividade e inserido num contexto social e cultural (LEDERMAN, 2002). Os autores também enfatizam a distinção entre observação e inferência, a inexistência de um único método científico universal e as relações entre leis e teorias (LEDERMAN, 2002). Nota-se como a lista de consensos guarda uma relação de simetria com algumas das concepções mais problemáticas frequentemente apresentadas pelos alunos: uma vez que muitos alunos tendem a ver o conhecimento científico como verdade absoluta, é preciso

enfatizar seu caráter provisório; se os alunos veem o trabalho do cientista como puramente empírico (os dados falam por si mesmos), é preciso esclarecer que, apesar de empírico, ele também é guiado por teoria; enquanto muitos alunos creem que a ciência é desconectada da realidade sociocultural, faz-se necessário radicar a atividade científica no contexto em que ela se realiza; se os alunos concebem a atividade científica como puramente algorítmica, é preciso reforçar o papel da imaginação e da criatividade no trabalho do cientista; se os alunos confundem observação e inferência, é preciso distingui-las; uma vez que os alunos acreditam na existência de um método científico universal é preciso desconstruir este mito; e se os alunos creem que teorias são palpites que, uma vez suficientemente confirmadas pela experiência, se tornam leis, é preciso substituir esta noção por conceitos mais adequados de leis e teorias e das relações entre elas.

Os autores argumentam que, mesmo reconhecendo a existência de debates entre historiadores e filósofos da ciência com relação a inúmeras questões, as afirmações acima podem ser consideradas consensuais justamente por serem tão gerais que dificilmente suscitariam alguma discordância. As diferenças de pontos de vista entre os filósofos surgem a partir do momento em que estes aprofundam a análise destes tópicos gerais. Contudo, tais debates filosóficos não são, segundo esse grupo de pesquisadores, nem relevantes para os alunos da educação básica nem acessíveis para a maioria deles. Os autores dão o exemplo da discussão sobre a existência de uma realidade objetiva e/ou uma realidade fenomênica, o que remete ao debate entre realistas e antirrealistas na filosofia da ciência (LEDERMAN, 2002). Tal debate, nessa visão, seria perfeitamente cabível em uma sala de aula de filosofia da ciência, mas demasiadamente abstrato e irrelevante para a vida cotidiana da maioria das pessoas, sobretudo alunos de ciências da educação básica (LEDERMAN, BARTOS e LEDERMAN, 2014). Os itens da lista corresponderiam, portanto, a uma concepção adequada da NdC que o ensino de ciências deveria garantir ao aluno.

O mesmo grupo de pesquisadores também advoga que o ensino, além de se pautar na lista de consensos, deve abordar a NdC de maneira explícita e reflexiva, e não apenas de maneira implícita. A abordagem implícita no ensino de NdC parte da premissa de que, ao engajarem-se em práticas de investigação científica, os alunos automaticamente desenvolverão uma melhor compreensão da NdC (KHISHFE; ABD-EL-KHALICK, 2002), ou seja, os alunos aprenderiam sobre a ciência

vivenciando-a na prática (mesmo que em um nível de complexidade adequado ao contexto escolar). Contudo, a tendência das pesquisas nas décadas de 1990 e 2000 foi no sentido de mostrar que uma abordagem explícita e reflexiva é mais eficiente (HODSON, 2014; LEDERMAN, 2007). A expressão "explícita" se refere à noção de que aspectos da NdC devem ser considerados como conteúdos da mesma forma que conceitos científicos. Neste sentido, os objetivos de aprendizagem relacionados à NdC devem ser incorporados ao planejamento dos professores e as estratégias de ensino devem ser adotadas de maneira explicitamente orientada por eles. Já o aspecto reflexivo diz respeito ao fato de que os alunos devem ser levados a refletir explicitamente sobre as práticas científicas de maneira a fazer generalizações sobre a NdC (KHISHFE; ABD-EL-KHALICK, 2002). Assim, a abordagem explícita e reflexiva se opõe frontalmente à premissa da abordagem implícita segundo a qual a compreensão da NdC seria um subproduto do engajamento dos alunos em práticas científicas.

É importante ressaltar que os defensores da abordagem explícita e reflexiva, sobretudo o grupo liderado por Lederman, não rejeitam a importância do ensino de caráter investigativo; pelo contrário, eles argumentam que tanto a história da ciência como o ensino por investigação podem fornecer contextos ideais a partir dos quais o aluno pode vir a desenvolver uma melhor compreensão da NdC (ABD-EL-KHALICK, 2012; SCHWARTZ; LEDERMAN; CRAWFORD, 2004). Esses autores apenas fazem questão de frisar que este não é um resultado automático do trabalho com aqueles contextos. Outra ressalva importante a ser feita é de que uma abordagem explícita e reflexiva não é o mesmo que enunciar os aspectos da ciência aos alunos para que eles os decorem e sejam capazes de repeti-los como um mantra; o que se espera é que os alunos, por meio de um processo reflexivo, alcancem a compreensão daqueles aspectos. Abd-El-Khalick (2012) argumenta que o ensino de NdC deve ser integrado ao ensino de ciências e que propostas que defendem a introdução de unidades específicas voltadas para NdC e/ou história da ciência em adição a um currículo já extenso do qual o professor deve dar conta dificilmente seriam praticáveis. O autor estabelece uma distinção entre ensinar *sobre* NdC[5] e ensinar *com* NdC. A primeira se refere ao planejamento do ensino direcionado por aspectos de NdC como objetivos explícitos de aprendizagem, enquanto a segunda implica a ideia de que as estratégias de ensino adotadas sejam informadas por conhecimentos

5 Esta expressão não deve ser confundida com aquela semelhante utilizada por Kötter e Hammann (2017), detalhada mais adiante.

adequados da epistemologia da ciência. Pode-se dizer que, enquanto a ideia de ensinar *sobre* NdC se relaciona diretamente com a prerrogativa do ensino explícito (ou seja, ambas enfatizam a importância de objetivos de ensino e aprendizagem explicitamente relacionados à NdC), a noção de ensinar *com* NdC se diferencia da ideia de ensino reflexivo por uma questão de enfoque: enquanto esta é focada no aluno (uma vez que este deve ser levado à reflexão explícita sobre a NdC), aquela se refere ao professor (que deve planejar as atividades de ensino de maneira informada pela epistemologia da ciência de forma a fomentar aquela reflexão). Assim, a ideia de ensinar *com* NdC adquire especial relevância para que o professor possa planejar atividades investigativas e/ou relacionadas à história da ciência adequadas para o alcance dos objetivos de aprendizagem relacionados à NdC.

A proposta defendida pela pelo grupo de Lederman, embora tenha sido amplamente influente, também recebeu diversas críticas que, por sua vez, deram origem a propostas alternativas. O resultado é um debate acalorado entre diferentes autores da área que se estende até o presente e que não dá indícios de se resolver no futuro próximo.

Alters (1997) conduziu uma pesquisa com filósofos da ciência e concluiu que não há consenso sobre a NdC, criticando a premissa das abordagens que buscam tais consensos como referência para a pesquisa. O autor aponta a importância de que os estudos na área levem em consideração a pluralidade de posicionamentos filosóficos existentes. Contudo, a posição de Alters também foi contestada por filósofos da ciência que admitem a existência de certo nível de consenso com relação a algumas questões e alertam para o risco de que o tratamento simplista da diversidade de posições filosóficas existentes leve os alunos a entenderem que todas são igualmente viáveis (EFLIN; GLENNAN; REISCH, 1999), o que implicaria uma forma de relativismo filosófico.

Clough (2007), apesar de concordar com a possibilidade de se encontrar consensos em um nível de generalidade que seja acessível e relevante para a educação básica, faz uma crítica à apresentação de aspectos da NdC na forma de enunciados afirmativos gerais (em inglês, "tenets"). Quando apresentados desta forma, tais enunciados tendem a tornarem-se mais um conteúdo a ser transmitido pelo professor e memorizado pelo aluno; a NdC passa a ser um conhecimento declarativo ao invés de algo as ser investigado e compreendido pelos estudantes. O autor propõe que os enunciados sejam convertidos em perguntas que ensejem discussões na sala de aula. Assim, a afirmação de

que “o conhecimento científico é provisório” pode ser convertido em algo como “em que sentido o conhecimento científico pode ser considerado provisório? E em que sentido pode ser considerado duradouro?”.

Ao revisar a literatura da área, Deng et al. (2011) reconhecem três diferentes perspectivas (“frameworks”) nas pesquisas em NdC. A perspectiva unidimensional entende que as diferentes visões de NdC variam em um contínuo que vai do empirismo, em um extremo, ao construtivismo, em outro, sendo que visões mais próximas àquele seriam mais inadequadas ou ingênuas, enquanto aquelas mais próximas a este seriam mais sofisticadas. Uma crítica possível a essa perspectiva é a de que pode ser excessivamente simplista imaginar que as múltiplas visões possíveis de NdC formem um contínuo. A perspectiva multidimensional supera essa dificuldade concebendo a NdC como diversos aspectos complementares que podem ser avaliados de maneira mais ou menos independente. Este seria o caso, por exemplo, das abordagens baseadas na lista de consensos proposta pelo grupo de Lederman. Cada item da lista, neste caso, é uma dimensão da NdC com relação à qual cada aluno pode ter uma visão ingênua ou sofisticada. Tanto a perspectiva unidimensional como a multidimensional, contudo, desconsideram o papel do contexto, isto é, parte-se da premissa de que a concepção de NdC de cada aluno é consistente em diferentes contextos. A concepção de NdC é tratada, em ambos os casos, como uma estrutura pronta na mente do aluno que pode ser acessada por meio de questionários fechados ou abertos. Por fim, a perspectiva dos recursos argumentativos, endossada pelos autores, foca na capacidade dos alunos de engajarem-se em discussões sobre o processo de produção e justificação de enunciados científicos de maneira a posicionarem-se argumentativamente com relação a eles. Nessa perspectiva, o contexto de produção dos argumentos tem papel central e a ênfase encontra-se não na concepção de NdC que os alunos podem expressar declarativamente, mas na qualidade da argumentação que eles desenvolvem em situações concretas.

Em sintonia com a distinção de perspectivas encontrada por Deng et al. (2011), Duschl e Grandy (2012) argumentam que há duas versões daquilo que pode ser considerado “explícito” no tocante ao ensino de NdC. A versão 1, que os autores associam à ideia de uma lista de consensos e que se aproxima conceitualmente da perspectiva multidimensional de Deng et al., estaria apoiada em autores da virada historiográfica em filosofia da ciência (sobretudo no trabalho de Kuhn, mas também de

autores como Lakatos, Laudan, entre outros). Já a versão 2, que os autores associam à filosofia naturalizada da ciência (e a nomes como Giere e Nersessian), concebe o ensino explícito de NdC como a inserção do aluno em sequências didáticas longas nas quais ele é imerso em práticas científicas tais como interpretação e argumentação com uso de evidências, elaboração e refinamento de modelos etc., e se alinha à perspectiva de recursos argumentativos de Deng et al. Nessa versão, os alunos aprenderiam sobre a NdC ao experienciarem práticas científicas em primeira mão. É importante ressaltar que os autores, além de atribuírem uma perspectiva filosófica clara à lista de consensos (virada historiográfica), também assumem eles mesmos sua própria perspectiva (filosofia da ciência naturalizada) que consideram mais adequada ao ensino de NdC.

Um exemplo de proposta que pode ser associada à perspectiva de recursos argumentativos de Deng et al. (2011) e à versão 2 de Duschl e Grandy (2012) é aquela desenvolvida por Allchin (2011, 2013). Segundo Allchin (2011), o objetivo do ensino de NdC deve ser habilitar o aluno a avaliar a confiabilidade dos diversos enunciados científicos de maneira que ele possa tomar decisões em sua vida pessoal e pública. Neste sentido, a educação científica deve fomentar no aluno uma compreensão *funcional* da NdC que lhe possibilite lidar na prática com a miríade de situações concretas envolvendo ciência e tecnologia que ele encontrará. O autor argumenta que não há evidências de que o conhecimento declarativo de enunciados descontextualizados como aqueles presentes nas listas de consensos possa contribuir para que o aluno lide com tais situações. Allchin ainda acrescenta que, enquanto alguns enunciados da lista do grupo de Lederman são pouco relevantes para uma alfabetização científica funcional (como, por exemplo, a distinção entre leis e teorias), há aspectos importantes notadamente ausentes da lista (como a questão da credibilidade do cientista, o sistema de crítica mútua, entre outros). Em contrapartida, o autor propõe uma abordagem inclusiva que leve em consideração os diversos aspectos envolvidos na avaliação da confiabilidade da ciência, o que o autor chama de "whole science" ("ciência integral", em tradução livre). Nessa proposta, o ensino de NdC se daria de maneira contextualizada por meio da análise de casos concretos envolvendo os vários aspectos do fazer científico. O contexto pode ser dado por ensino por investigação, casos históricos ou contemporâneos, cada um com suas vantagens e desvantagens (ALLCHIN; ANDERSEN; NIELSEN, 2014). A principal via explorada pelo autor é o uso de casos históricos. Trata-se de apresentar aos alunos narrativas históricas com momentos de pausa em que algumas perguntas são feitas

com o intuito de promover a reflexão sobre aspectos chave do processo de produção da ciência. Os alunos são inseridos na narrativa não da posição contemporânea, isto é, que olha para a história em retrospecto, mas na perspectiva cega de quem participa do processo, como o cientista que é protagonista da narrativa (para maiores detalhes, vide ALLCHIN, 2013). De maneira semelhante, a avaliação da aprendizagem dentro desta proposta seria baseada na análise funcional de casos concretos por parte dos alunos (ALLCHIN, 2011). É importante notar que o emprego de casos concretos não é, na proposta de Allchin, apenas pretexto para a discussão de aspectos da NdC (como seria possível argumentar com relação à proposta da lista de consensos), mas é central para o desenvolvimento da capacidade de análise do aluno que é o objetivo principal desta abordagem. O aspecto funcional da proposta de Allchin está ancorado na análise situada da confiabilidade da ciência em cada contexto particular. A ênfase de Allchin na importância da contextualização também inspirou a criação de instrumentos de levantamento de visões de NdC (AZEVEDO; SCARPA, 2018).

Matthews (2012, 2015) reconhece o mérito do trabalho do grupo de Lederman ao contribuir para que NdC seja efetivamente introduzida nas salas de aula. Contudo, o autor critica a lista de consensos ao afirmar que ela se torna um conteúdo a mais para ser decorado pelos alunos ao invés de favorecer a reflexão crítica sobre a ciência. Além disso, a lista representaria uma espécie de imagem essencial da ciência, ou seja, uma série de características consideradas necessárias e suficientes para que algo possa ser considerado ciência, o que remete ao problema filosófico da demarcação (neste ponto, o autor está de acordo com as críticas feitas por Irzik e Nola detalhadas mais adiante). Matthews propõe que o foco da discussão deixe de ser uma lista fechada de características gerais e essenciais da ciência e passe a ser a discussão aprofundada de traços ou aspectos da ciência. Neste sentido, o autor sugere a mudança da expressão "nature of science" (NOS) para "features of science" (FOS). Tais traços ou aspectos constituiriam uma lista aberta de temas a serem investigados e aprofundados por professores e estudantes. A afirmação de que "a ciência é empírica" (presente na lista de consensos), por exemplo, mascara um acalorado debate na filosofia da ciência a respeito do estatuto ontológico de entidades teóricas – justamente aquele debate explicitamente rejeitado pelo grupo de Lederman como sendo irrelevante para a educação básica (LEDERMAN et al., 2002; LEDERMAN; BARTOS; LEDERMAN, 2014). Matthews defende que estes e outros temas das várias disciplinas metacientíficas ("science studies") sejam explorados. Contudo, o autor aconselha

a adoção de objetivos "modestos" no ensino dos aspectos da ciência, uma vez que não seria o caso de esperar que todos os professores de ciências fossem proficientes em história e filosofia da ciência.

Irzik e Nola (2011), assim como Allchin e Matthews, acreditam que a lista de consensos deixa de considerar alguns aspectos importantes da ciência. Além disso, ela transmite a imagem de uma NdC estática, que não se transforma ao longo do tempo. Mas a principal crítica dos autores diz respeito ao velho problema filosófico da demarcação. Trata-se da questão acerca da possibilidade e do critério que permitiria distinguir aquilo que pode ser considerado ciência de tudo o que não pode ser chamado de "científico", com especial ênfase na pseudociência. O problema da demarcação é antigo na filosofia da ciência e diversas propostas de critérios têm sido levantadas sendo que não há uma que possa ser considerada consensual (como em tantas outras questões na filosofia). As implicações do problema da demarcação para o ensino de ciências já haviam sido levantadas anteriormente (por exemplo, SMITH; SCHARMANN, 1999). A apresentação de uma lista de aspectos gerais da ciência parece sugerir que aquilo que se conforma àquelas características pode ser considerado ciência, ou seja, trata-se de uma forma de critério de demarcação. Contudo, dizer, por exemplo, que a ciência é empírica ou que ela se insere em um contexto sócio-histórico-cultural, ainda que verdadeiro, também é válido para diversas outras formas de conhecimento. Irzik e Nola (2011) acrescentam, ainda, que a lista de consensos falha em reconhecer as particularidades das diferentes ciências. Os autores propõem, então, o que eles chamam de abordagem de semelhança de família ("family resemblance approach") inspirada no conceito homônimo de Wittgenstein. O conceito wittgensteiniano original se refere à ideia de que uma palavra pode se referir a muitas coisas diferentes que apresentam semelhanças, mas sem que uma única característica seja comum a todas exclusiva delas, não podendo, portanto, ser considerada definidora do conjunto de coisas às quais a palavra se refere.

> 66. Considere, por exemplo, os processos que chamamos de "jogos". Refiro-me a jogos de tabuleiro, de cartas, com bola, de torneios esportivos etc. O que é comum a todos eles? [...] Pois, se você os contempla, não verá na verdade algo que fosse comum a todos, mas verá semelhanças, parentescos, e até toda uma série deles. [...] Considere, por exemplo, os jogos de tabuleiro, com seus múltiplos parentescos. Agora passe para os jogos de cartas: aqui você encontra muitas correspondências com aqueles da primeira classe, mas muitos traços comuns desaparecem e outros surgem. Se passarmos agora aos jogos de bola, muita coisa comum se conserva, mas muitas se perdem. – São todos "recreativos"? Compare o xadrez com o jogo da amarelinha. Ou há em todos um ganhar e um perder, ou uma concorrência entre os jogadores? Pense nas paciências. Nos jogos de bola há um ganhar um

> perder; mas se uma criança atira a bola na parede e a apanha outra vez, este traço desapareceu. Veja que papéis desempenham a habilidade e a sorte. E como é diferente a habilidade no xadrez e no tênis. Pense agora nos brinquedos de roda: o elemento de divertimento está presente, mas quantos dos outros traços característicos desapareceram! E assim podemos percorrer muitos, muitos outros grupos de jogos e ver semelhanças surgirem e desaparecerem.
>
> E tal é o resultado desta consideração: vemos uma rede complicada de semelhanças, que se envolvem e se cruzam mutuamente. Semelhanças de conjunto e de pormenor.
>
> 67. Não posso caracterizar melhor essas semelhanças do que com a expressão "semelhanças de família"; pois assim se envolvem e se cruzam as diferentes semelhanças que existem entre os membros de uma família: estatura, traços fisionômicos, cor dos olhos, o andar, o temperamento etc. etc. – E digo: os "jogos" formam uma família. (WITTGENSTEIN, 1979, p. 38-39, original publicado em 1953)

Irzik e Nola aplicam o conceito à noção de ciência. Para os autores, as diferentes ciências compartilham uma série de características entre si, mas, ainda que algumas delas sejam compartilhadas por todas (como, por exemplo, a observação) nenhuma é exclusiva das ciências, ou seja, nenhuma é definidora da noção de "ciência". Isto implica a impossibilidade de se estabelecer um critério claro e absoluto para distinguir a ciência de outras atividades humanas e formas de conhecimento. Embora a ideia de aplicar o conceito de semelhança de família à NdC tenha sido mencionada por outros autores (EFLIN; GLENNAN; REISCH, 1999; VAN DIJK, 2011), Irzik e Nola dão um passo fundamental no sentido de operacionalizar o conceito para o ensino de NdC ao propor categorias que organizam tematicamente as características da ciência que podem ser trabalhadas em sala de aula. Os autores concebem a ciência de forma ampla como um sistema ao mesmo tempo cognitivo-epistêmico e sócio-institucional. A partir desta concepção, propõem oito categorias abertas (não exaustivas) que organizam as diversas características compartilhadas pelas ciências: processos de investigação; objetivos e valores; metodologias e regras metodológicas; conhecimento científico; atividades profissionais; etos científico; certificação social e disseminação do conhecimento científico; e valores sociais (IRZIK; NOLA, 2014). Por exemplo, "experimentação" é uma característica compartilhada por muitas ciências, mas não por outras (como a astronomia, por exemplo) que entra na categoria "processos de investigação".

Dagher e Erduran (2016) expandem as categorias propostas por Irzik e Nola para um total de onze ao incluírem organizações sociais e interações, estruturas políticas de poder e sistemas financeiros. É importante ressaltar que as categorias se comunicam entre si, isto é, os autores reconhecem que, na prática, as várias características das ciências se articulam umas às outras, e essas relações também podem ser exploradas no ensino. Além disso, a abordagem de semelhança de família não prescreve conteúdos a serem ensinados, mas, ao contrário, oferece um esquema que organiza os diversos temas e questões relativas à NdC que podem ser trabalhadas em sala de aula, deixando aberta a possibilidade de escolha de quais tópicos serão efetivamente abordados e em que profundidade e nível de complexidade. As autoras argumentam, ainda, que a abordagem de semelhança de família incorpora algumas das críticas feitas por Matthews, Allchin e Clough à lista de consensos (DAGHER; ERDURAN, 2016). Além disso, o mesmo esquema pode ser utilizado na pesquisa, por exemplo, para a avaliação de documentos oficiais, currículo etc. (por exemplo, KAYA; ERDURAN, 2016). Embora a abordagem de semelhança de família tenha sido elaborada a partir de críticas à lista de consensos, e como alternativa a ela, Kampourakis (2016) defende que proposta do grupo de Lederman pode funcionar como ponto de partida para o estudo da NdC e que, a partir daí, é possível aprofundar o estudo de maneira a se aproximar gradualmente da proposta de Dagher e Erduran. Ou seja, segundo esta visão, a lista de consensos e a abordagem de semelhança de família são vistas como complementares e ligadas por um contínuo de detalhamento e complexidade.

Kötter e Hammann (2017) se apoiam na literatura em ensino de filosofia na Alemanha para argumentar a favor da inclusão de controvérsias no ensino sobre NdC como forma de estimular a competência epistêmica dos alunos. Neste sentido, a expressão "ensinar *sobre* a NdC" implica não só tratar de aspectos da NdC no ensino, como na abordagem da lista de consensos (que os autores chamam, seguindo Kampourakis, de "abordagem de aspectos gerais"), mas incluir, também, as próprias controvérsias existentes nos debates das disciplinas de referência tais como filosofia, história e sociologia da ciência. Os autores enfatizam o fato de que tais disciplinas são marcadas pela pluralidade de pontos de vista e reconhecem três abordagens possíveis para lidar com tal diversidade no contexto do ensino: a primeira seria procurar por consensos de maneira a evitar os debates, o que teria sido a estratégia adotada pela lista de consensos; a segunda seria limitar-se a uma abordagem descritiva localizada alinhada à epistemologia naturalizada, alternativa que os autores associam à

versão 2 defendida por Duschl e Grandy (2012, ver acima); já a terceira via, defendida pelos autores, é a incorporação das controvérsias no ensino. Assim, não se trataria de assumir uma posição filosófica específica considerada melhor ou mais correta, mas de trazer a própria questão para o ensino. Por exemplo, Duschl e Grandy (2012) defendem uma perspectiva apoiada no naturalismo em filosofia da ciência; na visão de Kötter e Hammann, porém, a própria questão acerca da pertinência do naturalismo como postura filosófica no âmbito da epistemologia deveria ser um tema tratado em aula. Os autores reconhecem a importância de que tais controvérsias sejam adaptadas ao nível dos alunos e contextualizadas (concordando, neste ponto, com Allchin), mas discordam do argumento levantado por diferentes autores acerca da irrelevância de certos temas da filosofia da ciência para a educação básica. O problema da subdeterminação teórica, por exemplo, visto por muitos como um tópico altamente abstrato e de interesse exclusivo dos filósofos da ciência, tem consequências importantes para o debate sobre o relativismo que, por sua vez, tem consequências práticas importantes como, por exemplo, a disputa envolvendo criacionistas e o ensino de evolução nas escolas. Uma discussão sobre este tópico, entre outros, demanda do cidadão a capacidade de avaliar argumentos filosóficos. Por fim, Kötter e Hammann acreditam que a abordagem de semelhança de família possa ser uma ótima forma de organizar tópicos para o ensino sobre NdC, mas ressaltam a importância de que seja explicitamente reconhecida a importância de se abordar as controvérsias no ensino. Convém, contudo, fazer, aqui, uma ressalva: seria possível argumentar, da perspectiva de Kötter e Hammann, que a abordagem de semelhança de família, apesar de dar espaço para que diferentes perspectivas filosóficas sejam tratadas com relação às diversas categorias propostas por Dagher e Erduran (2016), parte, ela mesma, de um posicionamento filosófico com relação a um tema controverso da filosofia da ciência: o problema da demarcação.

## A Natureza da Ciência nos livros didáticos de ciências

Em muitos contextos educacionais ao redor do mundo, livros didáticos determinam, em grande medida, o currículo que é ensinado em sala de aula, o que adquire especial relevância no caso da NdC, uma vez que professores de ciências frequentemente carecem dos conhecimentos e da formação necessária para introduzirem essa temática no ensino e buscam apoio naqueles livros (HÖTTECKE; SILVA, 2011; MCDONALD; ABD-EL-KHALICK, 2017). O quadro se agrava

uma vez que muitos livros apresentam visões distorcidas de NdC (HÖTTECKE; SILVA, 2011; MCDONALD; ABD-EL-KHALICK, 2017). Por exemplo, Knain (2001), ao realizar uma análise do discurso de livros didáticos de ciências noruegueses, encontrou distorções significativas nas imagens de ciência veiculadas. Os livros investigados colocam a ênfase no conhecimento científico como produto acabado, e dão pouca atenção ao seu processo de produção. Além disso, apresenta-se uma imagem de conhecimento científico como verdadeiro e inquestionável, produzidos por cientistas individuais (ou seja, desconectados da comunidade científica) por meio da aplicação do método científico. Chiappetta, Fillman e Sethna (1991) chegaram a uma conclusão semelhante no que diz respeito à ênfase dos livros didáticos no conhecimento científico como produto acabado da atividade científica e à negligência da NdC. Os autores desenvolveram um método baseado na análise de conteúdo para avaliar a ênfase dada a quatro categorias nos livros didáticos de ciências: a) ciência como corpo de conhecimento; b) ciência como forma de investigação; c) ciência como forma de pensamento e d) interação entre ciência, tecnologia e sociedade. A primeira categoria, que inclui a apresentação de fatos, conceitos, teorias e modelos da ciência, foi, de longe, a mais presente, ou seja, aquela à qual foi dada maior ênfase em todos os livros analisados. A terceira categoria, intimamente ligada à NdC, inclui tópicos como experimentação, desenvolvimento histórico da ciência, evidência, inferência (indutiva e dedutiva), natureza empírica da ciência, objetividade, método científico, entre outros. Essa categoria é praticamente ausente nos livros analisados. A metodologia foi posteriormente aplicada em diferentes países e outros livros, com resultados semelhantes (MCDONALD; ABD-EL-KHALICK, 2017). Mais de duas décadas depois, Chiappetta e Fillman (2007) realizaram estudo comparativo utilizando a mesma metodologia com livros de biologia. Embora a ênfase continue sendo na ciência como corpo de conhecimento, esta é menor em comparação com os livros analisados anteriormente; há um ligeiro aumento na ênfase dada às relações CTS; há um aumento significativo na categoria relativa à investigação científica; e houve um aumento substancial com relação à ciência como forma de pensamento, embora esta continue sendo uma categoria minoritária. Os autores concluem que há um maior equilíbrio das categorias analisadas nos livros mais recentes, bem como uma tendência de mudança de perspectiva da aprendizagem passiva para a aprendizagem ativa, o que é considerado positivo.

Leite (2002) analisou cinco livros didáticos de física em Portugal e concluiu que a forma como a história da ciência é abordada dificilmente contribuiria para uma melhor compreensão da ciência e do trabalho do cientista por parte do aluno. A autora comenta que a forma como as descobertas científicas são frequentemente apresentadas e a forma como a maioria dos cientistas são caracterizados podem levar à ideia de que a ciência está escondida em algum lugar, esperando por um gênio para descobri-la em um momento de insight (p. 355).

Além disso, a autora argumenta que a maioria dos conteúdos históricos são considerados, implícita ou explicitamente, opcionais, o que é reforçado pelo fato de que em geral os livros não propõem atividades de aprendizagem ligadas a tais conteúdos, o que tende a promover a indiferença do aluno com relação a tais temas. Essa colocação condiz com a pouca ênfase dada à NdC em livros didáticos encontrada por Chiappetta e colaboradores (CHIAPPETTA; FILLMAN, 2007; CHIAPPETTA; FILLMAN; SETHNA, 1991).

Niaz (2014), ao revisar pesquisas sobre a presença de aspectos da NdC em livros didáticos de ciências no período de quinze anos entre 1996 e 2010, conclui que poucos apresentam uma perspectiva histórico-filosófica que contribua para o entendimento de ciência dos alunos. Por exemplo, poucos livros dão atenção à natureza tentativa do conhecimento científico e a maioria não enfatiza o progresso da ciência por meio de embates entre teorias rivais com base em evidências.

# O Ensino de Filosofia da Ciência no Brasil

Os trabalhos sobre ensino de filosofia da ciência na educação básica, tanto nacional como internacionalmente, são raros. Os poucos trabalhos voltados especificamente para o ensino de filosofia da ciência no Brasil são revisados mais adiante.

A carência de trabalhos específicos sobre o tema coloca uma dificuldade para que possamos vislumbrar o que seria o ensino de filosofia da ciência no Brasil. Diferentemente do que ocorre com relação ao ensino de NdC, em que há grande volume de pesquisas e debates acerca de seus objetivos e abordagens levando a diferentes frameworks teóricos mais ou menos bem definidos, quando se trata do ensino de filosofia da ciência, a escassez de trabalhos publicados deixa pouco claro o tipo de ensino que seria proposto. Neste sentido, para compreender o que seria o ensino de filosofia da ciência no Brasil, convém, primeiramente, compreender a forma como o ensino de filosofia em geral é concebido no país. Tal entendimento fornecerá o contexto a partir do qual poderemos conceber aquele como parte deste.

Contudo, esbarramos, de partida, em um problema. O ensino de qualquer disciplina pressupõe uma concepção, da parte daquele que a ensina, ainda que provisória e frequentemente implícita, do que é a própria disciplina. Assim, o professor de biologia tem uma noção do que é a própria biologia como campo de investigação e área do conhecimento humano, seu objeto de estudo, métodos empregados etc. Não se trata de crer, contudo, que, quando requisitado, o professor de biologia seria necessariamente capaz de fornecer uma resposta clara e bem estruturada a perguntas como "o que é biologia?" ou, ainda, "o que este objeto da biologia, a vida?". Com efeito, as respostas a tais questões não são, elas mesmas, científicas, e fogem, portanto, à disciplina de especialidade daquele professor. Não é nem mesmo o caso de imaginar que haja uma resposta definitiva disponível na literatura cujo

conhecimento lhe escape. Tratam-se de problemas metacientíficos, eminentemente filosóficos e, como tais, apresentam inúmeros tratamentos, múltiplas respostas, sempre parciais. À concepção de biologia soma-se uma concepção de educação e o resultado é uma concepção de ensino de biologia que norteia sua prática em sala de aula. Tal concepção se encontra na base de respostas a questões tais como "o que eu devo ensinar?", "quais conteúdos são mais importantes para a educação dos jovens?", "por que ensiná-los?", "como ensinar?" etc.

O mesmo problema ocorre no ensino de filosofia, com uma diferença importante: a busca por uma resposta à pergunta "o que é filosofia?" já é uma tarefa filosófica. O problema é reconhecido pelos documentos oficiais de ensino de filosofia no Brasil (BRASIL, 2006; BRASIL; MEC, 1998, 2002) e é explorado em profundidade por Cerletti (CERLETTI, 2009; CERLETTI; KOHAN, 1996). Pode-se dizer tratar-se de um problema filosófico fundamental, e todo filósofo tem de enfrentá-lo, explícita ou tacitamente, na medida em que cada sistema filosófico contém em si mesmo suas próprias condições de possibilidade (COSSUTTA, 2001). Como problema filosófico, admite diversas respostas sem nunca se esgotar, e cada filósofo o retoma à sua maneira. A consequência para o ensino de filosofia é dupla: por um lado, requer do professor uma reflexão filosófica sobre a concepção de filosofia que fundamenta sua prática; por outro, exige dele que assuma uma perspectiva dentre muitas possíveis, a partir da qual desenvolverá seu trabalho, sempre ciente de suas limitações e de sua parcialidade.

Evidentemente, as diferentes concepções de filosofia e de seu ensino são tantas quantos são os professores. Contudo, se olharmos para documentos oficiais tais como os PCN, PCN+ e OCN que orientam o ensino de filosofia no país, é possível encontrar alguns traços característicos de uma forma bastante geral de se conceber o ensino de filosofia no Brasil. Tal concepção foi construída historicamente e em paralelo com o desenvolvimento do ensino de filosofia no país, com especial ênfase no período recente que se inicia com a vinda da missão francesa que fundou a Universidade de São Paulo. Assim, é preciso retomar esta história para compreendermos a forma como o ensino de filosofia é proposto nos documentos oficiais, a qual tem grande influência sobre diversas dimensões como a formação de professores, os livros didáticos etc.

O presente capítulo revisa o desenvolvimento das ideias sobre ensino de filosofia no Brasil a partir de alguns textos de referência da área. Ao mostrar como tais ideias reaparecem nos documentos oficiais, contribui para sua melhor compreensão. Finalmente, o texto revisa os trabalhos sobre ensino de filosofia da ciência no Brasil e sobre livros didáticos de filosofia no ensino médio.

Em seus primórdios, a história do ensino de filosofia no Brasil se confunde com a própria história da educação básica em nosso país. Segundo Pinho (2014), a filosofia aporta no ensino brasileiro já com os jesuítas, no Colégio da Bahia, a partir de 1572, e no Colégio de Olinda, em 1580. Contudo, naquela época, o ensino era dominado pelo tomismo importado da Europa, e a função da educação era essencialmente de natureza religiosa. No primeiro item do *Ratio Studiorum*, documento de 1599 que compila as diretrizes da missão educacional dos jesuítas, lê-se:

> Objetivo dos estudos na Companhia. — Como um dos ministérios mais importantes da nossa Companhia é ensinar ao próximo todas as disciplinas convenientes ao nosso Instituto, de modo a levá-lo ao conhecimento e amor do Criador e Redentor nosso, tenha o Provincial como dever seu zelar com todo empenho para que aos nossos esforços tão multiformes no campo escolar corresponda plenamente o fruto que exige a graça da nossa vocação. (*Ratio Studiorum*, Regras do Provincial, 1.1.)

E, mais adiante, ao referir-se às recomendações sobre a escolha dos professores:

> Lembre-se de modo muito especial que às cadeiras de teologia não devem ser promovidos senão os que são bem afeiçoados e São Tomás; os que lhe são adversos ou menos zelosos da doutrina, deverão ser afastados do magistério. (*Ratio Studiorum*, Regras do Provincial, 9.9, §2)

No que toca os professores de filosofia, recomenda-se que:

> Dotes do professor de filosofia. — Os professores de filosofia (exceto caso de gravíssima necessidade) não só deverão ter concluído o curso de teologia senão ainda consagrado dois anos à sua revisão, afim de que a doutrina lhes seja mais segura e mais útil à teologia. Os que foram inclinados a novidades ou demasiado livres nas suas opiniões, deverão, sem hesitações, ser afastados do magistério. (*Ratio Studiorum*, Regras do Provincial, 2.16.)

E, ainda:

> Livros que se devem dar aos estudantes. — Nas mãos dos estudantes de teologia e filosofia não se ponham todos os livros mas somente alguns, aconselhados pelos professores com o conhecimento do Reitor: a saber, além da Suma de Santo Tomás para os teólogos e de Aristóteles para os filósofos um comentário para consulta particular. Todos os teólogos devem ter o Concilio Tridentíno e um

> exemplar da Bíblia, cuja leitura lhes deve ser familiar. Consulte o Reitor se convém se lhes dê algum Santo Padre. Além disto, dê a todos os estudantes do teologia e filosofia algum livro de estudos clássicos e advirta-lhes que lhe não descuidem a leitura, em hora fixa, que parecer mais conveniente. (*Ratio Studiorum*, Regras do Prefeito de Estudos, 30)

O documento prossegue nesse espírito, incluindo orientações específicas para que o professor de filosofia se atenha às ideias de Aristóteles. Se, por um lado, aqui no Brasil havia um movimento no sentido de um ensino filosofia doutrinador e a importação da tradição aristotélico-tomista, sabemos que, por outro, na Europa, o que se via era um cenário efervescente de novas ideias que afrontavam justamente aquela tradição. O século XVII assistiu à emergência das ideias de autores como Galileu e Descartes que representavam uma forma de resistência à autoridade escolástica. Contudo, o Brasil só viria a importar também essa resistência tardiamente, na segunda metade do século XVIII, e já com feições empiristas (PINHO, 2014). O que se observa, a partir daí, é uma sucessão de "importações" de movimentos filosóficos, sempre a reboque dos debates europeus, como o positivismo de Comte no século XIX, as ideias de Kant, entre outros (PINHO, 2014). A apropriação desta filosofia importada era, contudo, de cunho livresco (HORN, 2000), isto é, valorizava-se a erudição daquele que estivesse atualizado em relação às últimas novidades intelectuais europeias. Assim, a sucessão de "ondas filosóficas" da elite brasileira daqueles tempos pode ser vista como a história da recepção passiva e acrítica dos influxos de teorias filosóficas originárias do velho mundo, o que, na visão de Arantes (1994), reflete a nossa condição colonial da época. Porém, mesmo após a Independência, tal situação tardaria a mudar. O ponto de virada para a filosofia no Brasil, bem como seu ensino, se daria a partir da vinda da missão francesa que fundou a Universidade de São Paulo, no início do século XX (PINHO, 2014). É também nas décadas de 1930 e 1940 que o ensino de filosofia ganha novo impulso no currículo escolar com as reformas de Campos e de Capanema (HORN, 2000). A influência francesa se faria presente na filosofia no Brasil e no seu ensino em todos os níveis até os dias de hoje. Segundo Arantes (1994), ao escrever sobre a história do departamento de filosofia da USP:

> Nossa bruxuleante curiosidade filosófica, como é sabido, sempre viveu à mercê das marés ideológicas da metrópole, literalmente a reboque dos vapores da linha da Europa [...]. Ora, a partir da viagem do *Mendoza*, em 1935, navio misto da *Compagnie des Transports Maritimes*, que trazia a bordo o jovem *normalien* Jean Magüé (vinha substituir seu compatriota Etienne Borne, primeiro

> professor responsável pelos cursos de Filosofia da nova Faculdade), principiamos a importar, peça por peça, um Departamento Francês de Filosofia, quer dizer, juntamente com as doutrinas consumidas ao acaso dos ventos europeus e dos achados de livraria, a própria usina que as produzia em escala acadêmica. Uma reviravolta decisiva em nossa malsinada dependência cultural. (p. 61)

Arantes (1994) aponta como Maugüé (assim como seu colega Lévi-Strauss, que viera no mesmo navio) encontrara, no Brasil, alunos interessados apenas nas últimas novidades europeias e que davam de ombros às obras do passado, com as quais haviam tido pouco ou nenhum contato. A familiaridade com as ideias mais recentes, por outro lado, era vista como sinal de prestígio.

Encarregado da tarefa de estabelecer as bases do ensino da filosofia na recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Maugüé redigiu um texto no qual reúne as diretrizes de tal empreitada, o qual Arantes (1994) considera a "certidão de nascimento dos estudos filosóficos uspianos". Nele, Maugüé se apoia na máxima kantiana segundo a qual "A filosofia não se ensina. Ensina-se a filosofar." (MAUGÜÉ, 2009) Essa fórmula seria repetida à exaustão até os dias atuais, o que testemunha sua influência no ensino de filosofia em seus diversos níveis. Ela remonta a ao menos duas passagens da obra de Kant (na *Crítica da Razão Pura* e na *Lógica*) que convém observar mais de perto.

Na *Crítica da Razão Pura* (2013, original de 1787), Kant faz uma distinção entre conhecimento histórico e racional (B 864). O primeiro diz respeito àquele que tem origem externa ao sujeito que o aprende, enquanto o segundo é produzido pela razão. Assim, o sujeito é capaz de aprender historicamente um determinado sistema filosófico (por exemplo, a filosofia de Aristóteles) cuja origem lhe é alheia. Já um sistema filosófico produzido pelo próprio sujeito a partir dos princípios da razão seria racional (seria o caso, por exemplo, do sistema filosófico aristotélico quando elaborado pelo próprio Aristóteles). Kant admite, portanto, a possibilidade de se aprender sistemas filosóficos historicamente, muito embora considere que aquele que se limita a tal aprendizagem é um "molde de gesso de um homem vivo", como ocorre "na maioria dos estudantes e em todos aqueles que nunca veem além da escola e permanecem estudantes a vida toda" (B 864, 865; p. 602–603). Porém, a *filosofia*, tomada como totalidade dos conhecimentos filosóficos (para além de cada sistema filosófico individual), não pode ser aprendida racionalmente uma vez que se constitui um ideal abstrato que não se encontra concretamente em parte alguma. Tudo o que é possível ao sujeito é aprender a *filosofar*,

isto é, pensar a partir dos princípios da razão – os mesmos princípios que podem embasar a crítica daquilo que se aprende. Posteriormente, na *Lógica* (2011), Kant esclarece que, "para aprender, pois, a Filosofia, seria preciso que realmente já houvesse uma" (p. 174-175), ou seja, seria preciso que a filosofia fosse um sistema de conhecimentos estabelecidos que o aluno pudesse aprender historicamente. O filósofo acrescenta, ainda, que o ensino da filosofia é zetético, ou seja, investigativo, no sentido de que o aluno deve ser levado a exercitar a própria razão crítica, isto é, filosofar. É assim que o aluno deve romper com o "molde de gesso de um homem vivo" e aprender a pensar por si próprio, e não apenas memorizar sistemas filosóficos que lhe são dados. É importante ressaltar, aqui, a centralidade que a noção de *crítica* assume para Kant tanto no âmbito de sua própria filosofia quanto do ensino que o filósofo advoga. A crítica – termo cujo sentido moderno do uso nos é dado pelo próprio Kant – remete à reflexão rigorosa com base em critérios racionais que se debruça, inclusive, sobre si própria. Segundo o filósofo, o mais árduo dos trabalhos da razão é instaurar

> [...] um tribunal capaz tanto de assegurá-la em suas pretensões legítimas como, por outro lado, de ajudá-la a livrar-se de todas as suposições infundadas; e isso não por meio de decretos arbitrários, mas segundo suas leis eternas e imutáveis; e este tribunal não é outro senão a própria *crítica da razão pura*. (KANT, 2013; p. 19, A XII)

Kant também retoma essa temática na *Resposta à Pergunta: O que é o esclarecimento?* (2011b, original de 1784), texto escrito entre a primeira e a segunda edição da Crítica da Razão Pura. Segundo o filósofo, "o esclarecimento é a saída do ser humano de sua menoridade", sendo que esta é a "incapacidade de se servir de seu próprio entendimento sem a condução de outrem" (p. 23). Kant ainda atribui a demora na menoridade (que por vezes dura toda a vida do sujeito) à preguiça, já que é cômodo manter-se menor quando há livros e tutores onde o indivíduo pode se apoiar ao invés de pensar por si próprio. Ou seja, enquanto o sujeito aprender os sistemas filosóficos apenas historicamente, ele se manterá menor. O escape da menoridade ocorre quando ele passa a pensar criticamente, por si próprio, e, neste sentido, aprende a "filosofar".

Maugüé se apropria desta máxima kantiana segundo a qual não se ensina filosofia, mas a filosofar, para lançar as bases do ensino de filosofia na Universidade de São Paulo cuja influência se estenderá à escola básica até os dias de hoje. Segundo a versão de Maugüé da visão kantiana, diferentemente do que poderia ser o caso com outras áreas, não seria possível definir um corpo de conhecimento

estabelecido da filosofia cujo ensino deveria dar conta de transmitir. Assim, argumenta o autor, se, em áreas como a matemática ou a física é possível falar em "manuais" (no sentido de compêndios de conteúdos mínimos a serem transmitidos), na filosofia já não se pode dizer o mesmo. É que, neste caso "o ensino vale o que vale o pensamento daquele que as ensina. A Filosofia é o filósofo" (p. 33). É possível reconhecer, nos dias de hoje, ecos desta visão no ensino básico, como ocorre, por exemplo, nos PCN+ (BRASIL; MEC, 2002), onde se lê que:

> O professor de Física, por exemplo, é capaz de definir o campo da ciência com a qual trabalha, conhece sua metodologia e, a partir dessa base aceita pelos cientistas dos quais é contemporâneo, consegue estabelecer um conteúdo programático mínimo e, além disso, escalonar as dificuldades para escolher o que será estudado de início, como pré-requisito para a compreensão de conceitos mais complexos.
>
> No entanto, não existe uma Filosofia – como há uma Física ou uma Química –, o que existem são filosofias, podendo o professor (a quem chamaríamos de *filósofo-educador*) privilegiar certas linhas de pensamento e de metodologia, sejam elas a dialética, a fenomenológica, a racionalista etc. Também, diferentemente de outras disciplinas, não há um "começo", um pré-requisito para se introduzir a Filosofia, a não ser quanto aos cuidados necessários com o estágio de competência de leitura e abstração dos alunos, bem como o universo de conhecimentos e valores que cada um deles já traz consigo. (p. 41-42).

Na visão de Maugüé, ecoada nos PCN+, não se trata de (e nem mesmo seria possível) estabelecer conteúdos mínimos de filosofia a serem aprendidos pelos alunos. A filosofia não se define, pois, por seu objeto, uma vez que ela não tem objeto definido. A filosofia, na visão do autor, seria uma reflexão de segunda ordem que se volta sobre toda atividade humana, inclusive sobre si própria. Neste sentido, a filosofia busca os fundamentos e as condições de possibilidade de todo conhecimento humano. Assim, não sendo conjunto de verdades estabelecidas, mas reflexão que se exerce, "não se ensina filosofia, mas a filosofar".

Tal concepção tem implicações importantes. Uma vez que a filosofia é reflexão de segunda ordem, ela só pode vir, segundo Maugüé, após a aquisição da cultura que lhe servirá de substrato. "É necessário primeiro", diz o autor, "que a inteligência se tenha exercido [...] para que, depois disto, se possa voltar sobre si mesma" (p. 35). Isto significa que o estudo das ciências, das artes etc, se torna pré-requisito para o estudo da filosofia (da ciência, da arte etc), uma vez que esta é reflexão que se volta sobre aquelas. Maugüé também aponta que tal reflexão é de natureza pessoal, ou seja, se dá no

íntimo do filósofo. A partir daí o autor representa o professor de filosofia como aquele que professa sua reflexão (filosofa) frente aos alunos. "O filósofo é um espírito que trabalha diante de outros espíritos [...]. O ensino da filosofia [...] vai tão longe quanto a reflexão daquele que a professa" (p. 35). É neste sentido que o autor diz, como mencionado anteriormente, que "o ensino vale o que vale o pensamento daquele que as ensina. A Filosofia é o filósofo" (p. 33). Com certas limitações, podemos comparar a imagem que Maugüé pinta do professor de filosofia à do filósofo que escreve um ensaio filosófico. O texto filosófico representa a reflexão pessoal do filósofo e, analogamente, a aula de filosofia é a exposição da reflexão do professor. Contudo, a analogia só vai até aí: Arantes (1994) aponta que, para Maugüé, a aula era uma espécie de espetáculo teatral do professor. O próprio Maugüé escreveu e publicou pouco, uma vez que sua preferência era pela exposição ao vivo em detrimento da palavra escrita. Em ambos os casos, contudo, o conteúdo específico da reflexão não é o que a define como filosófica, e é variável (visto que é sempre única, elaborada por um indivíduo num dado momento), mas a essência do ensino está no filosofar ao qual os alunos são expostos. É justo lembrar que Maugüé não nega que haja "tradições", "estilos" e "métodos" em filosofia que se possam transmitir objetivamente. Mas o professor é aquele que opera com tais tradições, estilos e métodos em suas reflexões e, ao fazê-lo, filosofa. Para Maugüé, isto é o essencial da filosofia e de seu ensino.

Também neste ponto pode-se ver a influência das ideias de Maugüé nos dias de hoje. As aulas de filosofia, sobretudo no nível superior, frequentemente são exposições de cunho ensaístico nas quais o professor elabora um comentário explicativo de certo texto de determinado filósofo. Não raro, a ementa de um curso é totalmente reformulada a cada vez que um professor diferente assume as aulas (e às vezes até mesmo quando um único professor volta a oferecer aquele curso pela segunda vez), o que reflete a especificidade da reflexão filosófica que aquele professor propõe naquele momento. Como resultado, os alunos frequentemente saem dos cursos superiores de filosofia tendo tido contato com diferentes autores. Uns leram Aristóteles, mas não Hegel; outros estudaram Kant, mas não Hume; outro, Descartes, mas não Rousseau, e assim por diante. Tal fenômeno responde às diretrizes de Maugüé, uma vez que o essencial, nessa visão, não é o conteúdo a ser ensinado (não se ensina filosofia), mas a reflexão filosófica (ensina-se a filosofar) que se exerce sobre toda e qualquer atividade humana.

Maugüé também enfatiza o papel central da história da filosofia no seu ensino. Segundo o autor, "os prolegômenos de toda a filosofia futura são o conhecimento da filosofia vivida, aquela que nos transmite a história" (p. 36). A história da filosofia não deve ser concebida como uma série de datas e nomes de autores e livros que lhes correspondem, nem tampouco como o julgamento destes, como se tal filósofo houvesse acertado nisto, mas errado naquilo. Trata-se, antes, do contato com os (textos dos) grandes filósofos do passado. As reflexões filosóficas fazem-se, pois, ancoradas no pensamento daqueles que nos precederam. Assim, o ensino de filosofia deve ser, segundo Maugüé, histórico. Aqui, também, vemos a origem de uma tendência que permanece até hoje no ensino de filosofia, em diferentes níveis: a forte presença da história da filosofia, na forma do contato com as ideias dos filósofos (o que geralmente inclui o contato com os textos originais) se mostra não só nos cursos monográficos do ensino superior, mas também nos materiais didáticos voltados à educação básica, que fazem referência constante aos pensadores e frequentemente trazem trechos de seus textos. Mas o próprio Maugüé faz uma ressalva que continua sendo pertinente: a história da filosofia deve nos permitir pensar o presente. Deve ser uma história viva, que dialogue com as questões atuais. "Não é corajosamente filósofo senão aquele que cedo ou tarde expressa o seu pensamento acerca das questões atuais" (p. 36). Ou seja, o estudo da filosofia não deve se reduzir à explicação de textos, mas deve partir deles para pensar o nosso tempo. Mais uma vez encontramos ecos destas ideias nos documentos atuais:

> [...] consideramos a possibilidade de cada professor escolher o conteúdo programático centrado em temas filosóficos, ou na história da Filosofia, desde que, no primeiro caso, não se perca a história da Filosofia como referencial permanente. Resta acrescentar que esse recurso da história da Filosofia não se reduz à simples exposição histórica de fatos e ideias, mas representa o retorno à gênese dos conceitos e à sua reinterpretação até compreendê-los a partir do contexto atual. (BRASIL; MEC, 2002 p. 51)

O papel central da história da filosofia assume importância fundamental no contexto brasileiro da época de Maugüé. Como apontado anteriormente, os professores da missão francesa que desembarcaram no Brasil encontraram um cenário de importação acrítica de novidades. A história da filosofia, neste caso, tornar-se-ia parâmetro contra o qual seriam medidas todas as novas teorias e ideias que chegavam da Europa. Assim, o estudo histórico da filosofia cumpriria uma função de *crítica*, na medida em que o contato com os clássicos permitiria reconhecer, nas teorias da moda, aquilo que já

havia sido antecipado pelos pensadores do passado. Seria possível, desta maneira, filtrar a importação de ideias do velho continente. Este é um ponto de virada no ensino de filosofia no Brasil, uma vez que a sua tônica deixa de ser a erudição de uma filosofia livresca que valoriza a novidade pela novidade e passa a ser a crítica das ideias ancorada na história da filosofia. O papel do professor de filosofia seria, então, o de situar as novas ideias na "perspectiva filosófica" (MAUGÜÉ, 2009; p. 39).

As diretrizes de Maugüé não só foram fundantes para o ensino de filosofia na Universidade de São Paulo, mas elas representam, de maneira mais geral, a influência francesa no ensino de filosofia no país que se estende até a educação básica. A penetração das ideias de Maugüé neste nível de ensino é atestada, por exemplo, pela contribuição enviada por Cruz Costa ao Encontro de Professores de Filosofia de 1958, onde, ao discutir o ensino de filosofia no então secundário, o autor invoca explicitamente as teses de Maugüé sobre o ensino de filosofia (COSTA, 1960). Assim, ao menos três aspectos da proposta de Maugüé que se fazem marcantes no ensino de filosofia até hoje: a função da crítica, a importância da história da filosofia, e o ensino "dans le texte" (como diria Arantes, 1994), ou seja, a partir dos textos filosóficos.

Seguindo a história contada por Arantes (1994), nomes como Gueroult e Goldschmidt foram marcantes no cenário filosófico brasileiro, sobretudo na década de 1960. Encontramos, nestes e em outros autores, a conceitualização de uma leitura de textos considerada "propriamente filosófica" de viés estruturalista. Segundo Goldschmidt (1963), o leitor do texto filosófico pode interrogá-lo sobre suas razões ou sobre suas condições históricas de produção. O primeiro método, chamado pelo autor de "dogmático", seria eminentemente filosófico, enquanto o segundo, chamado "genético", seria científico. Este último coloca o sistema filosófico no tempo histórico, enquanto aquele se dá no tempo lógico. O método de leitura em filosofia, dirá Goldschmidt, é (ou deveria ser) ao mesmo tempo científico e filosófico. A ênfase do autor, contudo, está no segundo, ou seja, no tempo lógico. Segundo o autor,

> A filosofia é explicitação e discurso. Ela se explicita em movimentos sucessivos, no curso dos quais produz, abandona e ultrapassa teses ligadas umas às outras numa ordem por razões. A progressão (método) desses movimentos dá à obra escrita uma estrutura e efetua-se num tempo lógico. A interpretação consistirá em reapreender, conforme a intenção do autor, essa ordem por razões e em jamais separar as teses dos movimentos que as produziram. (GOLDSCHMIDT, 1963; p. 140)

O sistema filosófico, para Goldschmidt, é um conjunto de teses ("dogmata") que se explicitam e se articulam na forma escrita por meio de movimentos textuais. Assim, não seria possível conceber um sistema filosófico separadamente da concretude do texto escrito. Tampouco ele se reduz às teses prontas e acabadas, mas os próprios movimentos (argumentativos, metafóricos, de elaboração e definição de conceitos, entre outros) que levam à sua produção fazem parte do sistema. A noção de movimento implica a noção de tempo, mas não o tempo histórico ou vivido ao qual todos estamos sujeitos, mas um tempo lógico, ou seja, o tempo da sucessão e articulação destes movimentos. As teses e os movimentos que as produzem constituem uma *estrutura* que o leitor deve reconstituir, como diria Gueroult (2016), "segundo a ordem das razões". É neste sentido que Folscheid e Wunenburger (2006) afirmam que a atitude que o leitor de filosofia deve assumir é a de "retomar por nossa própria conta os pensamentos já pensados por outros", uma vez que "pensar o já pensado é repensar, e repensar é sempre pensar" (p. 9). O mais peculiar deste método, contudo, é que ele assume a verdade do sistema como condição de sua compreensão. Ou seja, a leitura que busca a reconstituição da estrutura do sistema filosófico presente no texto é uma leitura que suspende provisoriamente o juízo sobre a verdade do sistema. Ou, alternativamente, pode-se dizer, com Goldschmidt que "é preciso, após o autor, refazer os movimentos concretos, aplicando as regras e chegando a resultados que, não por causa de seu conteúdo material, mas em razão desses movimentos, se pretendem verdadeiros" (1963; p. 142). Ou ainda, nas palavras mais fortes de Arantes (1994), segundo esta visão, "é preciso negligenciar o seu [dos sistemas filosóficos] eventual valor de verdade; enfim, o conteúdo explícito, a verdade da doutrina, é o que menos importa" (p. 114). A consequência imediata desta abordagem da filosofia é a automática imortalidade dos sistemas filosóficos: cada filosofia, dos antigos gregos aos modernos, é um sistema que convida à reconstituição estrutural, independentemente de seu valor de verdade. Mais do que isso, a história da filosofia (leia-se: o estudo dos textos dos filósofos do passado) se torna a principal (se não a única) via de iniciação filosófica.

Essa forma de se encarar os textos filosóficos ecoa até hoje. Textos didáticos que se propõem a introduzir o estudante à filosofia frequentemente trazem elementos que remontam a essa tradição. É o caso do livro de Folscheid e Wunenburger (2006), que afirma que o contato com os textos filosóficos é essencial para "o desenvolvimento de um pensamento pela confrontação com outros pensamentos, já constituídos e acabados" (p. 6) e que "a leitura filosófica dos textos não é primeiramente

um meio de conhecimento, mas uma iniciação ao pensamento" (p. 9). A ideia de ensino de filosofia como "iniciação ao pensamento" por meio do contato com os textos filosóficos remete novamente à lição kantiana (explicitamente citada pelos autores) segundo a qual não se ensina filosofia, apenas a filosofar, isto é, a pensar por si próprio, o que se dá por meio do contato com os textos de filosofia. No que diz respeito à forma propriamente filosófica de abordar tais textos, os autores recomendam ao leitor colocar-se numa "situação de receptividade", ou, ainda, colocar-se "ingenuamente" diante do texto, no sentido de abrir mão de preconceitos. Esta postura de abertura frente ao texto implica uma "aposta do sentido":

> Parta do princípio de que o texto tem um sentido. Ainda que este último não se manifeste (quer se trate do conjunto, quer de certas partes), não obstante existe. As dificuldades do texto têm portanto sua solução no texto. Se você não percebe nada, é que examinou mal, omitiu um termo importante, esqueceu-se de cotejar uma proposição em outra.
>
> Cumpre então ler, reler e investigar incansavelmente, de uma ponta à outra do texto, indo e voltando, convencido de antemão de que há uma solução, de que você a tem diante dos olhos, mesmo se não consegue ainda descobri-la – por falta de atenção suficiente ou em razão de obstáculos interpostos.
>
> [...] Enfim, não se deve pensar, evidentemente, que as dificuldades provêm do autor, que teria escrito qualquer coisa, não saberia o que disse ou não teria conseguido exprimi-lo corretamente. (FOLSCHEID; WUNENBURGER, 2006; p. 35-36).

As orientações metodológicas de Folscheid e Wunenburger operacionalizam aquilo que já havia sido posto por Goldschmidt: a leitura filosófica deve buscar revelar uma estrutura a partir do texto mas, para tanto, o julgamento sobre a verdade do sistema deve ser provisoriamente suspensa – provisoriedade esta que não tem prazo de expiração e se estende indefinidamente – e, mesmo quando eventualmente julga-se pela refutação do sistema, perdura a dúvida sobre a sua real compreensão. Assim, o leitor deve sempre dar o benefício da dúvida ao autor, e assumir que as eventuais dificuldades do texto têm origem na sua incompreensão, e não em alguma falha do filósofo.

Ao debruçar-se sobre o problema da "verdade" na filosofia, Granger a distingue das ciências, uma vez que estas "visam construir modelos abstratos dos fenômenos"[6] (GRANGER, 1989; p. 13;) que possibilitem "cálculos". Ou seja, as ciências buscam criar representações da experiência que

6 A mesma distinção entre a filosofia, a ciência e as belas-artes delineada por Granger também é retomada textualmente, embora sem referência ao autor, pelas OCN (BRASIL, 2006; p. 22)

viabilizem operações balizadas por regras estabelecidas. Além disso, as ciências buscam explicar fatos por elas mesmas determinados. Cada ciência em particular define quais são os "fatos" a serem explicados. A filosofia, ao contrário, se dirige à questão universal sobre o que é um fato, sem que, com isso, determine nenhum fato concreto a ser explorado como o faz o cientista. Neste sentido, Granger, em sintonia com Maugüé e com os documentos oficiais, afirma que a filosofia não tem objeto definido (como seria o caso das ciências), ao mesmo tempo em que seu campo é a totalidade da experiência humana. Isto é, a filosofia não define para si uma classe de fenômenos que lhe sirva de objeto e lhe defina como campo unificado. Segundo Granger, cada vez que algum filósofo se arriscou a fazê-lo, ou ensejou um novo ramo da ciência, ou acabou por mostrar-se equivocado. A filosofia não se ocupa, portanto, de organizar os fatos em modelos abstratos, mas sim de organizar significações da experiência. Assim, se é possível falar em "verdades" (ainda que sempre provisórias) na ciência no sentido de afirmações que se referem aos fatos e que podem ser testadas, na filosofia, o mesmo não se aplica. Os sistemas filosóficos são interpretações da experiência historicamente localizada. O resultado é a proliferação de sistemas filosóficos incomensuráveis entre si. Tal pluralidade, contudo, não levaria nem a um relativismo nem a um ceticismo. O primeiro é evitado uma vez que dos sistemas filosóficos pode-se exigir consistência interna; o segundo perde o sentido uma vez que se abdica do critério da verdade na avaliação dos sistemas filosóficos. As atitudes possíveis, frente às diferentes filosofias, segundo Granger, seriam duas: uma é a da compreensão do sistema; a outra é a da transposição daquela filosofia particular à interpretação da experiência do leitor, sempre ciente do risco de distorção do sistema original.

Lebrun (1976) também se insere nessa tradição quando diz que a "filosofia não possui outra unidade além daquela de um arquipélago" (p. 148), retomando a ideia kantiana de que não há uma Filosofia, mas sim "filosofias". A consequência, como vimos, é a inexistência de um objeto que unifique os diversos sistemas filosóficos e a impossibilidade de pretender ensinar filosofia como um campo unificado. Além disso, a pretensão à verdade última que se encontraria neste ou naquele autor também deve ser abandonada. Assim, diz Lebrun:

> Nunca acreditei que um estudante pudesse orientar-se para a filosofia porque tivesse sede de verdade: a fórmula é vazia. É de outra coisa que o jovem tem necessidade: falar uma língua da segurança, instalar-se num vocabulário que se ajusta ao máximo às "dificuldades" (no sentido cartesiano),

> munir-se de um repertório de "topoi" – em suma, possuir uma retórica que lhe permitirá a todo instante denunciar a "ingenuidade" do "cientista" ou a "ideologia" de quem não pensa como ele. Qual melhor recurso se lhe apresenta senão tomar emprestado um discurso filosófico? (LEBRUN, 1976; p. 151)

A noção de Lebrun de "língua de segurança" representa um repertório de ideias, conceitos e teses extraídos dos filósofos ("topoi") que fornecem recursos para que o aluno exerça a crítica sobre aquelas ideias frequentemente aceitas como dadas (daí a ingenuidade, a ideologia etc.). Neste sentido, Lebrun retoma a ideia já presente em Maugüé da importância do estudo dos filósofos como referenciais a partir dos quais é possível criticar novas ideias. Fabbrini (1993) concorda com Lebrun e ressalta que a construção desta "língua de segurança" implica considerar a filosofia (ou o filosofar) como exercício constante de interpretação. Se, por um lado, a leitura do texto filosófico, como já vimos, deve abdicar da busca por uma verdade, nem por isso todas as possibilidades de interpretação estão autorizadas. Trata-se de guiar-se por um "ideal de inteligibilidade", de reconstrução dos possíveis sentidos do texto. É o contato com essas possibilidades de interpretação que constituiria o "repertório de topoi" de que fala Lebrun. Neste sentido, Fabbrini retoma a ideia de Granger de que a filosofia se distingue da ciência, uma vez que esta procura produzir modelos que representam os fenômenos, enquanto aquela produz significações. O reconhecimento de que o texto filosófico se oferece à constante releitura e reinterpretação implica a abertura à pluralidade de pontos de vista (cada um deles sempre parcial) e o rigor da leitura que ancora a interpretação na palavra escrita. Desta maneira, o exercício da filosofia foge aos extremos do puro relativismo e do dogmatismo: nem tudo vale, nem o texto se esgota em uma leitura que dele extrai uma verdade. Segundo o autor:

> Enfim, o professor de um curso básico de filosofia deve mostrar que a linguagem, a cada texto, auto-apresenta-se com sua impotência em demarcar um conteúdo transcendente de verdade, sem recair contudo num alarde cético que, afirmando a gratuidade das significações, desdenha a educação da inteligibilidade. O aluno, por seu lado, deve apreender que, no âmbito da racionalidade, cada filosofia possui "seus próprios critérios de validade e de objetividade, solidários com o restante de seus enunciados e em harmonia com a estrutura de todo o edifício". E que portanto, embora não exista uma "fundamentação absoluta" ou uma "legitimação definitiva" é "possível encontrar respostas razoáveis e coerentes" aos diferentes problemas. (FABBRINI, 1993; p. 93-94).

Favaretto (1993) segue a mesma linha e acrescenta que:

> a leitura filosófica retém o essencial da atividade filosófica. É preciso acentuar, entretanto, que uma leitura não é filosófica apenas porque os textos são filosóficos; pode-se ler textos filosóficos sem filosofar e ler textos artísticos, políticos, jornalísticos etc. filosoficamente." (p. 99).

A leitura filosófica, segundo o autor, é um "exercício de escuta", de compreensão e interpretação que "reconstrói um imaginário oculto, sob a literalidade do texto" (p. 100). Ou seja, trata-se de um esforço constante de conferir sentido ao texto, ou, ainda, de reencontrar a sua estrutura subjacente. Assim, é possível realizar este "exercício de escuta" com textos de diversas naturezas, ao mesmo tempo que é possível ler textos filosóficos de maneira diversa. Favaretto teve uma participação importante na elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Assim, reencontramos suas ideias nos PCN+, que incluem, entre as competências para o ensino de filosofia, "ler textos filosóficos de modo significativo" e "ler, de modo filosófico, textos de diferentes estruturas e registros" (BRASIL; MEC, 2002). Com relação à primeira, os Parâmetros dizem que "é importante fazer com que o aluno comece pela *análise temática*, ocasião em que aprende a 'ouvir o que o autor tem a dizer'" (p. 47), remetendo ao "exercício de escuta" de que fala Favaretto.

Todos os autores mencionados até agora entendem o contato com textos filosóficos como o contato com a própria história da filosofia, e reconhecem a sua importância no ensino. A temática é retomada e explorada por Franklin Leopoldo e Silva em seu texto (que se tornou leitura obrigatória em muitos cursos de formação de professores de filosofia no país) História da Filosofia: Centro ou Referencial? (SILVA, 1986). O autor retoma várias das teses de Maugüé como, por exemplo, a ideia de que a filosofia não possui um corpo de conhecimentos estabelecidos, diferentemente do que ocorre com a ciência. Silva então traça uma distinção na forma como a história participa do ensino de ciências e da filosofia. No primeiro caso, a história da ciência pode ser mobilizada como forma de revelar um processo que levou à produção de uma parte deste corpo de conhecimentos estabelecidos, bem como forma de facilitar sua compreensão. No segundo caso, contudo, não há um estado atual da filosofia cujo processo de produção a história poderia revelar. Assim, diz o autor, "a filosofia é, de alguma maneira, a sua história" (p. 154), isto é, uma sucessão de sistemas filosóficos e autores que retomam e recolocam constantemente os problemas filosóficos. Isto implica que "os sistemas filosóficos são insuperáveis, se tomados cada um em si e na sua lógica interna" (p. 154). Não se pode, portanto, falar em progresso em filosofia da mesma maneira que em ciência, uma vez que a história

da filosofia não caminha no sentido do estabelecimento de um corpo teórico. A partir daí, o autor argumenta que a história da filosofia pode assumir dois lugares no ensino: como centro ou como referencial. A primeira opção significa que a filosofia seria ensinada historicamente, pela sucessão dos diversos sistemas e filósofos. Já a segunda opção implicaria o ensino de temas ou problemas filosóficos, sempre fazendo referência aos autores da história da filosofia conforme fosse o caso. Fica claro, assim, que a história da filosofia, na perspectiva de Silva, é indispensável no ensino, o que dá continuidade à tradição iniciada por Maugüé, segundo a qual o ensino de filosofia deve ser histórico. Mais uma vez, reencontramos essa mesma perspectiva nos PCN+:

> há que se utilizar da leitura de textos dos filósofos e, mesmo quando o professor preferir desenvolver um programa a partir de temas, não se deve deixar de tomar a história da Filosofia como referencial constante das reflexões, a fim de evitar equívocos e a banalização do conhecimento filosófico. (BRASIL; MEC, 2002; p. 47).

Como se vê, muitas das ideias que surgiram ao longo das discussões sobre o ensino de filosofia iniciadas com Maugüé na década de 1930 foram incorporadas pelos PCN (BRASIL; MEC, 1998) e PCN+ (BRASIL; MEC, 2002). Esses documentos reconhecem que a pergunta "o que é filosofia?", anterior a qualquer ensino, já representa, por si só, um problema filosófico. Embora os parâmetros reconheçam a necessidade de cada professor assumir o lugar filosófico do qual fala, o documento, ele mesmo uma reflexão metafilosófica, não pode furtar-se de esboçar uma concepção de filosofia. Segundo os PCN+, a filosofia é entendida como "uma reflexão crítica a respeito do conhecimento e da ação, a partir da análise dos pressupostos do pensar e do agir e, portanto, como fundamentação teórica e crítica dos conhecimentos e das práticas" (BRASIL; MEC, 2002; p. 44). Ao propor caminhos para a atuação do professor de filosofia, ambos os documentos se apoiam em certa concepção de filosofia e de seu ensino baseada nas ideias trazidas à tona pelos autores explorados até aqui. Essa concepção entende a filosofia como distinta da ciência (uma vez que não é uma tradição de pesquisa empírica que elabora modelos que representem os fenômenos, como já havia apontado Fabrinni (1993) e também da arte (no sentido de atividade voltada à produção de objetos concretos) sem, contudo, negar a sua vocação para debruçar-se criticamente sobre ambas, escrutinizando seus significados e condições de possibilidade. Ademais, a filosofia é vista como atividade reflexiva que não busca verdades, mas visa à inteligibilidade, e seu ensino busca munir o aluno de um repertório

de "topoi" que lhe permita denunciar ingenuidades e ideologias, exercendo, assim, sua crítica. O meio pelo qual o aluno pode vir a atingir tal objetivo é o contato com a história da filosofia (seja como centro ou referencial), ou seja, a leitura de textos filosóficos. Tal leitura, quando propriamente filosófica, em consonância com o objetivo da inteligibilidade, busca revelar, no texto, uma estrutura de sentido subjacente e recomenda postergar indefinidamente o juízo que se possa fazer sobre sua materialidade, ou seja, um julgamento de verdade ou falsidade da matéria em questão.

Também encontramos ecos dessa concepção da filosofia e de seu ensino que foi forjada ao longo de quase um século no Brasil no edital do PNLD 2018 que selecionou os livros didáticos de filosofia enviados às escolas de todo o país. Os critérios utilizados na avaliação, detalhados no edital, valorizam a abordagem interdisciplinar e exigem que o livro explicite a forma como se dá o diálogo com outras áreas do conhecimento. No caso específico da disciplina de filosofia, o edital estabelece que:

> [...] esta se apresenta por meio de um conjunto de temas e problemas, pela referência a uma longa tradição de debates e textos, e por um conjunto de práticas de leitura e argumentação, através dos quais se estimula a constituição da autonomia, da reflexão e da pluralidade de perspectivas sob as quais são consideradas desde a experiência social imediata até o conjunto dos saberes estabelecidos. As obras didáticas de Filosofia devem apresentar esse conjunto de elementos de forma equilibrada, sem sobrevalorização de alguns deles que se constitua em fragilidade na explicitação de outros. Igualmente relevante é a valorização efetiva do diálogo como forma de construção do conhecimento e da multiplicidade de alternativas, segundo as quais a filosofia se apresenta a quem pretender conhecê-la. Há *filosofias* e isso é um elemento central no debate filosófico, devendo ser explicitado e tematizado pelos materiais didáticos.
>
> Por fim, o ensino de filosofia não deve consistir na apresentação de um conjunto de elementos que encontrem em si próprios sua finalidade. Deve ser capaz de explicitar sua relevância em meio aos debates sobre os saberes, sobre as artes, sobre a escola e sobre a vida.

As referências às múltiplas filosofias e a importância atribuída à tradição filosófica ecoam a fala de Kant e o papel central da história da filosofia no ensino.

Cumpre enfatizar que os documentos oficiais encorajam o papel da filosofia em refletir sobre a natureza da ciência na sala de aula. Segundo os PCN:

> a Filosofia pode, por exemplo, levar o estudante à apropriação reflexiva de conceitos, modos discursivos e problemas das Ciências Naturais (questões de método, estruturas discursivas lógico-matemáticas, a enunciação empírico-analítica etc.). (p. 57)

Os PCN+, por sua vez, sugerem eixos temáticos que incluem temas divididos em subtemas. O eixo temático "O que é Filosofia" abarca três temas, sendo o segundo deles "Filosofia, ciência e tecnocracia". Esse inclui os subtemas: "Características do método científico", "O mito do cientificismo: as concepções reducionistas da ciência", "A tecnologia a serviço de objetivos humanos e os riscos da tecnocracia" e "A bioética" (BRASIL; MEC, 2002). Já as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) sugerem conteúdos de filosofia que podem ser trabalhados em sala de aula. Estes incluem: "Filosofia e ciência"; "o Círculo de Viena"; "epistemologias contemporâneas"; "Filosofia da ciência"; e "o problema da demarcação entre ciência e metafísica". Vê-se, assim, como estes documentos oficiais reconhecem o papel da filosofia em refletir sobre a ciência e a importância dessa reflexão no ensino. Cabe a ressalva de que as OCN se apoiam em conteúdos trabalhados nos currículos de graduação que formam os professores de filosofia e os transportam para o ensino médio. Assim, o documento admite que tais conteúdos são "referências, de pontos de apoio para a montagem de propostas curriculares, e não de uma proposta curricular propriamente dita. Dessa forma, não precisam todos ser trabalhados, nem devem ser trabalhados de maneira idêntica à que costumam ser tratados nos cursos de graduação" (p. 34).

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), aprovada recentemente, aparece como uma ruptura com relação à tendência dos documentos oficiais anteriores. O documento apresenta as competências e habilidades específicas da área de "ciências humanas e sociais aplicadas", a qual inclui a filosofia. Contudo, as descrições destas são bastante gerais e há poucas referências específicas à filosofia. Esta se dilui na medida em que as competências e habilidades dizem respeito às ciências humanas em geral, sendo compartilhadas com a história, a geografia e a sociologia. A ênfase dada anteriormente ao trabalho com textos e à leitura filosófica, bem como a importância da referência à história da filosofia aparecem de maneira diluída, rarefeita. A competência específica 1, por exemplo, estabelece que o aluno deve ser capaz de:

> Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir de procedimentos epistemológicos e científicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente com relação a esses processos e às possíveis relações entre eles. (p. 559)

Cada competência específica se desdobra em habilidades (designadas por códigos) a ela subordinadas. A habilidade EM13CHS103, por sua vez, diz que o aluno deve estar apto a:

> Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de natureza qualitativa e quantitativa (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos, gráficos, mapas, tabelas etc.). (p. 560)

O recurso a textos filosóficos, aqui, aparece pontualmente como uma fonte de dados e informações. Não há menção à especificidade da leitura filosófica. Esta passagem mostra o lugar reduzido que o texto de filosofia ocupa nessa proposta. O mesmo ocorre com a história da filosofia. Além disso, e também em contraste com os documentos anteriores, o texto da base deixa pouco ou nenhum espaço para a filosofia da ciência. Esta mesma habilidade talvez seja o único exemplo que possa ser interpretado como permitindo alguma forma tímida de aproximação, quando diz que o aluno deve "elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos epistemológicos". Se entendermos "processos epistemológicos" como incluindo aqueles utilizados pelos cientistas para produzir e validar o conhecimento científico, então é possível vislumbrar algum espaço para a filosofia da ciência neste texto. Ainda assim, pode-se ver que tal espaço é consideravelmente reduzido em comparação com documentos anteriores.

Na literatura, o reconhecimento da importância da reflexão filosófica sobre a ciência no ensino está presente há décadas:

> [...] há uma contribuição importante que o professor de filosofia pode dar num trabalho de conjunto com professores de outras disciplinas. Por exemplo, em teoria do conhecimento, o professor estará se referindo às condições de possibilidade do conhecimento verdadeiro, dos limites de todo e qualquer conhecimento, e o estudante, nas matérias que tratam das ciências, exatas ou humanas, poderá começar a compreender o procedimento de cada uma dessas ciências, suas propostas, seus limites também, e assim ir desenvolvendo a crítica, aqui entendida com a preocupação pela investigação, o cuidado com os resultados, a ponderação dos dados e assim por diante. (MILTON MEIRA DO NASCIMENTO, 1986; p. 117).

O desenvolvimento da filosofia da ciência como disciplina acadêmica no Brasil também esteve intimamente ligado ao surgimento da Universidade de São Paulo (MARTINS; SILVA; PRESTES, 2014). Nomes como Gilles Gaston Granger e Oswaldo Porchat foram marcantes no estabelecimento

da disciplina e sua expansão para outras universidades (Porchat, por exemplo, foi uma figura importante na fundação do Departamento de Filosofia e o Centro de Lógica e Filosofia da Ciência da Unicamp); até mesmo Quine chegou a lecionar na USP na década de 1940 (MARTINS; SILVA; PRESTES, 2014). Porém, enquanto as discussões sobre ensino de filosofia geral no nível superior penetraram o âmbito da educação básica, como é atestado pelos estudos e documentos mencionados anteriormente, o mesmo não pode ser dito do ensino de filosofia da ciência em particular. Se, por um lado, há diversos trabalhos publicados na área de ensino de ciências que discutem a inclusão de temas da filosofia da ciência sob o título guarda-chuva de "natureza da ciência" (NdC), por outro, os textos que tratam do mesmo tema da perspectiva do ensino de filosofia no nível médio são raríssimos (sobre este ponto, ver NAGAYOSHI; SCARPA, 2018).

A título de exemplo da escassez de trabalhos nessa linha, e sem a pretensão de realização de uma revisão sistemática, foi feita uma busca pelo termo "filosofia da ciência" em todos os campos (título, resumo, termos indexados e texto completo) no conteúdo de algumas das principais revistas brasileiras que publicam trabalhos em ensino de filosofia. As revistas pesquisadas foram: *Saberes – Revista Interdisciplinar de Filosofia e Educação* (UFRN), *ReFilo – Revista Digital de Ensino de Filosofia* (UFSM), *Revista Sul-Americana de Filosofia e Educação* (UnB), *Revista do NESEF* (UFPR), e *Educação e Filosofia* (UFU). Após a leitura do resumo de todos os resultados, verificou-se que nenhum artigo tratava especificamente do ensino de filosofia da ciência no ensino médio.

Mesmo no caso de revistas estrangeiras (que, ainda que não tratem especificamente do contexto brasileiro, poderiam fornecer insights sobre como ensinar filosofia da ciência), o resultado não é muito diferente. Uma busca pela expressão (exata) "philosophie des sciences" no conteúdo da revista Diotime – Revue Internationale de Didactique de la Philosophie retornou 34 resultados, nenhum dos quais trata especificamente do ensino de filosofia da ciência no nível médio. Apenas 2 se aproximam minimamente do tema de interesse, sendo um deles um breve relato de experiência de ensino interdisciplinar de filosofia com outras disciplinas (dentre as quais, bioquímica) num colégio suíço (LÉVY; BOURQUIN; PAROZ, 2005). O objetivo das atividades relatadas pelos autores era questionar o conceito de racionalidade que embasa a visão de ciência dos alunos, além de despertar o interesse deles pelos textos e problemas da filosofia. Segundo os autores, os alunos relataram uma

mudança na forma de ver a filosofia e aqueles que se engajaram ativamente nas discussões e argumentações desenvolveram uma maior consciência da racionalidade. Contudo, por se tratar de um relato de experiência bastante sucinto, a descrição das atividades desenvolvidas pelos alunos é apenas parcial e não há a intenção de desenvolver uma metodologia sistemática para a obtenção das evidências que suportariam suas afirmações. O outro resultado da busca também constitui um relato de experiência, desta vez com o ensino de filosofia da ciência no nível superior para engenheiros.

A revista *Teaching Philosophy* publica trabalhos sobre ensino de filosofia em língua inglesa desde 1975. Contudo, a maior parte dos artigos é dedicada ao nível superior, o que pode ser explicado pelo fato de que, em países de língua inglesa, cursos de filosofia na educação básica são raros (UNESCO, 2007). Uma busca no conteúdo da revista pelas combinações de expressões exatas "filosofia da ciência" e "ensino médio" ("philosophy of science" AND "high school") retornou 32 documentos, e a combinação "filosofia da ciência" e "educação secundária" ("philosophy of science" AND "secondary education") produziu 5 resultados. A leitura dos resumos e da primeira página (no caso daqueles artigos que não possuem resumo) revelou que nenhum trata especificamente do tema de interesse (em geral, os textos tratam de filosofia geral, ou de outros temas da filosofia, e/ou do ensino de filosofia no nível superior). Há, contudo, um artigo que, à semelhança do trabalho de Lévy, Bourquin e Paroz (2005), defende o ensino de filosofia integrado às demais disciplinas do currículo (incluindo as ciências naturais) a partir da colaboração entre os respectivos professores (DAVIS, 2013).

Os poucos textos encontrados sobre o tema no Brasil estão publicados principalmente na forma de capítulos livros. O texto mais antigo é o de Plastino (1986). Segundo o autor:

> Uma das principais funções de filosofia da ciência consiste, pois, na *análise conceitual* dos procedimentos e resultados científicos. Tal análise ocupa-se não de questões fatuais *da* ciência, mas de questões *sobre* a ciência (isto é, questões metacientíficas). E para sentirmos a necessidade desse tipo de empreendimento analítico basta observar o aprendizado da ciência em nossos dias. Tudo se passa como se a aplicação e compreensão de determinados conceitos e métodos científicos ocorressem imediatamente e sem tropeços. O resultado final, como sabemos, é o estado de automatismo inconsciente que hoje predomina entre os estudantes de ciências. (p. 128).

É interessante notar a convergência do discurso do autor com aquele que encontramos na literatura em ensino de ciências com relação à natureza da ciência, ainda que este último termo não seja empregado por Plastino. O autor reconhece, assim, a importância do ensino de filosofia da ciência para a educação científica, além de apontar o potencial de uma abordagem interdisciplinar para a educação integrada.

O autor dá algumas sugestões no que se refere à abordagem da filosofia da ciência na sala de aula. Plastino defende que o ensino de filosofia da ciência seja contextualizado pela história das próprias ideias científicas. Sem tal contextualização as discussões filosóficas se tornariam demasiado abstratas para o estudante, transmitindo uma imagem de filosofia como atividade fútil, sem relação com a prática científica. É preciso, pois, que o aluno reconheça na própria atividade científica a origem dos problemas filosóficos. Além da contextualização a partir da história da ciência, o autor sugere que os alunos tenham algum contato prévio com noções de lógica, uma vez que estas serão mobilizadas pela filosofia da ciência. Quanto aos conteúdos, haveria várias opções à disposição do professor, incluindo a elucidação de conceitos científicos e a discussão de temas como método científico, leis e teorias científicas, observação e experimentação, entre outros. Note-se, também aqui, a convergência com alguns dos temas recorrentes nas discussões sobre natureza da ciência, como, por exemplo, aqueles propostos pela lista de Lederman (LEDERMAN et al., 2002). Por fim, é interessante notar que o autor sugere o trabalho com textos de filósofos e historiadores da ciência como Hempel e Koyré, seguindo a tendência geral do ensino de filosofia de valorizar o contato com textos filosóficos originais.

Silva (2004) trata da filosofia da ciência no ensino. Contudo, o peculiar a respeito deste texto é o fato de que, apesar de ter sido publicado num volume voltado *para o ensino de filosofia*, o autor argumenta a favor da contribuição da filosofia da ciência para o ensino de ciências em sintonia com argumentos já colocados há tempos por outros autores (por exemplo, Matthews 1994) e da importância de que o professor de ciências esteja familiarizado com questões filosóficas relativas à ciência. Ou seja, trata-se menos de um texto sobre o ensino de filosofia do que um texto sobre o ensino de ciências, sem que deixe de ser significativo o fato de ser voltado a um público de educadores filósofos.

Em 2012, foi realizado, na Universidade Federal de Sergipe, o II Seminário Filosofia no Ensino Médio PIBID. O tema específico era o ensino de filosofia da ciência, apesar de contar também com trabalhos de outras áreas do ensino de filosofia. Os trabalhos foram organizados na forma de livro e publicados no ano seguinte (BECKER; BALIEIRO; TOLLE, 2013). Contudo, a maior parte dos textos ali reunidos tratam de relatos de experiência (algumas delas no nível superior), de ensaios filosóficos sobre a ciência sem direta relação com o ensino, ou ainda sobre outros temas da filosofia. Uma exceção é o texto de Balieiro (2013) que defende que a filosofia da ciência não só é um tema da filosofia acessível aos alunos de ensino médio como também pode contribuir para o desenvolvimento do senso crítico dos alunos. O autor também aponta que o professor de filosofia pode tratar de questões como "o que é um método científico?", estabelecendo clara relação com temas da NdC.

Battisti e Guimarães (2016) reuniram materiais didáticos que procuram apresentar temas filosóficos que enfocam a ciência abordados por meio da literatura. Cada capítulo traz um problema filosófico relativo à ciência, um texto literário, referências de textos filosóficos e um ensaio escrito pelo autor do capítulo. O livro tem o mérito de reconhecer o potencial para a interação entre as disciplinas, além de reconhecer a importância da filosofia da ciência para o ensino de ciências.

Por fim, há um capítulo sobre filosofia da ciência em um livro recente sobre novas tendências para o ensino de filosofia (PLASTINO, 2017). Contudo, o texto não trata diretamente de questões relativas ao ensino, mas faz um apanhado de temas da filosofia da ciência.

Como se pode ver, a bibliografia em ensino de filosofia da ciência no nível médio é escassa tanto nacional quanto internacionalmente. São raros os textos que se dedicam a problematizar objetivos e formas de ensino, formular propostas etc. No caso específico do Brasil, as poucas referências que encontramos consistem, em sua maioria, de relatos de experiência, materiais didáticos e textos sobre filosofia da ciência que não tratam diretamente do ensino. Embora a potencial contribuição do ensino de filosofia da ciência para o ensino de ciências seja, de maneira geral, reconhecida, a pesquisa na área ainda engatinha no sentido de esclarecer como se daria esse diálogo.

# Os livros didáticos de filosofia

As pesquisas envolvendo livros didáticos de filosofia no Brasil são escassas. Fávero et al. (2004) mencionam que o livro didático é amplamente empregado por professores de filosofia em sala de aula e os mais utilizados na época eram *Filosofando*, de Maria Lúcia de Arruda Aranha e Maria Helena Pires Martins, e *Convite à Filosofia*, de Marilena Chaui. Os autores também afirmam que, em muitos casos, o programa do curso é pautado no livro escolhido. No entanto, segundo Von Zuben, Araújo e Costa (2013), não havia pesquisas que avaliassem livros didáticos de filosofia no Brasil antes da publicação de seu trabalho. Nele, os autores avaliam oito livros didáticos com relação a três componentes: conteúdo, metodologia/didática e conjunto gráfico. Para cada componente, os autores elencam critérios de avaliação e cada livro é avaliado como "ótimo", "bom", "insuficiente" e "não" para cada um deles. Os autores concluem que o quadro geral é positivo (a maior parte dos livros recebeu uma avaliações "ótimo" e "bom" com relação à maior parte dos componentes avaliados) com destaque para o livro *Filosofando* (o mesmo citado como um dos mais utilizados pelos professores no estudo de Fávero et al., 2004), que não recebeu nenhuma avaliação insatisfatória ("insuficiente" e "não").

A partir da inclusão dos livros de filosofia para o ensino médio no Programa Nacional do Livro Didático, começam a surgir algumas pesquisas com este enfoque específico. Sturza (2017) investigou o processo de escolha dos livros didáticos de filosofia em três escolas em Santa Maria–RS e observou que a participação da direção é limitada; o principal material consultado são os próprios livros; e a escolha, embora seja individual em alguns casos, frequentemente é feita coletivamente pelos professores de filosofia de cada escola e em certos casos se apoia também no diálogo com demais professores da área de ciências humanas. Os principais critérios adotados para a escolha são a adequação da linguagem, os conteúdos abordados e sua organização. Já Almeida et al. (2018) analisaram as concepções de filosofia e de seu ensino nos manuais para professores dos livros de filosofia do PNLD 2018. Os autores concluem que as ideias mais comuns nesses livros incluem a relação entre filosofia e filosofar; a importância da história da filosofia; reconhecimento de que existem diversas filosofias e não apenas uma; e a referência às competências presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Embora o estudo seja breve e superficial, as ideias destacadas pelos autores

como sendo as mais comumente defendidas pelas obras analisadas corroboram a trajetória de pensamento exposta anteriormente que remonta a Kant e permeia o ensino de filosofia no país.

Não foi encontrado nenhum trabalho que tratasse especificamente da forma como a filosofia da ciência (ou qualquer outra área específica da filosofia) é abordada nos livros didáticos.

# Metodologia

Foram investigados todos os oito livros didáticos de filosofia incluídos no PNLD 2018.[7] A metodologia utilizada é a análise de conteúdo (BARDIN, 2009). Foram utilizadas categorias elaboradas a partir da literatura para identificar os principais tópicos de filosofia da ciência abordados pelos livros.

## Universo amostral

O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) é um programa do governo federal (Ministério da Educação e Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação) que visa à seleção, aquisição e distribuição de livros e outros materiais didáticos para escolas de todo o país. Embora o programa abarque diferentes níveis da educação básica (infantil, fundamental e médio) e diversos tipos de materiais (livros didáticos, literários, softwares, jogos etc.), as explicações a seguir se referem aos livros didáticos destinados ao ensino médio. Em 2018, o PNLD adquiriu 89.381.588 exemplares de livros de todas as disciplinas, atendendo a 19.921 escolas e 7.085.669 alunos[8] em todo o país, o que mostra o alcance do programa.

7 A minuta do edital do PNLD 2021 traz modificações consideráveis com relação ao edital de 2018, analisado neste estudo. Contudo, os resultados obtidos e as considerações aqui tecidas continuam sendo relevantes na medida em que apontam a forma como temas da filosofia da ciência são tratados nos livros didáticos atuais, o que deve, inclusive, informar a reflexão sobre como tratar tais temas em livros didáticos futuros.

8 Dados disponíveis em <http://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos>. Acesso em 17/05/2019.

Na edição de 2018, os editores (detentores dos direitos de reprodução) foram convidados por meio de edital[9] (BRASIL, 2015)[10] a inscreverem seus livros didáticos das disciplinas de ensino médio no programa. No caso do componente curricular de filosofia, todos os livros inscritos deveriam necessariamente constar de um único volume que abarcasse os três anos do ensino médio com no máximo 400 (livro do estudante) ou 520 páginas (incluindo o manual do professor). Todos os livros deveriam incluir um manual voltado para o professor contendo, entre outros itens, orientação teórico-metodológica. Os livros inscritos passaram por uma avaliação cega realizada por equipes técnicas organizadas por instituições públicas de ensino superior. Tais equipes são compostas de docentes de ensino superior e da rede pública da educação básica. O edital também elenca os princípios e critérios desta avaliação em três níveis: gerais, por área e por disciplina.

Os livros aprovados são reunidos em um guia que é divulgado aos professores de escolas públicas de todo o país. Na etapa seguinte, cada escola interessada em receber o material do programa deve escolher duas opções de livros de cada disciplina do guia. O governo federal, então, realiza a aquisição dos livros e os envia às escolas em número correspondente à quantidade de alunos que deles farão uso. Cada escola recebe apenas uma das opções, e recebe também os manuais para uso dos professores.

Para Gontijo (2017), o PNLD foi um dos dois grandes processos editoriais (juntamente com a publicação da coleção Os Pensadores, na década de 1970) que contribuíram significativamente para a difusão da filosofia no Brasil nos últimos cem anos. Assim, a escolha pelos livros do PNLD 2018 como foco do presente estudo se justifica pelo seu amplo alcance.

---

9 O livro didático é o produto final de um processo que envolve desde constritores impostos pelo edital até processos internos às editoras que levam em consideração diversos fatores. Em outras palavras, é preciso reconhecer que os interesses e valores que permeiam a elaboração do livro didático vão muito além daqueles do autor ou da pesquisa em ensino (neste caso, de filosofia ou de ciências). Porém, uma análise detalhada de tais interesses e valores e da forma como eles afetam o produto final está para além do escopo do presente trabalho. Para um estudo de caso que explora a complexidade dessas relações e seu impacto nas representações de NdC nos livros didáticos de ciências, vide DIGIUSEPPE (2014).

10 Disponível em <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=39561-pnld--2018-edital-pdf&category_slug=maio-2016-pdf&Itemid=30192>. Acesso em 05/11/18.

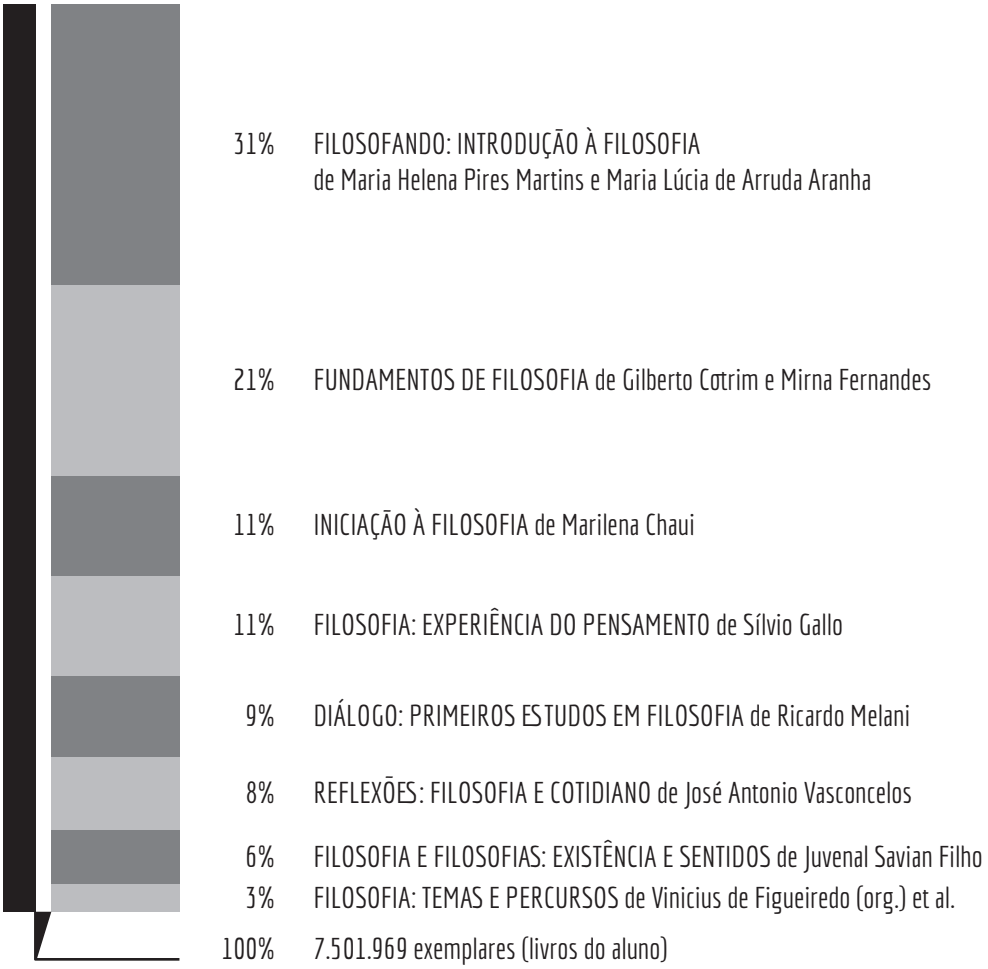
Os oito livros de filosofia incluídos no guia do PNLD 2018 (BRASIL; MEC, 2017) são os seguintes:

- Filosofia e Filosofias: Existência e Sentidos, de Juvenal Savian Filho, 1ª edição, 2016.
- Filosofia: Experiência do Pensamento, de Sílvio Gallo, 2ª edição, 2016.
- Reflexões: Filosofia e Cotidiano, de José Antonio Vasconcelos, 1ª edição, 2016.
- Filosofia: Temas e Percursos, de Vinicius de Figueiredo (org.), Luiz Repa, João Vergílio Cuter, Roberto Bolzani Filho, Marco Valentim e Paulo Vieira Neto, 2ª edição, 2016.
- Fundamentos de Filosofia, de Gilberto Cotrim e Mirna Fernandes, 4ª edição, 2016.
- Iniciação à Filosofia, de Marilena Chaui, 3ª edição, 2016.
- Filosofando: Introdução à Filosofia, de Maria Helena Pires Martins e Maria Lúcia de Arruda Aranha, 6ª edição, 2016.
- Diálogo: Primeiros Estudos em Filosofia, de Ricardo Melani, 2ª edição, 2016.

A tiragem total dos livros acima, incluindo as versões do aluno e do professor, foi de 7.591.386 exemplares.[11] Conforme o gráfico 1, os livros que apresentaram maior tiragem foram os livros de Martins e Aranha (um dos livros didáticos de filosofia mais tradicionais no país) e de Cotrim e Fernandes. O gráfico leva em consideração apenas os livros do aluno (7.501.969 exemplares).

11 Dados disponíveis em <http://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos>. Acesso em 17/05/2019.

Gráfico 1. Tiragem relativa dos livros didáticos de filosofia do PNLD 2018




Todos os livros da lista trazem, entre os conteúdos abordados, temas relacionados à filosofia da ciência indicados de maneira explícita. Tais conteúdos estão organizados de diferentes maneiras (ora distribuídos ao longo do livro, ora como capítulos ou seções inteiras dedicadas ao assunto). Assim, no presente estudo, optamos por analisar os excertos dos livros explicitamente dedicados à filosofia da ciência. Por "excerto" entende-se o conjunto de partes ou trechos do livro que tratam do assunto, seja na forma de um capítulo, vários capítulos reunidos em uma unidade temática, vários capítulos distribuídos ao longo do livro, partes de um ou mais capítulos etc. Por "explicitamente dedicados" entende-se que haja indicação explícita por parte do(s) autor(es) de que aquele excerto trata de temas da filosofia da ciência. A forma de tal indicação (título do capítulo, quadro de referência ao final do livro etc.) é variável e é apresentada e justificada individualmente para cada livro. A opção por restringir a análise àqueles excertos que dizem respeito explicitamente à filosofia da ciência se justifica por: a) tratam-se daquelas partes do texto em que o(s) autor(es) tiveram a intenção explícita de apresentar questões filosóficas relativas à ciência; b) o professor que decidir fazer uso do livro didático

para ensinar filosofia da ciência provavelmente buscará aqueles excertos como apoio e os indicará aos alunos; e c) os alunos, ao estudarem temas ligados à filosofia da ciência por meio do livro didático buscarão aqueles trechos explicitamente indicados como referentes ao tema. Por esses motivos, tais excertos são aqueles que têm maior potencial para veicular uma imagem de ciência aos alunos.

## Elaboração das categorias

As categorias foram elaboradas a partir da literatura e pretendem representar os principais tópicos em filosofia da ciência. O recorte temático adotado abarca tópicos relativos à epistemologia das ciências da natureza em geral. Assim, as categorias não buscam incluir temas relacionados, por exemplo, à ética na ciência, às filosofias de disciplinas científicas específicas, ou à filosofia das ciências humanas. Evidentemente, há casos em que estes temas se aproximam dos tópicos epistemológicos de interesse, como é o caso, por exemplo, da discussão acerca do papel dos valores na atividade científica (que está diretamente ligada a questões éticas) ou o problema da demarcação entre as ciências (que toca em questões específicas de cada ciência). Tais casos foram incluídos nas categorias.

Para a elaboração das categorias, buscamos livros de referência sobre filosofia da ciência que atendessem aos seguintes critérios:

1. Que fossem abrangentes, isto é, que tivessem a intenção de apresentar ao leitor um panorama dos principais temas de filosofia da ciência e
2. Que fossem organizados principalmente por temas, diferentemente daqueles organizados cronologicamente ou por autores.

Os livros encontrados que atendem a tais critérios são livros introdutórios de nível superior escritos por especialistas na área. A opção por tais critérios se justifica pois os livros que os atendem são aqueles em que as escolhas dos temas abordados reflete a intenção de cada autor de selecionar os tópicos mais relevantes da filosofia da ciência. Porém, muitos destes livros são organizados cronologicamente. Uma vez que o objetivo era produzir categorias que representassem temas ou tópicos de discussão, a preferência foi dada aos livros que fossem organizados desta maneira. Além disso, na tentativa de fazer com que a lista de categorias fosse abrangente, procuramos livros escritos por autores de diferentes países e com diferentes perspectivas filosóficas.

A partir da leitura de cada livro na íntegra foram elaboradas categorias que abarcavam os tópicos tratados. Procedia-se, então, à leitura do próximo livro, e a lista de categorias era atualizada. O processo foi repetido até a redundância, isto é, até o ponto em que, após leitura de um novo livro, não houvesse necessidade de atualização das categorias. No total, foram cinco os livros consultados:

- *Introdução à Filosofia da Ciência*, de Lisa Bortolotti. Tradução de Jorge Beleza. Lisboa: Gradiva, 2013.
- *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, de José A. Díez e C. Ulises Moulines. 2ª edición. Barcelona: Ariel, 1999.
- *Introdução à Teoria da Ciência*, de Luiz H. A. Dutra. 4ª edição. Florianópolis: UFSC, 2017.
- *Philosophy of Science A Very Short Introduction*, de Samir Okasha. New York: Oxford University Press, 2002.
- *Philosophy of Science A Contemporary Introduction*, de Alex Rosenberg. 2nd. ed. New York and London: Routledge Taylor & Francis Group, 2005.

Este processo deu origem a uma lista de categorias que passou por uma etapa de validação. Nesta etapa, a lista de categorias foi enviada a três docentes pesquisadores universitários, sendo dois especialistas da área de filosofia da ciência e um da área de ensino de ciências com experiência em filosofia da ciência. O arquivo enviado pedia para que os docentes avaliassem as categorias tendo em vista as seguintes questões como norteadoras:

1. As categorias representam de maneira satisfatória os principais temas em filosofia da ciência?
2. Há categorias que deveriam ser eliminadas ou novas categorias que deveriam ser criadas?
3. Há categorias que deveriam ser sintetizadas em uma única ou alguma categoria que deveria ser dividida em duas ou mais?
4. As descrições são condizentes com as respectivas categorias? Há algo que deveria ser incluído ou excluído de alguma delas?
5. Outros comentários, sugestões ou críticas que o professor julgue pertinentes.

Após a avaliação, um dos docentes enviou seus comentários por e-mail; um fez seus comentários em uma reunião por teleconferência; e um participou de uma reunião presencial. A partir dos comentários dos docentes, a lista foi mais uma vez atualizada. Ao longo de todo o processo, as categorias

foram contrastadas com os livros como forma de adequá-las ao objeto de análise, isto é, verificou-se se a forma como os temas foram organizados nas categorias se alinhavam à forma como eles eram expostos nos livros didáticos, permitindo sua análise. Por exemplo, o tema do critério de demarcação aparece como um tópico recorrente na literatura de referência. Muitos dos livros didáticos optam por caracterizar a ciência em termos gerais e, ao fazê-lo, esboçam uma distinção entre a ciência e o senso comum, a filosofia, a arte etc. Isto levou à criação da categoria "caracterização geral da ciência e problema da demarcação". Outro exemplo é a categoria "ciência, valores e sociedade" que relaciona o tema dos valores na atividade científica (encontrado nos livros de referência) e uma discussão sobre a relação entre os interesses de diferentes grupos sociais e a ciência.

Também foi considerada a possibilidade de que os livros didáticos tratassem de temas da filosofia da ciência não previstos de antemão. Para dar conta de tais temas, foram criadas categorias a posteriori, as quais correspondem aos números 17 em diante. O quadro 1 apresenta as categorias e uma breve descrição de cada uma, já inclusas as categorias a posteriori encontradas nos livros didáticos.

Quadro 1. Categorias de análise

| Categoria | Descrição |
|---|---|
| 1 Caracterização geral da ciência e problema da demarcação | Esta é uma categoria abrangente que inclui características gerais da ciência e a distinção entre ciência e outras formas de conhecimento, atividade intelectual e/ou visões de mundo (como, por exemplo, metafísica, filosofia, religião, pseudociência, tecnociência, conhecimentos tradicionais, senso-comum etc.), além da distinção entre as diferentes ciências (física, química, biologia etc). Exemplos de questionamentos que cabem nesta categoria incluem: O que caracteriza a ciência? Como distinguir ciência de outras formas de conhecimento? Como distinguir as diferentes ciências umas das outras? |
| 2 Problemas da confirmação e indução; inferência | Esta categoria inclui as discussões sobre a possibilidade de se confirmar teorias científicas (e, em caso afirmativo, como fazê-lo), bem como a possibilidade de se justificar a indução e a própria apresentação do conceito de indução. O termo "indução" aqui abarca suas diversas concepções: no sentido de movimento dos fenômenos para os princípios, de generalização a partir de um conjunto restrito de casos particulares, como inferência ampliativa ou como inferência em que, dadas as premissas, a conclusão é apenas plausível e não necessária. Esta categoria também inclui a discussão sobre inferência da melhor explicação. |
| 3 Bayeseanismo | Esta categoria inclui a discussão sobre o Bayeseanismo como teoria probabilística que procura esclarecer de que maneira as evidências oferecem ou não suporte a uma hipótese, bem como as diferentes interpretações da noção de probabilidade. |
| 4 Explicações científicas | Esta categoria inclui questões como: O que caracteriza uma explicação científica? Quais são os critérios para aceitação de uma explicação científica? A ciência pode explicar tudo? Também inclui os diversos modelos de explicação científica (como o modelo incluir nomológico-dedutivo de Hempel e outros) e a discussão sobre causalidade no contexto das explicações científicas. |

| Categoria | Descrição |
|---|---|
| 5 Leis científicas | Esta categoria inclui a discussão sobre o que são leis científicas (tanto teóricas como empíricas), se elas apresentam um caráter necessário e a discussão sobre causalidade. |
| 6 Tese de Duhem-Quine | Esta categoria inclui as discussões sobre a tese de Duhem-Quine e suas consequências (por exemplo, para a testabilidade de hipóteses). Inclui questões do tipo: Como as diferentes teorias científicas estão conectadas entre si? É possível testar teorias e/ou hipóteses isoladamente ou apenas em conjunto? |
| 7 Subdeterminação teórica | Esta categoria trata da tese da subdeterminação teórica e suas consequências. Inclui a discussão sobre a versão mais forte da tese (segundo a qual não é possível escolher, com base nas evidências, uma teoria que melhor se aplique a elas) versus a versão mais fraca (segundo a qual as evidências não podem determinar logicamente a escolha de uma teoria em detrimento de outra, mas isso não significa que não haja boas razões para as escolhas feitas pelos cientistas). Inclui questões como: De que maneira a teoria é subdeterminada pelas evidências? Quais as implicações disso? |
| 8 Realismo e antirrealismo | Esta categoria trata do debate e as diversas posições no leque realismo (entendido amplamente como a gama de posicionamentos que têm em comum a tese de que a ciência busca descrever uma realidade por trás dos fenômenos) Vs. antirrealismo (posicionamentos que divergem da tese anterior) tanto no que se refere às teorias quanto às entidades. Inclui questionamentos sobre o que os enunciados e conceitos científicos nos dizem sobre a realidade. Pergunta-se, também, em que medida a aproximação da realidade deve ser considerada critério de aceitação dos enunciados científicos ou objetivo da ciência, ou se outros critérios e objetivos alternativos seriam aceitáveis. |
| 9 Mudança teórica e progresso | Esta categoria inclui a discussão sobre a forma como as teorias científicas se sucedem no tempo. Como se dá o processo de mudança teórica? Há progresso em ciência? Em que sentido? Como ele ocorre? Há racionalidade no progresso da ciência? |
| 10 Relativismo e cientificismo | Esta categoria trata do debate entre relativismo (entendido amplamente como a ideia de que a ciência não tem um status superior a qualquer outra forma de atividade intelectual) e cientificismo (a ideia de que a ciência é, de alguma maneira, superior a pelo menos algumas formas de atividade intelectual, inclusive aquelas que podem ser consideradas pseudociência). Inclui questões como: a ciência é superior a outras formas de atividade intelectual? Em que sentido? A ciência é mais, menos ou igualmente racional em comparação com outras formas de atividade intelectual? |
| 11 Ciência, valores e sociedade | Esta categoria trata da complexa relação entre valores e atividade científica. Inclui questões como: valores influenciam a atividade científica? Se sim, quais ou que tipo de valores influenciam a atividade científica? De que forma se dá essa influência? Além disso, trata das relações entre a ciência e a sociedade que a produz, incluindo questões como: de que maneira os interesses de diferentes grupos sociais influenciam a pesquisa científica? Como a ciência se relaciona com a política? Inclui também a discussão sobre os propósitos da atividade científica e sua relação com os interesses da sociedade que a produz. |
| 12 Modelos | Esta categoria trata das diferentes noções de "modelo" em ciência e sua importância para a atividade científica. Inclui questões como: O que são modelos? Há diferentes tipos de modelos? Quais? Qual é o seu papel na ciência? Esta categoria inclui as várias concepções de modelos, como modelos semânticos, matemáticos, icônicos, teóricos etc. |
| 13 Questões de gênero na ciência | Esta categoria aborda a participação das mulheres na ciência. Inclui questões como: de que maneira questões de gênero implicam ou não viés epistemológico e de que maneira isso afeta a ciência? |
| 14 Método(s) na ciência | Esta é uma categoria abrangente que inclui tanto aspectos descritivos como normativos da prática científica. Inclui questões como: O que um cientista faz quando faz pesquisa científica? Como ele conduz a investigação científica? Há um método científico? Qual? Há regras ou princípios metodológicos a serem seguidos? Quais? Há valores a serem perseguidos com relação à metodologia da pesquisa científica? |

| Categoria | Descrição |
|---|---|
| 15 Impregnação teórica da observação | Esta categoria trata da relação entre teoria e observação e suas implicações para a ciência. Inclui a discussão sobre as diferentes formas de impregnação teórica da observação e seus respectivos argumentos. Questões nesta categoria incluem: de que forma a observação é (ou não) impregnada de teoria? Quais as consequências disto para a ciência? |
| 16 Natureza das teorias científicas | Esta categoria trata dos diferentes entendimentos sobre a natureza das teorias científicas. Exemplos de concepções aqui inclusas são a noção de teoria como sistemas axiomáticos (conjuntos de enunciados logicamente articulados e conectados à experiência por meio de enunciados observacionais, conforme a visão ortodoxa) e como classes de modelos. Inclui questões como: O que são teorias científicas? |
| 17 Holismo e reducionismo (a posteriori) | Esta categoria trata do debate entre a concepção reducionista (entendida de maneira ampla como a ideia de que a natureza pode ser compreendida pela divisão e compreensão de suas partes) e holista (segundo a qual a compreensão da natureza exige uma visão do todo, ou seja, vai além do conhecimento das partes), incluindo a possibilidade de posicionamentos que proponham uma superação ou síntese destas posições. |
| 18 Termos e enunciados científicos (a posteriori) | Esta categoria trata do sentido e significado dos termos e dos enunciados científicos. O principal exemplo é a discussão dos filósofos do Círculo de Viena sobre estes temas, bem como respostas de interlocutores como, por exemplo, Popper. |
| 19 Experimentação (a posteriori) | Esta categoria trata da natureza da experimentação. A pergunta central aqui é "o que é a experimentação?" |
| 20 Hipótese (a posteriori) | Esta categoria aborda a definição de hipótese, seu processo de elaboração e seu papel na ciência. |
| 21 Informação (a posteriori) | Esta categoria trata da noção de "informação" como constituinte do paradigma atual das ciências. |
| 22 Conceito de natureza (a posteriori) | Esta categoria trata da forma como a natureza é encarada segundo diferentes visões de ciência. |
| 23 Ciência e tecnologia (a posteriori) | Esta categoria trata da distinção e da relação entre ciência e tecnologia. |

Optou-se por criar as categorias a posteriori 19 (experimentação) e 20 (hipótese) separadamente da categoria 14 (método(s) na ciência) uma vez que aquelas se referem à definição daquelas noções e suas características (o que é uma hipótese? O que é "experimentação"?), enquanto esta última se refere à noção mais geral de método(s) científico(s). Por exemplo, a passagem "Em outras palavras, a hipótese é um palpite que depende da razão, cuja habilidade de sintetizar, relacionar e formular de modo criativo informações e conceitos é essencial na investigação científica" (Vasconcelos, p. 186) representa uma ocorrência da categoria 20 (hipótese), enquanto a passagem "a experimentação é o estudo dos fenômenos em condições determinadas pelo experimentador" (Aranha e Martins, p. 323) representa uma ocorrência da categoria 19 (experimentação). Em ambos os casos, os autores procuram definir aqueles conceitos. Por outro lado, a passagem "O método experimental das ciências da natureza em tese seria constituído pelas etapas de observação, hipótese, experimentação,

generalização (lei) e teoria" (Aranha e Martins, p. 186) procura caracterizar o método científico e, portanto, representa uma ocorrência da categoria 14 (método(s) na ciência).

## A análise dos livros

Como indicado acima, a escolha dos excertos a serem analisados foi feita a partir da indicação explícita do(s) autor(es) de que o tema ali trabalhado era a filosofia da ciência. A partir do índice de cada livro, buscou-se identificar trechos que tivessem relação com filosofia da ciência. A única exceção foi o livro Filosofia: Temas e Percursos, de Figueiredo et al., o qual não indica explicitamente, no índice, em que momentos a filosofia da ciência é tratada. Contudo, os autores trazem, nos apêndices, um quadro relacionando as grandes áreas da filosofia e as unidades do livro em que elas são abordadas (p. 373), o qual serviu de referência para a escolha dos trechos a serem analisados. A escolha se justifica pelo fato de que o índice serve de referência para o leitor (professor ou aluno) que procura por um tema específico. Assim, o leitor interessado nas discussões filosóficas referentes à ciência provavelmente direcionaria sua busca pelo índice e teria contato com os trechos que constituem o objeto da presente pesquisa. O quadro 2 resume os trechos analisados por livro.

Quadro 2. Trechos dos livros analisados

| Livro | Excerto analisado (Capítulo ou unidade) | Páginas |
|---|---|---|
| FILOSOFIA E FILOSOFIAS: EXISTÊNCIA E SENTIDOS de Juvenal Savian Filho | Capítulo 14 Parte 5: O conhecimento nas ciências naturais | 357 a 361 |
| FILOSOFIA: EXPERIÊNCIA DO PENSAMENTO de Sílvio Gallo | Unidade 1, Capítulo 2, Subitem: Pensar criativo: filosofia, arte e ciência | 33 |
| | Unidade 1, Capítulo 3: A ciência e a arte | 39 a 57 |
| | Unidade 5, Capítulo 1: Quais são os limites do conhecimento e da ciência? | 254 a 264 |
| REFLEXÕES: FILOSOFIA E COTIDIANO de José Antonio Vasconcelos | Capítulo 8: Ciência e tecnologia | 180 a 207 |
| FILOSOFIA: TEMAS E PERCURSOS de Vinicius de Figueiredo et al. | Unidade 4: Dúvida e certeza | 110 a 143 |
| | Unidade 5: Realidade e aparência | 144 a 171 |
| | Unidade 8: Liberdade e necessidade | 224 a 249 |
| | Unidade 10: Continuidade e ruptura | 278 a 307 |
| | Unidade 11: Princípio e temporalidade | 308 a 341 |
| FUNDAMENTOS DE FILOSOFIA de Gilberto Cotrim e Mirna Fernandes | Capítulo 20: A Ciência | 364 a 381 |
| INICIAÇÃO À FILOSOFIA de Marilena Chaui | Capítulo 21: A atitude científica e Capítulo 22: A ciência na história | 236 a 255 |
| FILOSOFANDO: INTRODUÇÃO À FILOSOFIA de Maria Helena Pires Martins e Maria Lúcia de Arruda Aranha | Capítulos 23: Ciência, tecnologia e valores, Capítulo 24: Ciência antiga e medieval e Capítulo 25: Revolução Científica e método nas ciências naturais | 300 a 334 |
| DIÁLOGO: PRIMEIROS ESTUDOS EM FILOSOFIA de Ricardo Melani | Capítulo 1 Subitem: A ciência como instrumento de domínio da natureza | 42 a 44 |
| | Capítulo 7 Subitem: A matemática como modelo para a ciência | 158 |
| | Capítulo 8 Subitem: O empirismo e a ciência | 188 a 191 |
| | Capítulo 13 Subitem: O Círculo de Viena e o positivismo lógico | 290 |
| | Capítulo 16: O que é ciência? | 338 a 354 |

Após a seleção dos excertos, buscou-se identificar unidades de registro e de contexto a partir das categorias (BARDIN, 2009), isto é, passagens que fizessem referência a alguma das categorias elaboradas. A unidade de registro é temática, isto é, não é predeterminada como sendo uma palavra ou frase (KRIPPENDORFF, 2004). No caso da identificação de algum tópico que não houvesse sido previsto anteriormente, a passagem seria registrada numa nova categoria a posteriori (categorias 17 em diante). Além disso, para cada trecho registrado identificou-se se ele apresentava um posicionamento explícito com relação ao tema abordado pela categoria ou não. Ainda que a elaboração de todo e qualquer texto envolva escolhas (de temas, de palavras, de organização etc.) que, em última instância, sempre expressam diferentes posicionamentos que podem ficar mais ou menos claros ao leitor dependendo da profundidade da leitura que este realiza, a busca aqui é por aqueles posicionamentos que se fazem claros mesmo numa leitura mais superficial. Assim, o termo "explícito", aqui, se refere àquelas passagens em que o texto afirma textualmente um posicionamento filosófico de maneira explícita.

Os trechos identificados como não explícitos incluem aqueles casos em que o texto apresenta um posicionamento possível (como, por exemplo, as ideias de um filósofo), mas sem indicação explícita de que o(s) autor(es) do livro endossam aquela visão. Por exemplo:

> No final desse século, marcado por intensas discussões filosóficas sobre o conhecimento científico, o filósofo da ciência Paul Feyerabend publicou um livro com o título *Contra o método* (1975). Nesse livro, o autor defende o que denomina um "anarquismo epistemológico". De acordo com sua tese central, a ciência não é um saber tão organizado e metódico quanto em geral acreditamos. Ao contrário, ela procede de forma anárquica, sem regras definidas, e o único princípio que não dificulta o progresso do conhecimento é aquela que afirma que "tudo vale" no exercício do pensamento. O foco da reflexão desse autor é a criatividade do pensamento científico, que seria diminuída se encerrada em um único método. (Gallo, p. 50)

O exemplo acima representa uma ocorrência não explícita da categoria 14. Também há aqueles casos em que o texto apresenta um problema ou coloca questões. O exemplo abaixo representa uma ocorrência não explícita da categoria 2:

> É possível conciliar o caráter particular da experiência sensível com o caráter universal da ciência? Esse problema entre as percepções particulares ou singulares e a generalização (ou universalização) das leis científicas é conhecido como problema da indução. (Melani, p. 190).

Incluem, ainda, os casos de citações diretas dos filósofos. Por exemplo, a passagem "uma lei da física é uma relação simbólica cuja aplicação à realidade concreta exige que se conheça e que se aceite todo um conjunto de teorias" (Martins e Aranha, p. 324) é uma citação direta de Duhem e representa uma ocorrência não explícita da categoria 6.

As ocorrências explícitas que envolvem posicionamento, em contraste, são aquelas que apresentam indicação explícita de que o(s) autor(es) endossam aquela visão. O caso mais comum é aquele em que o texto é afirmativo com relação ao tema de alguma categoria, como, por exemplo: "com o conhecimento científico ocorre o mesmo. Ele não é neutro, e seu uso é menos neutro ainda" (Cotrim e Fernandes, p. 376). Esta passagem foi registrada como uma ocorrência explícita da categoria 11. Também há casos em que o texto apresenta as ideias de algum filósofo e adota explicitamente aquela posição. Por exemplo:

> A história do pensamento científico não é como uma estrada que corta em linha reta um terreno sem acidentes. Ela se assemelha mais a um percurso cheio de curvas, voltas, rupturas e retomadas. No lugar de uma linearidade, o desenvolvimento científico é marcado por revoluções, como, aliás, defende um importante filósofo da ciência do século XX, Thomas Kuhn (Figueiredo et al., p. 151).

As ocorrências de cada categoria e cada livro foram contabilizadas de forma a indicar a maior ou menor ênfase dada a cada categoria em cada livro e no conjunto de todos os livros. Para cada livro foi calculada a proporção de posicionamentos explícitos (PE) que corresponde ao número de ocorrências explícitas dividido pelo número total de ocorrências no conjunto de todas as categorias, expresso em porcentagem. A PE de cada livro indica, portanto, a maior ou menor tendência do livro a expressar explicitamente seu posicionamento com relação aos temas das categorias. Também foi calculado uma PE por categoria, isto é, o número de ocorrências explícitas de uma categoria em particular dividido pelo número total de ocorrências daquela categoria no conjunto de todos os livros, também expresso em porcentagem. Este número indica, portanto, a maior ou menor tendência de todos os livros de apresentarem explicitamente algum posicionamento com relação àquela categoria em particular.

Em seguida, foram selecionadas apenas as ocorrências explícitas de cada livro como forma de revelar a imagem de ciência que é transmitida explicitamente ao leitor. Elaborou-se uma síntese das

ocorrências explícitas de cada categoria em cada livro que consiste num texto que articula as citações diretas dos livros analisados de forma a expressar as ideias explicitamente veiculadas com relação a cada categoria. Por exemplo, as ocorrências explícitas da categoria 5 do livro de Melani deram origem à síntese abaixo:

> Segundo Melani, "na ciência, há afirmações empíricas universais, leis do conjunto dos fenômenos estudados" (p. 350). Os cientistas modernos "buscam as leis dos fenômenos, que podem ser estabelecidas com base na observação, isto é, buscam as relações permanentes entre fenômenos, em determinadas circunstâncias" (p. 42). Ou seja, "busca-se a universalidade e pretende-se obter conclusões ou leis que tenham validade para um conjunto amplo de coisas ou de seres investigados" (p. 190). "Assim, em medicina não se pretendem estabelecer leis que tenham validade só para um caso, mas para todos os seres humanos que sofram da mesma enfermidade, por exemplo. O mesmo é válido para qualquer área científica" (p. 190). Isso porque a natureza "tem leis inexoráveis e imutáveis que podem ser conhecidas pela razão humana" (p. 343). Por exemplo, "as leis naturais que incidem sobre o movimento dos objetos terrestres são as mesmas que incidem sobre todo o Universo" (p. 346). Mas "as leis que governam os objetos que podem ser percebidos por meio dos órgãos dos sentidos, como um automóvel, um copo ou um lápis, são de um tipo. As leis que governam o mundo atômico, como o comportamento de um elétron, são de outro" (p. 348).

As sínteses expressam a imagem de ciência veiculada pelo livro. Os conjuntos das sínteses de cada livro são apresentados e comentados nos resultados.

# Resultados e Discussão

A tabela 1 apresenta as ocorrências totais e com posicionamento para cada categoria e cada livro analisado, além proporções de ocorrências explícitas (PE) por livro e por categoria. Em seguida, são apresentados os resultados para cada livro, incluindo as sínteses para cada categoria. Por fim, são apresentados os resultados para cada categoria no conjunto de todos os livros.

Tabela 1. Ocorrências totais e explícitas das categorias analisadas nos livros didáticos

| Livro | | Categorias 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | IP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Filosofia e Filosofias: Existência e Sentidos de Juvenal Savian Filho | Ocorrências totais | 5 | 6 | | 2 | | | 1 | 4 | 7 | | | | | 2 | 2 | | | | | | | | | 14% |
| | Explícitas | 0 | 0 | | 2 | | | 1 | 1 | 0 | | | | | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| Filosofia: Experiência do Pensamento de Sílvio Gallo | Ocorrências totais | 13 | 7 | | 1 | 3 | | | 2 | 5 | 2 | 12 | 1 | | 17 | | 1 | | | 1 | | | | | 57% |
| | Explícitas | 10 | 7 | | 0 | 2 | | | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | | 11 | | 1 | | | 1 | | | | | |
| Reflexões: Filosofia e Cotidiano de J. Vasconcelos | Ocorrências totais | 24 | 14 | | | 6 | | | 2 | 9 | 3 | | | | 10 | 1 | 5 | | | | 3 | | | 9 | 44% |
| | Explícitas | 14 | 7 | | | 3 | | | 0 | 0 | 1 | | | | 0 | 0 | 3 | | | | 3 | | | 7 | |
| Filosofia: Temas e Percursos de V. Figueiredo et al. | Ocorrências totais | 14 | 11 | | | 7 | | | 25 | 26 | 5 | | | | 1 | | 1 | | 13 | | | | | | 34% |
| | Explícitas | 10 | 2 | | | 5 | | | 13 | 5 | 0 | | | | 0 | | 0 | | 0 | | | | | | |
| Fundamentos de Filosofia de G. Cotrim e M. Fernandes | Ocorrências totais | 22 | 8 | | | 5 | | | | 12 | 8 | 15 | | | 9 | 2 | 4 | 6 | | | | | | | 56% |
| | Explícitas | 14 | 2 | | | 5 | | | | 6 | 3 | 8 | | | 9 | 0 | 4 | 0 | | | | | | | |
| Iniciação à Filosofia de Marilena Chaui | Ocorrências totais | 39 | 4 | | | 1 | | | 6 | 31 | | 4 | 4 | | 16 | | 4 | | | | | 2 | | | 46% |
| | Explícitas | 21 | 0 | | | 1 | | | 1 | 10 | | 2 | 1 | | 10 | | 3 | | | | | 2 | | | |
| Filosofando: Introdução à Filosofia de M. Martins e M. Aranha | Ocorrências totais | 21 | 10 | | 2 | 7 | 1 | | 2 | 14 | | 19 | 2 | | 23 | 9 | 4 | | | 5 | 7 | | | | 71% |
| | Explícitas | 15 | 6 | | 2 | 4 | 0 | | 1 | 8 | | 13 | 1 | | 16 | 8 | 3 | | | 5 | 7 | | | | |
| Diálogo: Primeiros Estudos em Filosofia de Ricardo Melani | Ocorrências totais | 20 | 18 | | | 10 | | | 4 | 9 | 4 | 8 | | | 20 | 18 | 2 | | 6 | 2 | | | 1 | | 34% |
| | Explícitas | 8 | 8 | | | 7 | | | 0 | 3 | 0 | 3 | | | 4 | 7 | 0 | | 0 | 2 | | | 0 | | |
| PE por categoria (%) | | 58% | 41% | 0% | 80% | 69% | 0% | 100% | 38% | 29% | 18% | 48% | 43% | 0% | 51% | 47% | 67% | 0% | 0% | 100% | 100% | 100% | 0% | 78% | |

## Fundamentos de Filosofia
## de Gilberto Cotrim e Mirna Fernandes

No livro de Cotrim e Fernandes foram identificadas as categorias 1, 2, 5, 9, 10, 11, 14, 15 e 16, além de uma categoria a posteriori (17: Holismo vs. Reducionismo) distribuídas conforme o gráfico 2. As categorias 15 e 17 não apresentaram ocorrências explícitas. A síntese de cada categoria é apresentada a seguir. O livro apresenta uma PE de 56%.

Gráfico 2. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro Fundamentos de Filosofia de Gilberto Cotrim e Mirna Fernandes

## Categoria 1: Caracterização geral da ciência e problema da demarcação

Cotrim caracteriza a ciência em linhas gerais como "campo da atividade humana que se dedica à construção de um conhecimento sistemático e seguro a respeito dos fenômenos do mundo" (p. 365). Busca-se fazer com que tal conhecimento seja "preciso, coerente e abrangente" (p. 366) na medida em que se objetiva "compreender o que é universal em relação aos objetos e fenômenos investigados" (p. 367). Para tanto, ela emprega "um procedimento mais específico e experimental e, sobretudo, por um enfoque quantitativo" (p. 368), o qual corresponde à matematização, isto é, "um processo que abstrai, ignora as características sensíveis da realidade e reduz a explicação dos fenômenos a equações, teoremas e fórmulas" (p. 368). Não se trata, porém, de uma tarefa de mera coleta de fatos sobre o mundo, mas, antes, de "uma observação crítica do mundo, mediada por operações racionais, aplicando, por exemplo, raciocínios lógico-matemáticos aos dados da experiência" (p. 368), a qual tem o interesse "no conhecimento para poder operar, intervir na natureza e dominá-la" (p. 368). Embora "as observações que levam ao conhecimento científico" nasçam "de problemas com os quais o senso comum lida" (p. 376), é possível distinguir este da ciência na medida em que "o comportamento científico não se mantém preso às primeiras observações. Vai além do observável ao promover a elaboração de teorias, muitas das quais de complexidade tal que fogem ao entendimento comum" (p. 376). É por isso que o autor diz que a ciência objetiva "alcançar resultados que o senso comum, por suas condições, não pode normalmente alcançar" (p. 366). Porém, o autor ressalta que a ênfase exagerada na oposição entre ciência e senso comum "valorizou exageradamente o saber científico em detrimento de outras formas de conhecimento, como o mito, a religião, a arte e até a filosofia" (p. 376). É preciso lembrar que a atividade científica é "um procedimento que admite falhas" (p. 375) e que "nem o senso comum é tão ingênuo quanto costuma ser pintado, nem a ciência é tão rigorosa e infalível quanto se apresenta" (p. 376).

## Categoria 2: Problemas da confirmação e indução; inferência

Cotrim admite que, na etapa final do método científico ("conclusão"), "o cientista conclui a pesquisa científica, confirmando ou corrigindo a hipótese formulada e testada" (p. 366). Porém, tal confirmação não implica certezas absolutas, uma vez que o autor, ao refletir sobre o conhecimento científico, se pergunta: "Será ele sempre perfeito, o mais correto? A reflexão sobre o assunto indica

que não. Não há, como vimos antes, certezas absolutas em relação à validade de nenhuma teoria científica" (p. 376).

## Categoria 5: Leis científicas

Cotrim concebe as leis científicas como "enunciados generalizadores que procuram apresentar relações constantes e necessárias entre fenômenos regulares" (p. 366). Tais leis "costumam fazer parte de uma teoria científica" (p. 366) e "desempenham duas funções básicas:

- resumem uma grande quantidade de fenômenos regulares, favorecendo uma *visão global* do seu conjunto;
- possibilitam a *previsão* de novos fenômenos que se enquadrem na regularidade descrita." (p. 366)

Uma vez que as teorias fornecem explicações, "costuma-se dizer que explicar e prever constituem a função fundamental das leis e teorias científicas" (p. 366).

## Categoria 9: Mudança teórica e progresso

Para Cotrim, "os conhecimentos científicos de uma época não são inquestionavelmente certos, coerentes e infalíveis para todo o sempre" (p. 366), ou seja, sempre existe a "possibilidade de que uma teoria científica seja revista ou corrigida por outra" (p. 366). Contudo, "embora as teorias científicas possam ser refutadas, reformuladas ou corrigidas, a ciência cumpre sua função enquanto tem 'êxito no seu propósito de fornecer explicações dignas de confiança, bem fundadas e sistemáticas para numerosos fenômenos' (Nagel, Ciência: natureza e objetivo, em Morgen Besser, *Filosofia da ciência*, p. 18)" (p. 366). Segundo o autor, "o positivismo firmou o *mito do cientificismo*" o que inclui a ideia de que "a ciência caminha sempre em direção ao progresso" (p. 376). Porém, Cotrim afirma que "as mudanças descritas por Thomas Kuhn podem ser verificadas no mundo científico contemporâneo, no qual se têm desenvolvido novos paradigmas de investigação que cada vez mais se consolidam como ciência normal" (p. 374). Por exemplo, "no final do século XIX e início do século XX, a matemática e a física clássicas foram revolucionadas por novas teorias que começaram a romper com certos paradigmas (modelos) estabelecidos até então" (p. 368).

## Categoria 10: Relativismo e cientificismo

Segundo Cotrim, "o positivismo firmou o *mito do cientificismo*, a ideia de que o conhecimento científico é perfeito, a ciência caminha sempre em direção ao progresso e a tecnologia desenvolvida pela ciência pode responder a todas as necessidades humanas – crenças que têm sido postas em xeque" (p. 376). Tal mito também pode ser entendido como "a crença no poder da ciência de tudo explicar e, sobretudo, a crença em sua neutralidade, a ideia de que o conhecimento científico é desinteressado e imparcial" (p. 378). Contudo, este mito tem sido questionado, o que "tem relativizado o conhecimento científico em relação aos outros tipos de conhecimento e jogado luz sobre o processo de conhecer, que não depende exclusivamente da atividade lógica" (p. 375).

## Categoria 11: Ciência, Valores e sociedade

Para Cotrim, o mito do cientificismo inclui a crença na "neutralidade" da ciência, "a ideia de que o conhecimento científico é desinteressado e imparcial" (p. 378). Porém, o conhecimento científico "não é neutro, e seu uso é menos neutro ainda" (p. 376), uma vez que "a produção científica insere-se no conjunto dos interesses das sociedades" e, "frequentemente, é direcionada por verbas e financiamentos vinculados aos objetivos dos grupos que exercem poder social" (p. 376). Por exemplo, "é sabido que muitos países dependem economicamente da indústria armamentista, responsável por grande parte do produto interno bruto mundial. Isso estimula o investimento de mais recursos nesse tipo de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, em detrimento de outros, pois estão envolvidos interesses de dominação política e econômica". (p. 378). Outro exemplo do "uso 'interessado' da racionalidade científica e da tecnologia" seria "a violência do regime nazista, instalado na Alemanha entre 1933 e 1945" (p. 376). Um dos filósofos a denunciar "os mecanismos de controle social pela indução racional e científica dos comportamentos" (p. 377) teria sido Foucault. A partir destes exemplos, percebe-se que "que a ciência também está atrelada a outros interesses que norteiam sua própria ação" (p. 378).

## Categoria 14: Método(s) na ciência

Segundo Cotrim, "o trabalho científico envolve outros elementos, além da observação: o levantamento de hipóteses, experimentações, generalizações, até se constituir em teorias, que são abstrações

razoáveis acerca do observado" (p. 376). "O meio utilizado pela ciência [...] para alcançar seus objetivos" é "o método científico" (p. 365), o qual "é o núcleo de procedimentos que orienta o modo de conduzir uma investigação científica" (p. 365). "O método científico tem por base, de modo geral, uma estrutura lógica que engloba diversas etapas, as quais devem ser percorridas na busca de solução para o problema proposto" (p. 365). O autor elenca as "etapas do *método científico experimental*":

- *enunciado de um problema* – observando fatos, o cientista enuncia um problema que o intriga e que ainda não foi explicado pelo conhecimento disponível. Nessa etapa, ele deve expor seu problema com clareza e precisão e procurar os instrumentos possíveis para tentar resolvê-lo;
- *formulação de uma hipótese* – tentando solucionar o problema, o cientista propõe uma resposta possível, a qual constitui uma hipótese a ser avaliada em sua investigação. Isso significa que a hipótese é uma proposta não comprovada, a ser testada cientificamente;
- *testes experimentais da hipótese* – o cientista testa a validade de sua hipótese, investigando as consequências da solução proposta. Essa investigação deve ser controlada por ele para que o fator relevante previsto na hipótese seja suficientemente destacado na ocorrência do fato-problema;
- *conclusão* – o cientista conclui a pesquisa científica, confirmando ou corrigindo a hipótese formulada e testada" (p. 365).

O autor ressalta, contudo, que "os métodos científicos não constituem apenas conjuntos fixos e estereotipados de procedimentos a serem adotados em todos os tipos de pesquisa científica. Embora se organizem em torno de certos atos recorrentes, isso por si só não garante os resultados satisfatórios de uma pesquisa" (p. 366). Além disso, "os métodos científicos também estão condicionados por um amplo conjunto de fatores variáveis, desde a natureza do problema pesquisado até os recursos materiais aplicados na pesquisa em questão. E dependem ainda de elementos muito importantes, como a criatividade, a imaginação e a sagacidade do pesquisador" (p. 366). Assim, "há diversos conjuntos de procedimentos que caracterizam diferentes metodologias" (p. 365).

## Categoria 16: Natureza das teorias científicas

Cotrim considera que teorias são "abstrações razoáveis acerca do observado" (p. 376). Segundo o autor, "uma teoria científica [...] 'especifica a causa ou mecanismo subjacente tido como responsável pela regularidade descrita na lei' (Kneller, A ciência como atividade humana, p. 150)" (p. 366). "Portanto, a teoria tem como objetivo explicar as regularidades entre os fenômenos e deles fornecer uma compreensão ampla. Costuma-se dizer que explicar e prever constituem a função fundamental das leis e teorias científicas" (p. 366).

## Comentário da imagem de ciência apresentada pelo livro

Cotrim e Fernandes apresentam a ciência como uma forma de conhecimento sistemático e abrangente construído a partir de procedimentos experimentais com enfoque quantitativo. Os autores ressaltam, contudo, não se tratar de uma operação mecânica, mas de uma abordagem crítica e racional dos fenômenos que tem por objetivo dominar a natureza. Os aspectos "abrangente" e "quantitativo" são garantidos pelas leis científicas que articulam os fenômenos em enunciados generalizadores que explicitam sua regularidade. Neste sentido, as leis buscam o que há de universal nos fenômenos. Além disso, as relações constantes entre os fenômenos são apresentadas como necessárias sem que fique totalmente claro o grau de comprometimento ontológico/metafísico do termo. Nessa concepção, as leis são parte das teorias, as quais são abstrações que buscam explicar causas ou mecanismos por trás dos fenômenos cuja regularidade é descrita pelas leis.

Cotrim e Fernandes também procuram distinguir a ciência do senso comum uma vez que este se manteria preso às observações locais e particulares, enquanto aquela iria além ao elaborar teorias abrangentes frequentemente altamente complexas. Neste ponto, os autores parecem propor que a distinção entre senso comum e ciência é de grau de abrangência e complexidade, e não de essência.

Cotrim e Fernandes utilizam o termo "confirmação", o que pode sugerir ao leitor a conotação forte de que a ciência eventualmente chega a conclusões finais e irrevogáveis. Contudo, os próprios autores fazem a ressalva de que não há certezas absolutas na ciência, o que significa que a ciência não é infalível, assim como o senso comum nem sempre é ingênuo. Portanto, a demarcação entre um e outro não seria uma linha divisória clara, mas uma relação mais nuançada e complexa. Ao mesmo

tempo, a oposição entre a ideia de confirmação e de falibilidade da ciência deixa espaço aberto para uma discussão sobre como seria possível chegar a conclusões que "confirmam" hipóteses e, ainda assim, não se ter certeza sobre as hipóteses confirmadas.

Para os autores, o conhecimento científico é sempre provisório, de maneira que as teorias científicas nunca são eternas e imutáveis. Os autores também argumentam, com Nagel, que a ciência cumpre seu propósito na medida em que oferece explicações confiáveis e bem fundamentadas para os fenômenos. Contudo, o leitor poderia se perguntar o que poderiam ser consideradas explicações "dignas de confiança" uma vez que elas são provisórias.

Cotrim e Fernandes também criticam o que eles chamam de "mito do cientificismo". Os autores usam a expressão para referir-se a um conjunto de crenças ou concepções sobre a ciência que seriam de alguma forma equivocadas ou inadequadas. Segundo o autor, tais crenças vêm sendo "relativizadas". Aqui, há a possibilidade de que o leitor interprete tal posicionamento como uma defesa de um relativismo extremo. Tal "mito" também incluiria a noção de que a ciência sempre progride. Neste ponto, os autores parecem aderir à posição kuhniana de que diferentes paradigmas científicos se sucedem através de processos revolucionários, o que, segundo ele, poderia ser observado empiricamente. Aqui, também, abre-se espaço para o mesmo questionamento anterior: como as explicações científicas podem ser consideradas "dignas de confiança" se não há progresso?

Outro aspecto do "mito do cientificismo" que os autores atacam é a suposta neutralidade da ciência. Eles chamam a atenção para o fato de que interesses de diversos grupos sociais podem interferir nos rumos da pesquisa científica, o que contribui para desconstruir a concepção ingênua de que a ciência paira acima do contexto social e histórico.

Ao tratarem de questões metodológicas, os autores utilizam a expressão "método científico experimental" para referirem-se a uma série de etapas que devem ser seguidas na realização da pesquisa científica. Embora Cotrim e Fernandes façam a ressalva de que o método científico não constitui um roteiro a ser seguido mecanicamente e de que a pesquisa também depende de fatores como criatividade e imaginação, a forma como o "método científico" é apresentado parece sugerir fortemente o contrário. Além disso, a ressalva é feita em termos bastante genéricos, e fica pouco claro de

que maneira as pesquisas científicas podem empregar diferentes variações do método apresentado e, principalmente, como exatamente a criatividade e a imaginação podem ter um papel na ciência.

O texto apresenta diversos pontos de convergência com algumas discussões da área de ensino de ciências no que se refere à NdC, embora também possamos encontrar algumas divergências marcantes. Por exemplo, ao recusar a ideia de que a atividade do cientista seja mecânica e ao ressaltar a importância da criatividade e da imaginação, os autores se aproximam de um dos aspectos da lista de consensos (LEDERMAN et al., 2002). As leis e teorias também são concebidas de maneira semelhante àquela proposta pelo grupo de Lederman, segundo o qual as leis são entendidas como generalizações das regularidades dos fenômenos, enquanto as teorias são caracterizadas por sua natureza explicativa (LEDERMAN et al., 2002). Porém, enquanto a abordagem da lista de consensos enfatiza a distinção entre estas duas coisas, Cotrim e Fernandes tratam as leis como sendo parte das teorias.

Talvez a divergência mais marcante entre o que é apresentado no texto de Cotrim e Fernandes e as discussões sobre NdC no ensino de ciências diga respeito à noção de "método científico", que os autores apresentam como uma série de etapas a serem seguidas. Esta concepção tradicional de método científico tem sido bastante questionada pela literatura em NdC por ser demasiadamente simplista (LEDERMAN et al., 2002). As discussões na área de NdC têm enfatizado a importância de se reconhecer a pluralidade metodológica existente na ciência cuja complexidade não é apreendida por uma imagem de método científico como aquela. Além disso, a ideia de que há variações do método nas diferentes áreas da ciência permanece vaga se não contextualizada, o que condiz com a crítica de Allchin (2011) à generalidade de tais afirmações.

O texto também faz referência à interferência de interesses e valores dos diversos grupos sociais na ciência, mencionando inclusive o papel do financiamento das pesquisas. Trata-se de um tema valorizado pelas diversas abordagens em NdC (ALLCHIN, 2011, 2013; DAGHER; ERDURAN, 2016; LEDERMAN et al., 2002; MATTHEWS, 2012). Contudo, o foco da discussão se restringe à interferência nos objetivos e questões da pesquisa, bem como suas aplicações, e não trata da possibilidade de que aqueles interesses e valores afetem o desenvolvimento da pesquisa em si e os conceitos e teorias produzidos a partir dela.

## Filosofia: Temas e Percursos
## de Vinicius de Figueiredo (org.), Luiz Repa, João Vergílio Cuter, Roberto Bolzani Filho, Marco Valentim e Paulo Vieira Neto

O livro de Figueiredo et al. apresentou as categorias 1, 2, 5, 8, 9, 10, 14 e 16, além de uma categoria a posteriori (18: termos e enunciados científicos) distribuídas segundo o gráfico 3. As categorias 10, 14, 16 e 18 não apresentaram ocorrências explícitas. A síntese das demais categorias é apresentada a seguir. O livro apresentou uma PE de 34%.

Gráfico 3. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro Filosofia: Temas e Percursos de Vinicius de Figueiredo (org.), Luiz Repa, João Vergílio Cuter, Roberto Bolzani Filho, Marco Valentim e Paulo Vieira Neto

## Categoria 1: Caracterização geral da ciência e problema da demarcação

Para Figueiredo et al., é possível distinguir "dois ramos de investigação: de um lado, as ciências; de outro, a filosofia" (p. 149), sendo que "o saber científico que nos é transmitido hoje em dia possui duas características centrais: é abstrato e também, em grande parte, se expressa matematicamente" (p. 146). Além disso, "a ciência, em sua acepção geral, é um tipo de discurso que formula leis sobre um conjunto determinado de fenômenos" (p. 240). Porém, é possível estabelecer uma subdivisão da ciência, uma vez que "o ser humano dispõe de liberdade para engendrar o novo, para criar algo que não estava predeterminado. Eis uma excelente razão para diferenciar fenômenos ligados às ciências humanas dos fenômenos que pertencem às ciências naturais" (p. 242), afinal, "ao contrário dos fenômenos naturais, sempre podemos improvisar, o que torna sensato diferenciarmos os fenômenos da cultura dos eventos naturais. Por isso, a diferença entre ciências da natureza e ciências humanas é uma distinção pertinente" (p. 242). Os autores especificam que "'cultura' significa, nesse contexto, o que se diferencia da 'natureza'. Não por acaso, ao lado das 'ciências humanas', deparamos com outro grande agrupamento, o das 'ciências da natureza'" (p. 239). "Há também disciplinas 'híbridas', que não admitem ser listadas somente em um ou outro desses grandes grupos, como é o caso, por exemplo, da geografia" (p. 239). "Claro que a repartição das disciplinas ou matérias nesses dois grandes grupos – "ciências humanas" e "ciências da natureza" – não é rígida, muito menos definitiva" (p. 239). "Uma classificação muito usual, um pouco diferente dessa que estamos mencionando, não trabalha com dois, mas três grandes agrupamentos de disciplinas: as ciências humanas, as ciências exatas e as ciências da vida. A classificação, portanto, varia" (p. 239).

## Categoria 2: Problemas da confirmação e indução; inferência

Os autores afirmam que "a tecnologia de que dispomos nos dias de hoje possibilita verificar, por exemplo, que a matéria realmente possui uma estrutura atômica" (p. 149) e que "a hipótese de que a estrutura da matéria é atômica, hipótese que terminou sendo confirmada por esses aparelhos, pôde ser estabelecida sem tal tecnologia, apenas com base na especulação filosófica sobre a natureza que nos cerca" (p. 149).

## Categoria 5: Leis científicas

Figueiredo et al. Afirmam que, "no âmbito dos fenômenos naturais, é usual compreender a lei científica como sendo a expressão de uma necessidade universal, que em princípio não admite exceções. Nesse âmbito, é comum supor que a lei preveja o que ocorrerá sob certas condições, porque, sob tais condições, é inevitável que ocorram tais e tais eventos" (p. 240). Assim, "o investigador da natureza não hesitará em afirmar que esse fenômeno obedece a uma necessidade inflexível, assim como, quando eu solto uma pedra dentro de um determinado campo gravitacional, ela 'cai'" (p. 240). Os autores também afirmam que "a física atual nos ensina que as leis do movimento se expressam na forma de enunciados matemáticos" (p. 147) e que, "para a formulação de leis, os físicos trabalham com conceitos tais como massa, força, energia, que devem poder ser expressos em termos quantitativos" (p. 146).

## Categoria 8: Realismo e antirrealismo

Para Figueiredo et al., "as disciplinas científicas atuais parecem concordar com o dito popular: 'as aparências enganam.' A tal ponto, que chegam a sugerir que a natureza escapa aos nossos sentidos" (p. 150), uma vez que "os sentidos fornecem apenas uma aparência que não corresponde à estrutura real da natureza" (p. 145) e, portanto, "não constituem uma base totalmente segura para descobrirmos quais são as qualidades reais das coisas "por trás" ou "abaixo" da superfície das aparências. Isto é, os sentidos exprimem qualidades subjetivas, que nem sempre correspondem às qualidades objetivas das coisas" (p. 145). Por exemplo, "o pedaço de pau submerso na água aparenta possuir um ângulo, ali onde toca a superfície. Na realidade, nós o vemos assim por causa do fenômeno óptico da refração. Ou seja, os sentidos nos enganam sobre a realidade, na medida em que nos fornecem aparências que não correspondem aos fatos" (p. 145). Assim, "a ciência nos instrui que as coisas tais como nos aparecem podem não corresponder às coisas tais como são" (p. 146). Por isso, seria uma "árdua tarefa, a do professor de química: seu ensino passa por nos mostrar de início que... a natureza da matéria *não é* como vemos, como imaginamos!" (p. 149). "Por isso, quem ensina química solicita que deixemos de lado as imagens, que abandonemos as percepções imediatas fornecidas pelos sentidos, já que, se permanecermos atrelados a elas, não seremos capazes de atingir a real estrutura da matéria que nos cerca e da qual também somos feitos" (p. 149). "Na história do pensamento,

Pitágoras representa o primeiro passo rumo à ideia de que a realidade das coisas não corresponde ao modo sob o qual elas se apresentam a nossos sentidos" (p. 147), o que estaria na raiz da convicção atual da física de que "a matemática descreve boa parte da estrutura real da natureza" (p. 146), uma vez que "afirmar que a realidade é constituída de números equivale a dizer que a realidade está além das aparências, além do que nos apresentam imediatamente nossos sentidos" (p. 147). E foi justamente "a convicção prévia de que a realidade última da natureza se diferencia do que aparece sob nossos sentidos o que motivou, no curso da história, a invenção de aparelhos científicos capazes de apreender o que escapa ao olhar humano, como, por exemplo, telescópios e microscópios" (p. 150). "Esses instrumentos confirmaram uma orientação geral presente na história de nosso saber, caracterizada por situar a questão da verdade fora do plano das aparências" (p. 150), uma vez que, "graças a microscópios eletrônicos, hoje sabemos que essa antiga convicção estava certa. A tecnologia de que dispomos nos dias de hoje possibilita verificar, por exemplo, que a matéria realmente possui uma estrutura atômica" (p. 149).

## Categoria 9: Mudança teórica e progresso

Segundo Figueiredo et al., "é frequente que descobertas e inventos tecnológicos promovam o progresso científico, tornando-nos capazes de "ver" o microcosmos, assim como galáxias distantes, na imensidão do espaço" (p. 150). Porém, "a história do pensamento científico não é como uma estrada que corta em linha reta um terreno sem acidentes. Ela se assemelha mais a um percurso cheio de curvas, voltas, rupturas e retomadas. No lugar de uma linearidade, o desenvolvimento científico é marcado por revoluções, como, aliás, defende um importante filósofo da ciência do século XX, Thomas Kuhn" (p. 151). A própria "ciência moderna representou uma verdadeira revolução diante do saber tradicional, uma revolução no modo de pensar a natureza que custou muitos esforços e mesmo a vida de alguns homens, que até o fim afirmaram suas convicções científicas contra as concepções correntes sobre a natureza e o universo" (p. 153). Assim, "a ciência também conheceu (e conhece ainda) o dilema entre a *continuidade* e a *ruptura*" (p. 280). Por fim, os autores afirmam que "o progresso só se dá na ordem do tempo, sendo ele mesmo um processo temporal. O princípio do desenvolvimento do saber científico não é estranho ao tempo e à experiência" (p. 341).

## Comentário da imagem de ciência apresentada pelo livro

Para os autores, a ciência (em geral) é um discurso que formula leis sobre fenômenos, as quais são enunciados matemáticos com poder preditivo que expressam uma necessidade universal. Assim, o conhecimento científico é abstrato e se expressa matematicamente. Neste sentido, ela se distingue da filosofia. Porém, a ciência também pode ser subdividida em ramos menores. Uma primeira divisão se dá entre as ciências da natureza e as ciências humanas, uma vez que estas tomam como seu objeto o ser humano, o qual é livre para criar o novo. Tal liberdade faz com que as ciências humanas tenham que lidar com a imprevisibilidade inerente ao seu objeto. Em contraste, a natureza é concebida pelos autores como campo dos fenômenos determinados. Esta visão determinista da natureza pode ser questionada na medida em que parece desconsiderar fenômenos naturais complexos que muitas vezes escapam à capacidade preditiva dos cientistas (tome-se como exemplo os processos evolutivos que não só são capazes de engendrar o novo como dificilmente podem ser previstos). Assim, Figueiredo et al. opõem natureza e cultura como objetos de diferentes ciências. Os autores também reconhecem a existência de ciências "híbridas" (como a geografia), bem como de outras classificações possíveis.

Os exemplos e os termos usados pelos autores sugerem a ideia de que hipóteses podem ser verificadas ou confirmadas de maneira mais ou menos definitiva, como teria sido o caso da estrutura atômica da matéria. Ao confirmar as hipóteses científicas por meio de aparelhos e técnicas que nos permitem ver além das aparências, somos capazes de atingir a realidade. Assim, embora os autores não apresentem formalmente o debate entre realistas e antirrealistas, eles claramente assumem uma posição entre os primeiros. As aparências apreendidas pelos sentidos enganam, e a ciência busca revelar a realidade subjacente. Tal realidade é matemática, o que substancia o caráter matemático das ciências da natureza.

Os autores afirmam que o desenvolvimento de técnicas e tecnologias promovem o progresso científico ao permitir que "vejamos" o micro e o macrocosmos. Ao mesmo tempo, filiam-se a Kuhn ao afirmarem que o desenvolvimento científico é marcado por revoluções. Estas duas posições podem aparecer para o leitor como uma contradição: as revoluções kuhnianas implicam uma mudança na

forma de "ver" o mundo. Contudo, segundo os autores, as tecnologias nos permitem "ver" a realidade ao confirmarmos nossas hipóteses. Como articular estas duas perspectivas?

O tema do realismo é um exemplo de tópico da filosofia da ciência frequentemente deixado de lado na literatura em NdC, sendo até mesmo explicitamente afastado por alguns autores (LEDERMAN et al., 2002). Neste ponto, o livro vai contra esta tendência ao abordar o tema extensamente (conforme pode-se ver no gráfico da figura 5), adotando um posicionamento claro. Contudo, o livro não aborda a controvérsia do tema em si, conforme seria a proposta de Kotter e Hamman (2017). Ao mesmo tempo, se tomarmos como referência as categorias propostas pela abordagem de semelhança de família (DAGHER E ERDURAN, 2016), nota-se que algumas recebem pouca ou nenhuma atenção, notadamente aquelas pertencentes aos círculos mais externos do disco (DAGHER E ERDURAN, 2016, fig. 1) ligadas ao contexto social de produção da ciência, como "estruturas de poder político", "sistemas de financiamento" etc.

## Filosofando: Introdução à Filosofia de Maria Helena Pires Martins e Maria Lúcia de Arruda Aranha

O livro apresenta as categorias 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15 e 16, além de duas categorias *a posteriori* (19: experimentação; e 20: hipótese) distribuídas segundo o gráfico 4. A categoria 6 não apresentou ocorrências explícitas. A síntese é apresentada a seguir. O livro apresenta uma PE de 71%, o mais alto no conjunto dos livros analisados.

Gráfico 4. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro FILOSOFANDO: INTRODUÇÃO À FILOSOFIA de Maria Helena Pires Martins e Maria Lúcia de Arruda Aranha

## Categoria 1: Caracterização geral da ciência e problema da demarcação

Segundo Aranha e Martins, há "diferenças entre senso comum e ciência, de acordo com a especificidade de cada um desses conhecimentos" (p. 302). "O senso comum é o conhecimento que nos situa no cotidiano para compreendê-lo e agir sobre ele. Mais propriamente, trata-se de um conjunto de crenças, já que quase sempre se constitui pela tradição, de modo espontâneo e não crítico. Em diversas situações, a ciência precisou se posicionar contra o que parecia evidente" (p. 301). "O conhecimento proporcionado pelo senso comum é particular por se restringir a pequenas amostras da realidade, que servem de base a generalizações muitas vezes apressadas e imprecisas. Os dados observados costumam ser selecionados de maneira pouco rigorosa, de modo que seja atribuído a todos os objetos o que vale para um deles ou para um grupo insuficiente de objetos observados" (p. 302). "As leis científicas, porém, são gerais no sentido de valer para todos os casos que se

assemelham aos casos observados, o que é possível porque as explicações da ciência são sistemáticas e controláveis pela experiência, permitindo alcançar conclusões gerais" (p. 302). "O conhecimento espontâneo é fragmentário, pois nem sempre reconhece conexões em situações em que elas poderiam ser verificadas. [...] Já o conhecimento científico é unificador, por possibilitar conexões, às vezes de modo bastante abrangente, como ocorreu com Isaac Newton" (p. 302). "O senso comum é frequentemente subjetivo, porque depende do ponto de vista individual e pessoal, pois pode ser condicionado por sentimentos ou afirmações arbitrárias. [...] Já o mundo construído pela ciência aspira à objetividade. Chama-se objetivo o conhecimento imparcial, que independe de preferências individuais e permite confronto com pontos de vista de outros especialistas" (p. 302). "Para ser objetiva, a ciência dispõe de uma linguagem rigorosa cujos conceitos são definidos para evitar ambiguidades, tornando-se cada vez mais precisa à medida que utiliza a matemática para transformar qualidades em quantidades. [...] Diferentemente do senso comum, as explicações científicas são formuladas em enunciados gerais, alcançados pelo exame de diferenças e semelhanças das propriedades dos fenômenos, de modo que um pequeno número de princípios explicativos possa unificar um grande número de fatos. É assim que a ciência se constrói de maneira mais objetiva e rigorosa" (p. 302). Além disso, "uma característica da ciência é a abrangência de diversas hipóteses compatíveis entre si, compondo um todo coerente, que exclui enunciados contraditórios" (p. 323).

Segundo Aranha e Martins, "na Antiguidade grega, ciência e filosofia achavam-se ainda vinculadas e se separaram apenas no século XVII" (p. 303). "O rompimento entre a ciência e a filosofia aristotélico-escolástica instigou intelectuais na busca de novos métodos de investigação filosófica e científica" (p. 318). "A ciência moderna nasceu ao determinar seu objeto específico de investigação com métodos confiáveis, capazes de estabelecer melhor controle desse conhecimento" (p. 303). "O rigor dos métodos científicos demarca um conhecimento sistemático, preciso e objetivo que permite a descoberta de relações universais entre os fenômenos, a previsão de acontecimentos e também a ação transformadora sobre a natureza de maneira mais segura e previsível" (p. 303). "Inicialmente restrito à física e à astronomia, o método científico universalizou-se, servindo de modelo e inspiração a outras ciências particulares, que foram destacando-se aos poucos do corpo da "filosofia natural" (p. 321). Assim, "cada ciência tornou-se uma ciência particular ao delimitar seu campo de pesquisa e estabelecer procedimentos específicos restritos a setores distintos da realidade: a física trata

do movimento dos corpos; a química, da sua transformação; a biologia, do ser vivo" (p. 303). "As classificações, embora ajudem a sistematizar e a organizar o conhecimento, são sempre provisórias e insuficientes, tanto é que, atualmente, pesquisadores tendem a ultrapassar os limites dessas ciências, concebendo *ciências híbridas* – assim chamadas por romperem fronteiras clássicas, ao reunir simultaneamente especialidades novas de áreas diversas. Por exemplo, estudos de genética reúnem especialistas de engenharia, informática, medicina e biologia.

## Categoria 2: Problemas da confirmação e indução; inferência

Aranha e Martins afirmam que as conclusões às quais chega a ciência "podem ser testadas e confirmadas por qualquer outro membro competente da comunidade científica" (p. 302) e que "o que garante a validade científica a processos intelectuais [...] é submeter situações hipotéticas à comprovação" (p. 319). Assim, não só uma hipótese científica é "uma interpretação antecipada que deverá ser ou não confirmada" (p. 322), como "também as leis e teorias são hipotéticas e admitem diferentes graus de comprovação, dependendo dos testes a que foram submetidas" (p. 324). Contudo, as autoras ressaltam que "a ciência encontra-se em constante evolução, e suas teorias são, de certo modo, provisórias, ainda que comprovadas com recursos de que dispõem até o momento" (p. 303) e que "ainda que haja grande diferença entre uma hipótese não comprovada pelos fatos e outra suficientemente testada, esta última poderá ser contestada sob algum aspecto" (p. 324).

## Categoria 4: Explicações científicas

Segundo Aranha e Martins, "as explicações da ciência são sistemáticas e controláveis pela experiência, permitindo alcançar conclusões gerais" (p. 302). Assim, "são formuladas em enunciados gerais, alcançados pelo exame de diferenças e semelhanças das propriedades dos fenômenos, de modo que um pequeno número de princípios explicativos possa unificar um grande número de fatos" (p. 302).

## Categoria 5: Leis científicas

Para Aranha e Martins, em ciência, "a análise dos fenômenos nos conduz à formulação de *leis*, enunciados que descrevem regularidades ou normas" (p. 324). "As leis científicas [...] são gerais no

sentido de valer para todos os casos que se assemelham aos casos observados" (p. 302). Tais "generalizações podem ser de dois tipos: as leis empíricas e as leis teóricas.

- *Leis empíricas (ou leis particulares)* são inferidas de casos particulares. Por exemplo, "o calor dilata os corpos" ou a lei da queda dos corpos, a lei dos gases etc. Nem sempre, porém, é possível alcançar uma universalidade rigorosa. Nesses casos, existem leis estatísticas apoiadas em probabilidades, procedimentos especialmente valiosos em casos como sistemas com um grau acentuado de acaso. Por exemplo, questões sobre mutação em biologia.
- *Leis teóricas (ou teorias propriamente ditas)* são leis mais gerais e abrangentes que se caracterizam pelo caráter unificador e heurístico" (p. 324).

As autoras acrescentam que leis "são hipotéticas e admitem diferentes graus de comprovação, dependendo dos testes a que foram submetidas" (p. 324).

## Categoria 8: Realismo e antirrealismo

Aranha e Martins afirmam que "o sucessivo alternar de teorias que se completam, se contradizem ou são abandonadas indica que a ciência não é um conhecimento 'certo', 'infalível', tampouco as teorias são 'reflexos' do real" (p. 324).

## Categoria 9: Mudança teórica e progresso

Para Aranha e Martins, "a ciência encontra-se em constante evolução" (p. 303) e "as ciências avançam de acordo com os problemas que desafiam a compreensão dos cientistas. Mesmo quando solucionados, surgem outros exigindo novas pesquisas" (p. 321). Por exemplo, "as teorias de Newton estimularam o desenvolvimento da ciência e permaneceram como parâmetros indiscutíveis durante duzentos anos, até que, na primeira metade do século XX, o modelo newtoniano foi suplantado pela teoria da relatividade geral, de Albert Einstein (1879–1955), e pela física quântica, fruto do estudo de cientistas como Einstein, Heisenberg (1901–1976) e muitos outros. Isso não significa abandonar totalmente a teoria newtoniana, mas reconhecer os limites dela, já que se aplica a restrito setor da realidade. Quando se trata do microcosmo (interior do átomo) ou do macrocosmo (Universo), a teoria newtoniana mostra-se insuficiente" (p. 320). "O movimento da ciência revela, portanto, o caráter histórico e provisório das conclusões" (p. 321), uma vez que há um "sucessivo alternar de

teorias que se completam, se contradizem ou são abandonadas" (p. 324). Segundo as autoras, "o conhecimento científico é produzido com base em paradigmas, que são a visão de mundo assumida em determinado período. Há momentos em que esses paradigmas entram em crise e são substituídos" (p. 328). As autoras também afirmam que "a ciência tem aprofundado o conhecimento do mundo e ampliado os poderes humanos" (p. 332) e que "ficou patente o impulso adquirido por ela durante o século XX. Além de inúmeras descobertas, houve um avanço sem precedentes nas conquistas tecnológicas" (p. 332).

## Categoria 11: Ciência, Valores e sociedade

Para Aranha e Martins, "a ciência não é um saber neutro, desinteressado, puramente intelectual e à margem do questionamento social e político acerca dos fins de suas pesquisas" (p. 301). Segundo as autoras, "a ciência visa ao valor cognitivo, isto é, o cientista quer conhecer, sem ter em vista, inicialmente, a aplicação prática do conhecimento" (p. 304). Contudo, "o trabalho científico envolve, além de aspectos cognitivos, valores éticos e políticos" (p. 304). Há "três características que garantem o valor cognitivo da ciência: imparcialidade, autonomia e neutralidade" (p. 304). "A *imparcialidade* consiste em aceitar como científicas apenas teorias que passaram pelo crivo de rigorosos padrões de avaliação" (p. 304). "A *autonomia* depende da possibilidade de independência das investigações. Conforme seria preferível, instituições científicas deveriam estar livres de pressões externas para definir agendas voltadas para a produção de teorias imparciais e neutras" (p. 304). "O conhecimento científico é *neutro* porque, em tese, não deve atender a nenhum outro valor além do cognitivo. No processo de investigação propriamente dito, as convicções pessoais no campo da moral e da política não deveriam interferir no andamento do processo e nas conclusões científicas" (p. 304). "O conhecimento científico precisa ser neutro, além de imparcial e autônomo, a fim de garantir racionalidade e objetividade nas observações e pesquisas (p. 305). "No entanto, sob outros aspectos, a neutralidade científica pode tornar-se uma ilusão. Não se trata de incoerência, mas do reconhecimento de que o poder da ciência e da tecnologia é ambíguo, já que pode estar a serviço do conjunto da humanidade ou restrito a apenas parte dela" (p. 305). "Em resumo, procedimentos metodológicos da ciência tendem a ser neutros quando têm em vista apenas a racionalidade científica, mas não em relação aos fins que orientam as pesquisas nem quanto aos objetivos a que se

destinam suas descobertas. Estas últimas colocam em questão debates éticos e políticos, que devem ser realizados pelos cientistas" (p. 305). "Pelo que vimos, a ciência não se resume à neutralidade da procura do "saber pelo saber", porque se encontra permeada por indagações éticas e políticas, o que se configura pela responsabilidade social da qual o cientista não pode abdicar" (p. 305). "Portanto, toda atividade técnica e científica deve indagar quais são os fins que orientam os meios utilizados, o que exige reflexões de caráter moral e político" (p. 305). "Mais do que isso, o futuro cientista adquire condições de examinar pressupostos de seu conhecimento e de sua atividade quando se descobre como pertencente a uma comunidade e capaz de identificar valores subjacentes à sua prática" (p. 305).

## Categoria 12: Modelos

Segundo as autoras, "há muito de construção nos modelos científicos" (p. 303).

## Categoria 14: Método(s) na ciência

Segundo Aranha e Martins, "a ciência moderna nasceu ao determinar seu objeto específico de investigação com métodos confiáveis, capazes de estabelecer melhor controle desse conhecimento" (p. 303). "Não faz tanto tempo que as grandes realizações científicas eram fruto de gênios individuais, mas atualmente a ciência resulta de trabalho em equipe, o que é relevante para estabelecer e alterar o método científico e a produção da ciência" (p. 303). "A aplicação do método experimental na prática científica por Galileu representou verdadeira revolução: a ciência rompia com a filosofia aristotélico-escolástica e buscava novos caminhos" (p. 318). "Uma das expressões mais claras do racionalismo, que vigorou na Idade Moderna, foi o interesse pelo método como instrumento capaz de proporcionar um conhecimento mais seguro" (p. 318). "A definição rigorosa do método científico aproximou a possibilidade de conhecer segredos da natureza, com base na profunda confiança na ordem e na racionalidade do conhecimento do mundo" (p. 321). "O método experimental das ciências da natureza em tese seria constituído pelas etapas de observação, hipótese, experimentação, generalização (lei) e teoria. Porém, nem sempre essa ordem é cumprida, porque podem ocorrer variações no procedimento, dependendo da intuição do pesquisador ou do acaso" (p. 321). "Comecemos com um exemplo clássico que permite identificar as etapas do método científico realizado por Claude

Bernard (1813-1878), médico e fisiólogo francês conhecido por suas experiências em biologia e também pelas reflexões sobre o método experimental. Trata-se de um experimento com coelhos:

Claude Bernard percebeu que coelhos trazidos do mercado tinham a urina clara e ácida, característica de animais carnívoros (observação).

1. Como sabia que urina de coelhos é turva e alcalina, por serem herbívoros, supôs que aqueles coelhos não se alimentavam havia muito tempo e tranformaram-se, pela abstinência, em verdadeiros carnívoros, vivendo do seu próprio sangue (hipótese).
2. Bernard variou o regime alimentar dos coelhos, dando a alguns alimentação herbívora e, a outros, carnívora; repetiu a experiência com um cavalo (controle experimental ou experimentação).
3. No final, enunciou que "em jejum todos os animais se alimentam de carne" (generalização)" (p. 321).

"O rompimento entre a ciência e a filosofia aristotélico-escolástica instigou intelectuais na busca de novos métodos de investigação filosófica e científica" (p. 318) e, "desde a modernidade, as ciências vêm-se multiplicando na busca do próprio caminho, ou seja, seu método" (p. 303). "Inicialmente restrito à física e à astronomia, o método científico universalizou-se, servindo de modelo e inspiração a outras ciências particulares, que foram destacando-se aos poucos do corpo da 'filosofia natural'" (p. 321). "Após a física e a astronomia estabelecerem seus métodos, constituíram-se outras ciências, como a química e, no século XIX, foi a vez das ciências biológicas e da medicina" (p. 324). Hoje, "o rigor dos métodos científicos demarca um conhecimento sistemático, preciso e objetivo que permite a descoberta de relações universais entre os fenômenos, a previsão de acontecimentos e também a ação transformadora sobre a natureza de maneira mais segura e previsível" (p. 303).

## Categoria 15: Impregnação teórica da observação

Para Aranha e Martins, "a observação é o estudo dos fenômenos como se apresentam naturalmente" (p. 323). "A observação científica [...] é rigorosa, precisa, metódica, com a intenção de explicar os fatos e, mais do que isso, já orientada por uma teoria" (p. 322). "Quando observamos, já privilegiamos alguns aspectos entre inúmeras informações caoticamente recebidas. Por exemplo, duas

pessoas diante da mesma paisagem não a registram da mesma maneira, porque o olhar humano é dirigido por uma *intenção*, e, portanto, *tende* para certos pontos, e não para outros" (p. 322). "O olhar científico orienta-se por pressupostos que escapam ao leigo quando, por exemplo, observa uma lâmina ao microscópio e nota apenas cores e formas. Os fatos nunca constituem o dado primeiro para um cientista porque ele se encontra inicialmente diante de um problema que se impõe e exige a observação interpretativa, com base no conhecimento de uma teoria que o ensina a interpretar o que é observado. Em outras palavras, *a observação científica está impregnada de teoria*" (p. 322).

## Categoria 16: Natureza das teorias científicas

Para Aranha e Martins, as "*teorias propriamente ditas*" "são leis mais gerais e abrangentes que se caracterizam pelo caráter unificador e heurístico" (p. 324). "A teoria não só unifica o saber adquirido, articulando leis isoladas, como também é fecunda ao possibilitar novas investigações" (p. 324). Além disso, as "teorias são hipotéticas e admitem diferentes graus de comprovação, dependendo dos testes a que foram submetidas" (p. 324).

## Categoria 19: Experimentação

Para Aranha e Martins, "a experimentação consiste em uma observação provocada para fim de controle da hipótese" (p. 323), ou seja, "a experimentação é o estudo dos fenômenos em condições determinadas pelo experimentador" (p. 323). Assim, "a experimentação proporciona condições privilegiadas de observação, porque permite:

- Repetir os fenômenos;
- Variar as condições de experiência;
- Tornar mais lentos os fenômenos muito rápidos (por exemplo, o plano inclinado de Galileu tornou possível observar a queda dos corpos);
- Simplificar os fenômenos (por exemplo, para estudar a variação de volume, mantém-se constante a pressão dos gases)" (p. 323).

As autoras ainda afirmam que, "na fase de experimentação, analisamos as variações dos fenômenos e, observadas as relações constantes, torna-se possível generalizar" (p. 324). Além disso, "toda observação está impregnada de teoria, o que é igualmente verdadeiro para a experimentação" (p. 323).

## Categoria 20: Hipótese

Segundo Aranha e Martins, "a hipótese é a explicação provisória dos fenômenos observados" (p. 322). "Diante da interrogação sugerida pelo problema, a hipótese propõe uma solução. Portanto, desempenha o papel de reorganizar fatos de acordo com uma ordem e de buscar meios para resolver o 'problema' colocado pela observação" (p. 322). As autoras afirmam que "a hipótese não é algo que 'salta aos olhos'" (p. 322), e que "para ser formulada não depende de procedimentos mecânicos, mas de engenhosidade" (p. 322). "Muitas vezes a construção de hipóteses resulta de um insight, processo heurístico (de invenção e descoberta)" (p. 322). As autoras alertam que "não convém, entretanto, mistificar a formulação da hipótese, apresentando-a como algo misterioso, pois a intuição adivinhadora depende de conhecimentos prévios, dos quais a descoberta representa apenas o momento culminante" (p. 322). Por fim, as autoras elencam alguns "critérios usados para julgar o valor ou a aceitabilidade das hipóteses [...]:

- *Relevância*: podemos inventar as mais mirabolantes hipóteses para explicar um fenômeno, mas apenas algumas serão relevantes, por apresentarem maior poder explicativo e de previsão que outras, pela sua abrangência e precisão.
- *Possibilidade de ser submetida a testes*: a hipótese deve ser passível de teste empírico, o que pode dificultar sua realização. [...]
- *Compatibilidade com hipóteses já confirmadas*: uma característica da ciência é a abrangência de diversas hipóteses compatíveis entre si, compondo um todo coerente, que exclui enunciados contraditórios" (p. 323).

## Comentário da imagem de ciência apresentada pelo livro

Aranha e Martins concebem a ciência a partir de uma série de características que a distinguiriam do senso comum. O conhecimento científico seria geral (no sentido de abranger muitos fenômenos), sistemático, empírico, unificador (no sentido de articular fenômenos aparentemente muito diferentes), objetivo e rigoroso, enquanto o senso comum possui qualidades opostas. Para as autoras, as leis científicas são enunciados gerais que descrevem regularidades, podendo ser de dois tipos: empíricas ou teóricas. As últimas parecem equivaler às teorias científicas propriamente ditas e articulam as primeiras. Assim, as leis teóricas ou teorias são mais abrangentes e também férteis ao possibilitar

novas investigações. Por isso as autoras dizem que as explicações científicas são sistemáticas, gerais e baseadas na experiência.

Além disso, a ciência também é caracterizada pelo método científico que garante seu rigor. Este, ao ser aplicado a diferentes objetos, dá origem às diferentes ciências particulares. As autoras descrevem o método científico como uma série de passos (observação, hipótese, experimentação, generalização e teoria), ainda que reconheçam a possibilidade de variações na ordem destas etapas.

As autoras apresentam uma definição de hipótese como explicação provisória dos fenômenos e acrescentam que sua elaboração não é mecânica ou automática, mas depende de engenhosidade criativa. Além disso, elencam algumas características desejáveis das hipóteses, como relevância, testabilidade e compatibilidade com outras hipóteses. Já a experimentação é definida como uma observação provocada e controlada pelo experimentador que tem como função possibilitar o teste da hipótese. Sobre este ponto, as autoras fazem referência explícita à noção de impregnação teórica da observação ao afirmarem que esta não só é guiada por uma teoria prévia, como também é interpretada a partir dela, sendo que o mesmo vale para a experimentação.

As autoras afirmam que hipóteses, leis e teorias podem ser confirmadas ou comprovadas a partir dos testes realizados. Ao mesmo tempo, ressaltam que a ciência se transforma ao longo do tempo, e que mesmo teorias testadas podem eventualmente ser contestadas. Contudo, não fica claro qual seria a diferença entre uma hipótese testada e outra não comprovada (uma vez que ambas são provisórias), nem o que exatamente seria uma hipótese "suficientemente" testada.

As autoras enfatizam o caráter provisório das teorias científicas ao afirmarem que estas podem se completar, contradizer ou serem abandonadas e se baseiam nessa premissa para argumentar que elas não são "reflexos do real". Ou seja, embora as autoras não apresentem formalmente o debate sobre o realismo, elas se opõem a uma forma de realismo que poderia ser considerada ingênua. É também neste sentido que elas afirmam que os modelos científicos são, em grande medida, construídos, ou seja, não são dados pela realidade.

Aranha e Martins afirmam que problemas científicos, mesmo quando solucionados, dão origem a novos e apresentam como exemplo a física newtoniana que se aplicaria a um setor restrito da

realidade em comparação com a física de Einstein. Esta forma de apresentar a relação entre as sucessivas teorias científicas parece sugerir uma concepção de progresso cumulativo da ciência. Ao mesmo tempo, as autoras parecem se filiar a Kuhn ao afirmarem que o conhecimento científico é baseado em paradigmas. O conflito entre estas duas concepções de progresso pode gerar uma dificuldade para o leitor.

Aranha e Martins parecem se apoiar da na discussão de Lacey ao tratar de valores e atividade científica. As autoras enfatizam a ideia de que a ciência não é neutra no sentido de que o conhecimento científico pode servir aos interesses de certos grupos sociais e não outros, ou seja, há uma dimensão ética e política no que diz respeito aos rumos da pesquisa científica e aos usos de seus produtos.

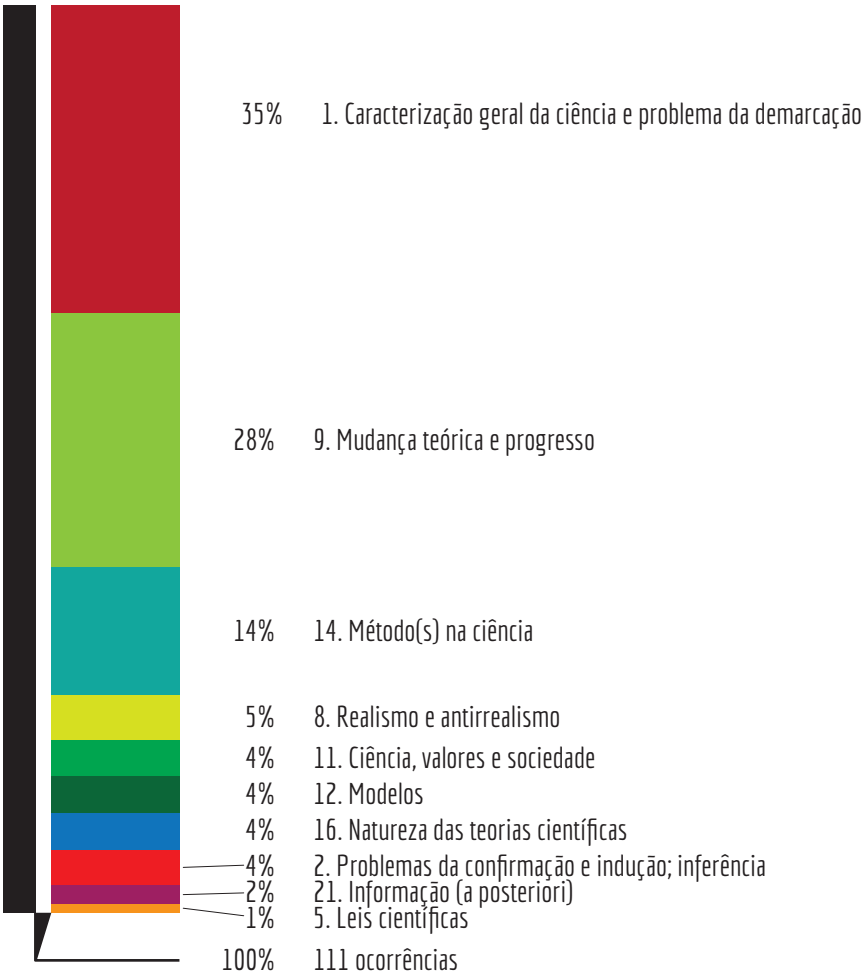
É possível reconhecer alguns pontos de convergência entre a imagem de ciência apresentada pelo livro e as discussões em NdC. Por exemplo, as autoras reconhecem o papel da criatividade na elaboração de hipóteses, o que vai ao encontro de um dos aspectos da lista de consensos (LEDERMAN et al., 2002). Por outro lado, a menção das autoras com relação à criatividade parece restringir-se ao contexto de elaboração de hipóteses, deixando de lado outros momentos da investigação científica que poderiam requerer a imaginação do(s) cientista(s). As autoras também enfatizam o caráter provisório das teorias científicas, embora a discussão sobre a forma como se dá essa sucessão possa sugerir uma contradição, como apontado acima.

Em contraste, a concepção de teorias como tipos específicos de leis diverge daquela defendida pela abordagem da lista de consensos segundo a qual teorias são distintas de leis (LEDERMAN et al., 2002). Além disso, a apresentação do método científico como uma série de passos a serem seguidos contrasta fortemente com as discussões em NdC que tendem a enfatizar a pluralidade metodológica da ciência.

## Iniciação à Filosofia
## de Marilena Chaui

O livro apresenta as categorias 1, 2, 5, 8, 9, 11, 12, 14 e 16, além de uma categoria a posteriori (21: informação) distribuídas conforme o gráfico 5. A categoria 2 não apresentou ocorrências explícitas. A síntese das categorias é apresentada a seguir. O livro apresentou uma PE de 46%.

Gráfico 5. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro Iniciação à Filosofia de Marilena Chaui




## Categoria 1: Caracterização geral da ciência e problema da demarcação

Para Chauí, "há uma grande diferença entre nossas certezas cotidianas e o conhecimento científico" (p. 237). "A ciência *desconfia* da veracidade de nossas certezas, da ausência de crítica e da falta de curiosidade. Por isso, onde vemos coisas, fatos e acontecimentos, a atitude científica vê *problemas* e *obstáculos*, aparências que precisam ser explicadas e, em certos casos, afastadas" (p. 239). Segundo a autora, "em quase todos os aspectos podemos dizer que as características do conhecimento científico se opõem às do senso comum:

- é objetivo, pois investiga as estruturas universais e necessárias das coisas investigadas;
- é quantitativo, ou seja, busca medidas, padrões, critérios de comparação e de avaliação para coisas que parecem diferentes. Assim, por exemplo, as diferenças de cor são explicadas por uma causa única: as diferenças do comprimento de onda luminosa. As diferenças entre a

altura dos sons, pelo comprimento de onda sonora. Em cada caso, o conhecimento científico estabelece um padrão ou critério de medida (comprimento de onda luminosa, comprimento de onda sonora) para explicar as diferenças;

- é homogêneo, isto é, busca as leis gerais de funcionamento dos fenômenos, que são as mesmas para fatos que nos parecem diferentes. Por exemplo, a lei universal da gravitação demonstra que a queda de uma pedra e a flutuação de uma pluma são movimentos que obedecem à mesma lei no interior do campo gravitacional;
- é universalizante, pois reúne individualidades sob as mesmas leis, os mesmos padrões ou critérios de medida, mostrando que têm a mesma estrutura, embora sejam sensorialmente percebidas como diferentes. Assim, por exemplo, a Química mostra que a enorme variedade de corpos decorre das inúmeras combinações de um pequeno número de elementos que compõem todos os corpos;
- é diferenciador, pois não reúne em um mesmo conjunto nem generaliza o que é apenas aparentemente semelhante. Em vez disso, investiga se aqueles que parecem iguais não obedecem, na verdade, a estruturas diferentes;
- estabelece relações causais somente depois de investigar a natureza ou estrutura do fato estudado e suas relações com outros semelhantes ou diferentes;
- não se surpreende nem com a regularidade, constância, frequência, repetição e diferença das coisas nem com fatos que não sejam frequentes ou constantes. [...] A ciência mostra que o espantoso, o extraordinário ou aquilo que é considerado "milagroso" são simplesmente um caso particular do que é regular, normal e frequente;
- distingue-se da magia. A magia admite que existe uma simpatia ou afinidade secreta entre coisas diferentes que as faz agir umas sobre outras por meio de qualidades ocultas (por exemplo, os astros agem sobre a vida humana). Além disso, a magia considera que a mente humana é uma força capaz de ligar-se a espíritos superiores (planetários, astrais, angélicos, demoníacos) para provocar efeitos inesperados nas coisas e nas pessoas. A atitude científica, ao contrário, opera um desencantamento ou desenfeitiçamento do mundo, mostrando que nele não agem forças secretas, mas causas e relações racionais que podem ser racionalmente conhecidas por todos;

- afirma que, pelo conhecimento, o ser humano pode libertar-se do medo e das superstições, deixando de projetá-los no mundo e nos outros. Por exemplo, durante muitos séculos os seres humanos tinham medo de raios e trovões, imaginados como castigos enviados pela divindade para puni-los por alguma falta cometida. Por meio da meteorologia, a ciência demonstrou que são efeitos das condições atmosféricas;
- procura renovar-se e modificar-se continuamente, evitando a transformação das teorias em doutrinas e destas em preconceitos sociais. O fato científico resulta de um trabalho paciente e lento de investigação e de pesquisa racional, aberto a mudanças, não sendo nem um mistério incompreensível nem uma doutrina geral sobre o mundo" (p. 239-240).

Assim, "a investigação científica é um conjunto de atividades intelectuais, experimentais e técnicas realizadas com base em métodos que permitem e garantem que a principal marca da ciência seja o rigor" (p. 241). Já "a ciência é conhecimento que resulta de um trabalho racional" (p. 242). Note-se que, na visão da autora, "*ciência*, no singular, é a palavra que se refere ao modo e ao ideal de conhecimento" (p. 251). Já "*ciências*, no plural, é a palavra que se refere às diferentes maneiras de realização do ideal de cientificidade segundo os diferentes fatos investigados e os diferentes métodos e tecnologias empregados" (p. 251). Assim, "cada uma das ciências subdivide-se em ramos específicos, com uma delimitação mais restrita do objeto e do método de investigação" (p. 252) e, "à medida que seus objetos conduzem a pesquisas cada vez mais detalhadas e especializadas, os próprios ramos de cada ciência são subdivididos em disciplinas cada vez mais específicas" (p. 252).

## Categoria 5: Leis científicas

Chauí afirma que, "ao oferecer leis necessárias, a teoria científica permite compreender, por um lado, que fatos aparentemente muito diferentes são na realidade semelhantes e submetidos às mesmas leis; e, por outro, que fatos aparentemente semelhantes são diferentes e submetidos a leis diferentes" (p. 242).

## Categoria 8: Realismo e antirrealismo

Chauí afirma que "a ideia da ciência como uma representação da realidade tal como ela é em si mesma foi substituída pela ideia de que o objeto científico é um modelo construído que se aproxima do modo de funcionamento da realidade, mas não garante o conhecimento absoluto dela" (p. 247).

## Categoria 9: Mudança teórica e progresso

Chauí afirma que, "ao estudar as mudanças científicas, a filosofia das ciências (ou *epistemologia*) refutou as ideias de evolução e progresso (bem como as de atraso e regressão)" (p. 248). "O que a filosofia das ciências compreendeu foi que as elaborações científicas e os ideais de cientificidade são *diferentes* e *descontínuos*, e não *inferiores* ou *superiores* e *acumulativos*" (p. 248). "Se compararmos a Geometria clássica ou euclidiana, que elaborou suas demonstrações com base no espaço plano, e a Geometria contemporânea ou topológica, que substituiu o espaço plano pelo espaço tridimensional, veremos que não se trata de duas etapas sucessivas da mesma ciência geométrica. A Geometria euclidiana e a Geometria topológica são duas geometrias diferentes, pois têm princípios, conceitos, objetos, demonstrações completamente diferentes. Não houve evolução e progresso de uma para outra" (p. 248). "Da mesma forma, quando comparamos as físicas de Aristóteles, Galileu-Newton e Einstein, não estamos diante de uma mesma Física, que teria evoluído ou progredido, mas diante de três físicas diferentes, baseadas em princípios, conceitos, demonstrações, experimentações e, no caso das duas últimas, em tecnologias completamente diferentes. Em cada uma delas, a ideia de natureza, os métodos empregados e o que se deseja conhecer são diferentes. E o mesmo pode ser dito de todas as ciências" (p. 248). "Portanto, a descontinuidade e a diferença temporal entre as distintas teorias científicas não são consequência da evolução ou do progresso e uma forma inferior de fazer ciência para uma forma superior, e sim resultado de diferentes maneiras de conhecer e construir os objetos científicos, de elaborar os métodos e inventar tecnologias" (p. 248). "O filósofo francês Gaston Bachelard (1884–1962) criou a expressão *ruptura epistemológica* para explicar essa descontinuidade no conhecimento científico" (p. 248). "Se as mudanças científicas não ocorrem por causa de um suposto progresso ou evolução do conhecimento, por que continuamos alimentando essa ilusão?" (p. 249). "O cientista sente que sabe mais e melhor do que antes, já que o paradigma anterior não lhe permitia conhecer certos objetos ou fenômenos. Ao abandonar uma tradição científica, passa a

avaliar que o passado estava errado e é inferior ao presente. O cientista, portanto, vivencia subjetivamente o progresso. Assim, não é o cientista quem vai perceber que as mudanças científicas são rupturas e descontinuidades (e não um suposto progresso), e sim o filósofo da ciência" (p. 249). "O leigo ou não cientista, por viver sob a ideologia do progresso e da evolução, do "novo" e do "fantástico", reproduz esse pensamento. Os resultados tecnológicos das ciências – computadores, satélites, fornos de micro-ondas, tablets, cura de doenças antes julgadas incuráveis, objetos descartáveis – são apresentados pelos governos, pelas empresas e pela propaganda como "signos do progresso", e não da diferença ou da ruptura e descontinuidade temporal. Do lado dos leigos, o progresso é uma crença ideológica" (p. 250). "Há, porém, uma razão mais profunda para nossa crença no progresso. Desde a Antiguidade, conhecer sempre foi considerado o meio mais precioso e eficaz de combater o medo, a superstição e as crendices. Ora, no caso da modernidade, o vínculo entre ciência e aplicação prática dos conhecimentos (tecnologias) fez surgir objetos que não só facilitaram a vida humana (meios de transporte, de iluminação, de comunicação, de cultivo do solo etc.) como também aumentaram a esperança de vida (remédios, cirurgias etc.). Do ponto de vista dos resultados práticos, sentimos que estamos em melhores condições do que os antigos" (p. 250).

## Categoria 11: Ciência, Valores e sociedade

Segundo Chauí, "A ciência clássica ou moderna nasceu em uma sociedade em que o capitalismo estava se formando. Para acumular capital, era necessário ampliar a capacidade do trabalho humano para modificar e explorar a natureza. A nova ciência se fundamentava, portanto, na ideia de intervir na natureza, de conhecê-la não apenas para contemplar a verdade, mas para apropriar-se da natureza, para controlá-la e dominá-la por meio da técnica" (p. 246). Ou seja, "a ciência clássica visa não só ao conhecimento teórico, mas sobretudo à aplicação prática ou técnica" (p. 246).

## Categoria 12: Modelos

Para Chauí, "o objeto científico é um modelo construído" (p. 246).

## Categoria 14: Método(s) na ciência

Para Chauí, a investigação científica se baseia em "métodos" (p. 241) e "se caracteriza por:

- delimitar ou definir os fatos a investigar, separando-os de outros semelhantes ou diferentes;
- separar os elementos subjetivos e objetivos de um fenômeno;
- construir o fenômeno como um objeto do conhecimento controlável, verificável, interpretável e capaz de ser retificado ou corrigido por novas elaborações;
- estabelecer os procedimentos metodológicos para observação, experimentação e verificação dos fatos;
- construir instrumentos técnicos e dispor de condições de laboratório específicas para a pesquisa;
- demonstrar e provar os resultados obtidos durante a investigação com base no rigor das relações definidas entre os fatos estudados. A demonstração deve ser feita não só para verificar a validade dos resultados obtidos, mas também para prever racionalmente novos fatos como efeitos dos já estudados;
- relacionar com outros fatos um fato isolado, integrando-o numa explicação racional unificada. Somente essa integração transforma o fenômeno em objeto científico, isto é, em fato explicado por uma teoria;
- elaborar um conjunto sistemático de conceitos que componha uma teoria geral sobre os fenômenos observados e os fatos investigados. Essa teoria geral deve explicar e interpretar as causas e os efeitos, as relações de dependência, identidade e diferença entre todos os objetos que constituem o campo investigado, controlando e guiando o andamento da pesquisa e permitindo a previsão de fatos novos com base nos já conhecidos" (p. 241-242).

É por isso que o filósofo Gilles-Gaston Granger afirma que "'o verdadeiro significado da ciência, que a distingue de toda outra forma de nossa atividade civilizada, é o de ser um método de pensamento e de ação'" (p. 242).

## Categoria 16: Natureza das teorias científicas

Para Chauí, "uma teoria científica é um sistema ordenado e coerente de proposições ou enunciados que se baseiam em um pequeno número de princípios. Sua finalidade é descrever, explicar e prever, do modo mais completo possível, um conjunto de fenômenos" (p. 242). "Ao oferecer leis necessárias, a teoria científica permite compreender, por um lado, que fatos aparentemente muito diferentes são

na realidade semelhantes e submetidos às mesmas leis; e, por outro, que fatos aparentemente semelhantes são diferentes e submetidos a leis diferentes" (p. 242).

## Categoria 21: Informação

Segundo Chauí, "atualmente, considera-se que o paradigma das ciências é fornecido pela ideia de *informação*. A realidade não consiste de coisas ou seres individuais, mas em processos de *individuação* ou fluxos materiais de informação que se relacionam e se combinam, podendo se cristalizar e conservar uma forma por um certo período. Porém, como os fluxos continuam sem cessar, aos poucos a formatação se desfaz e as matérias que a compunham se tornam disponíveis para participar de outros seres. O novo conceito empregado pelo paradigma científico é o de bit, entendido como um átomo de informação. Como se trata de um paradigma, ele encontra-se presente em todas as ciências (p. 249).

## Comentário da imagem de ciência apresentada pelo livro

A autora distingue ciência e senso comum por meio de uma lista de características da primeira que se opõem às do segundo. Trata-se de um ideal de cientificidade que caracteriza o conhecimento científico (e que pode ser aplicado a diferentes objetos, o que dá origem às várias ciências particulares) e o modo de buscá-lo, isto é, a investigação científica. Esta última emprega métodos (no plural) e se caracteriza por uma série de atividades, mas que não são concebidas como passos ou etapas a serem cumpridas numa ordem. Não fica claro, contudo, se a autora entende que todas as atividades elencadas devam estar necessariamente presentes em toda investigação científica ou se elas se distribuiriam diferencialmente estabelecendo uma espécie de "semelhança de família" entre as diferentes formas de pesquisa.

Chauí, ao afirmar que "uma teoria científica é um sistema ordenado e coerente de proposições ou enunciados que se baseiam em um pequeno número de princípios", parece sugerir uma concepção sintática de teoria. Neste sentido, a autora entende leis como sendo partes da teoria que estabelecem relações necessárias entre os fenômenos. Ao mesmo tempo, a autora afirma que o objeto científico é um modelo construído, e, em outro momento, que o mesmo objeto científico é um fato integrado a outros por meio de uma explicação racional, isto é, um fato explicado por uma teoria. Neste ponto

a autora parece sugerir, embora não tão explicitamente como no caso anterior, uma visão semântica de teoria, o que coloca uma possível ambiguidade.

Chauí não apresenta formalmente o debate sobre o realismo, mas descarta uma forma de realismo ingênuo segundo a qual a ciência seria uma representação direta da realidade, uma vez que o objeto da ciência é sempre um modelo construído que apenas se aproxima dela.

Para Chauí, a filosofia da ciência refutou a noção de progresso científico. Isto não quer dizer, contudo, que a autora rejeite a ideia de que as teorias científicas se transformam ao longo do tempo (muito pelo contrário), mas, sim, que tal mudança não deve ser vista como a passagem de algo pior ou inferior para algo melhor ou superior. Neste sentido, a autora recusa a noção de um progresso cumulativo na ciência. Este progresso seria, então, uma ilusão que o cientista mantém por olhar para o passado a partir de seu ponto de vista presente. Ao julgar o passado tendo em vista seus referenciais atuais, ele se julga em posição superior, o que cria a ilusão do progresso. Ao mesmo tempo, o leigo vê progresso na ciência pois esta é a ideologia vigente. Por fim, ambos têm a impressão do progresso pelos resultados práticos alcançados pela ciência e suas aplicações. A autora também afirma que o paradigma atual da ciência é dado pela ideia de "informação", e que este se encontraria presente em todas as ciências.

Por fim, para Chauí, a ciência moderna, em seu nascimento, teve como fim a exploração da natureza com vistas à acumulação de capital. Isto significa que, nessa concepção, a ciência esteve subordinada aos interesses de certos grupos sociais.

O texto de Chauí toca em vários tópicos comuns nas discussões em NdC. No que diz respeito às questões metodológicas, a autora entende que há uma pluralidade de métodos e fornece características gerais da investigação científica; a autora também discute a relação entre leis e teorias parecendo entender aquelas como parte destas (diferentemente do que é sugerido pela abordagem da lista de consensos); Chauí reconhece a provisoriedade do conhecimento científico, embora rejeite a noção de progresso; e, por fim, toca na questão do contexto social ao afirmar a influência dos interesses de diferentes grupos sociais nas pesquisas científicas.

## Diálogo: Primeiros Estudos em Filosofia de Ricardo Melani

O livro apresenta as categorias 1, 2, 5, 8, 9, 10, 11, 14, 15 e 16, além de três categorias a posteriori (18: termos e enunciados científicos; 19: experimentação; e 22: conceito de natureza) distribuídas segundo o gráfico 6. As categorias 8, 10, 16, 18 (termos e enunciados científicos) e 22 (conceito de natureza) não apresentam ocorrências explícitas. A síntese das categorias é apresentada a seguir. O livro apresenta uma PE de 34%.

Gráfico 6. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro Diálogo: Primeiros Estudos em Filosofia de Ricardo Melani

## Categoria 1: Caracterização geral da ciência e problema da demarcação

Segundo Melani, "até o século XVII, a ciência e a filosofia estavam juntas em busca do conhecimento verdadeiro, compartilhando métodos e investigações. Nesse período, constituiu-se a ciência moderna e foi necessário separá-la da filosofia" (p. 339). Naquele período, "a ciência tornou-se mais

simples e objetiva, afastando-se das explicações metafísicas. Deixou de buscar a causa última de tudo o que existe (Deus, Motor Imóvel, Ser Absoluto) e concentrou-se nas causas físicas, nas forças que agem em determinado movimento" (p. 347). Para o autor, "o conhecimento científico pretende ser universal" (p. 190). Além disso, o autor destaca a "importância da matemática na ciência moderna" (p. 158). "A utilização da linguagem matemática" (p. 343) é um "decisivo princípio que marca a ciência moderna" (p. 343) uma vez que "a matemática é a linguagem que permite conhecer o mundo. O mundo, então, é geometrizado e quantificado pela nova ciência" (p. 343). "Em outras palavras, em vez de essências ou das categorias e dos conceitos metafísicos da ciência medieval, o conhecimento científico moderno baseia-se na descrição matemática dos fenômenos naturais" (p. 343). Assim, no século XVII, "por meio da observação, da experimentação e da linguagem matemática, a ciência moderna punha-se em marcha" (p. 344).

## Categoria 2: Problemas da confirmação e indução; inferência

Segundo Melani, "O conhecimento científico, para ser considerado verdadeiro, tem de se apoiar na observação, seja para dela inferir regras e leis universais, seja para confirmar, por meio de experimentos, as hipóteses ou as próprias leis" (p. 342). "Assim, as teorias devem ser confirmadas pelas observações e, caso as observações se contraponham às conclusões ou às afirmações científicas, estas devem ser alteradas" (p. 342). Contudo, o autor também aponta o "problema da indução", que "pode ser descrito como a impossibilidade de justificar logicamente a inferência de enunciados universais com base em enunciados particulares" (p. 349). "Em outras palavras, observam-se alguns casos e, com base neles, realizam-se afirmações universais. Como justificar essa generalização? Qualquer conclusão ou afirmação obtida por esse processo pode mostrar-se falsa. Mesmo que os procedimentos de observação sejam rigorosos e sejam realizadas muitas observações particulares, em variadas condições, não se pode obter conhecimento seguro. Não há garantia da verdade sobre a conclusão ou a afirmação a que se chega" (p. 349). "Por meio da indução, podem-se observar apenas eventos particulares e, portanto, só é possível ter certeza sobre afirmações relacionadas a esses eventos. Em outras palavras, pela observação temos certeza somente de afirmações particulares" (p. 350). "Do ponto de vista da razão ou da necessidade lógica, portanto, não há justificativa para supor que o que acontece em um caso observado possa ser generalizado para casos não observados" (p. 190).

"Nada garante que a generalização realizada com base em afirmações particulares seja necessária, isto é, que não possa ser diferente" (p. 191). Pode-se perguntar: "Qual é a garantia de que a indução – que, para muitos, está na base da ciência – pode levar ao conhecimento seguro e verdadeiro? Não há garantia absoluta. Os cientistas buscam reduzir a possibilidade de erro das afirmações indutivas ampliando a quantidade e a variedade das observações. Mas esses cuidados não seriam suficientes para resolver a questão. Ampliar as condições de observação e o rigor dos métodos de observação ajuda a amenizar os erros das generalizações e aumenta a probabilidade de as afirmações universais baseadas na indução serem verdadeiras. No entanto, isso não é absolutamente certo" (p. 191).

## Categoria 5: Leis científicas

Segundo Melani, "na ciência, há afirmações empíricas universais, leis do conjunto dos fenômenos estudados" (p. 350). Os cientistas modernos "buscam as leis dos fenômenos, que podem ser estabelecidas com base na observação, isto é, buscam as relações permanentes entre fenômenos, em determinadas circunstâncias" (p. 42). Ou seja, "busca-se a universalidade e pretende-se obter conclusões ou leis que tenham validade para um conjunto amplo de coisas ou de seres investigados" (p. 190). "Assim, em medicina não se pretendem estabelecer leis que tenham validade só para um caso, mas para todos os seres humanos que sofram da mesma enfermidade, por exemplo. O mesmo é válido para qualquer área científica" (p. 190). Isso porque a natureza "tem leis inexoráveis e imutáveis que podem ser conhecidas pela razão humana" (p. 343). Por exemplo, "as leis naturais que incidem sobre o movimento dos objetos terrestres são as mesmas que incidem sobre todo o Universo" (p. 346). Mas "as leis que governam os objetos que podem ser percebidos por meio dos órgãos dos sentidos, como um automóvel, um copo ou um lápis, são de um tipo. As leis que governam o mundo atômico, como o comportamento de um elétron, são de outro" (p. 348).

## Categoria 9: Mudança teórica e progresso

Para Melani, "a ciência é dinâmica" (p. 338). Por exemplo, "em determinado momento, a mecânica newtoniana agrupou vasto número de cientistas que faziam e compreendiam a ciência com base nela. Desse modo, essa teoria tornou-se um paradigma. Por que isso ocorreu? Porque ela resolveu

com sucesso grande número de problemas e explicou os fenômenos físicos de maneira mais consistente que a teoria de Descartes e a de Leibniz" (p. 352).

## Categoria 11: Ciência, Valores e sociedade

Para Melani, "as concepções de ciência e as ações dos cientistas são influenciadas pelos valores e objetivos, pela visão de mundo, pela religião, pela crença, pela arte, enfim, pelos modos de vida de uma comunidade" (p. 354). Segundo o autor, "a ciência moderna edificou-se sobre a relação de poder, domínio e subjugação da natureza, que estaria a nosso dispor, pronta para nos servir. Para dominá-la, bastaria conhecer como ela funciona, as causas e os efeitos dos fenômenos naturais, suas leis" (p. 43). O autor também defende que "as descobertas científicas das leis da natureza não são investigadas apenas para se adquirir conhecimento, mas também para serem utilizadas em benefício das pessoas" (p. 42).

## Categoria 14: Método(s) na ciência

Melani afirma que a ciência possui "métodos" (p. 338, 339), e que "a observação direta e a observação de experimentos controlados (experimentação) são dois princípios metodológicos da ciência moderna" (p. 343). Além disso, diz que "a experimentação é um método muito utilizado na investigação científica" e que "Newton firmou empiricamente o experimento científico como método central da ciência" (p. 342).

## Categoria 15: Impregnação teórica da observação

Para Melani, no século XVII, "por meio da observação, da experimentação e da linguagem matemática, a ciência moderna punha-se em marcha" (p. 344), uma vez que "o conhecimento científico, para ser considerado verdadeiro, tem de se apoiar na observação, seja para dela inferir regras e leis universais, seja para confirmar, por meio de experimentos, as hipóteses ou as próprias leis" (p. 342). "Em outras palavras, suposições ou teorias científicas válidas não podem ser contrariadas pelos fatos observados" (p. 342). Porém, "nem sempre, quando há um choque entre *teoria* e *observação*, esta é a verdadeira. As afirmações construídas com base em observações também são falíveis. Por exemplo: empiricamente, parece que o Sol está girando em torno da Terra e que a baleia é um peixe. Apesar

dessas observações, para a ciência, a teoria heliocêntrica é considerada verdadeira e a baleia pertence à classe dos mamíferos" (p. 351). Além disso, "o fato de duas ou mais pessoas terem experiências visuais diferentes ao observar o mesmo objeto e o fato de as experiências passadas, o conhecimento e as perspectivas afetarem a percepção colocam em xeque a possibilidade de uma objetividade absoluta nos processos perceptivos ou de observação, básicos para a ciência" (p. 189).

## Categoria 19: Experimentação

Para Melani, no século XVII, "por meio da observação, da experimentação e da linguagem matemática, a ciência moderna punha-se em marcha" (p. 344). Segundo o autor, "a experimentação é um método muito utilizado na investigação científica e consiste em observações desenvolvidas em experimentos controlados" (p. 342).

## Comentário da imagem de ciência apresentada pelo livro

Para Melani, a ciência se distingue da filosofia por ser mais simples e objetiva, e por excluir de seu campo a metafísica. Além disso, uma característica da ciência é a pretensão à universalidade. Tal pretensão pode ser verificada na formulação de leis que, na visão do autor, são afirmações empíricas universais que buscam estabelecer relações permanentes entre os fenômenos. Além disso, as leis têm caráter matemático, o que seria também uma marca (ao lado da observação e da experimentação) da ciência moderna. Tais leis estão na própria natureza e são inexoráveis e imutáveis e podem ser conhecidas pela razão com base na observação. O autor dá como exemplo a medicina, área na qual buscar-se-ia estabelecer leis que seriam válidas para todos os seres humanos que sofram da mesma enfermidade e não para um caso apenas. Este exemplo sugere que a noção de lei científica seria exatamente a mesma nas ciências físicas e biológicas, o que mascara o debate sobre este ponto.

Melani enfatiza a importância da observação para a ciência, seja para elaborar hipóteses e leis, seja para testá-las. O autor afirma que é possível confirmar hipóteses e leis por meio de observações; mas, ao mesmo tempo, apresenta o problema da indução e afirma que não é possível ter certeza absoluta da conclusão obtida a partir de uma generalização. Neste ponto, Melani também fala da importância do tamanho da amostra e da variação das condições de observação como forma de aumentar a probabilidade de que as generalizações sejam verdadeiras. Por um lado, este comentário reforça a

relevância das análises estatísticas na pesquisa científica; por outro, não leva em consideração que, matematicamente falando, o aumento da amostragem não aumenta a probabilidade de uma generalização ser verdadeira para um conjunto infinito eventos.

Para Melani, a observação direta e a experimentação (entendida como a obtenção de observações por meio de experimentos controlados) são dois princípios que fundamentam a investigação científica. O autor fala em "métodos" (no plural) sem atrelar à palavra uma prescrição de passos. Neste contexto, a experimentação seria um "um método muito usado", ou seja, não necessariamente seria universal, apesar de ser "central" para a ciência.

Em contraponto à ênfase dada ao papel da observação na ciência, o autor afirma que esta nem sempre é a preferida no embate com a teoria; pelo contrário, os enunciados de observação também são falíveis e podem ser corrigidos pela teoria. Diferenças de percepção (cognitivas) e de interpretação (relativas às experiências anteriores e conhecimento do observador) influenciam a observação. Não fica claro, contudo, como lidar com o problema que a impregnação teórica da observação coloca para a testabilidade das teorias científicas: se as teorias devem se basear na observação, mas ao mesmo tempo podem corrigi-las, como saber quando privilegiar uma ou outra?

O autor também afirma que a ciência é dinâmica, isto é, que as teorias mudam ao longo do tempo e adota a noção de paradigma. Neste sentido, ele afirma que as concepções de ciência e as ações dos cientistas dependem não apenas da visão de mundo, mas também dos valores, da religião, modos de vida etc. Além disso, para Melani, a ciência teria sido fundada sobre a intenção de conhecer para subjugar e dominar a natureza.

O livro de Melani apresenta alguns tópicos menos trabalhados em outros livros, como o problema da indução ou a questão da impregnação teórica da observação. É dada uma grande ênfase à importância da observação e da experimentação para a ciência, o que reforça seu caráter empírico. A referência à importância da estatística e à abrangência da amostragem como forma de conferir robustez às teorias científicas é também um aspecto pouco explorado em outros livros e relevante para a compreensão na NdC sobretudo na perspectiva da ciência integral de Allchin (2011). Os aspectos sociais da ciência, contudo, recebem pouca atenção.

## Reflexões: Filosofia e Cotidiano
## de José Antonio Vasconcelos

O livro apresenta as categorias 1, 2, 5, 8, 9, 10, 14, 15 e 16, além de duas categorias a posteriori (20: hipótese; e 23: ciência e tecnologia) distribuídas segundo o gráfico 7. As categorias 8, 9, 14 e 15 não apresentaram ocorrências explícitas. A síntese das categorias é apresentada a seguir. O livro apresenta uma PE de 44%.

Gráfico 7. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro Reflexões: Filosofia e Cotidiano de José Antonio Vasconcelos

## Categoria 1: Caracterização geral da ciência e problema da demarcação

Vasconcelos afirma que "uma característica importante da concepção de ciência que se desenvolveu a partir do início da Idade Moderna" é o "uso frequente da observação e da experiência" (p. 184). Além disso, "para a ciência moderna, [...] os objetos e fenômenos devem poder ser medidos de

forma objetiva" (p. 190). "A ciência lida, portanto, com fatores como temperatura, massa, velocidade, entre outros, que podem ser expressos numericamente" (p. 190). O autor também afirma que "os discursos da religião, da política ou da Filosofia, por exemplo, não são inferiores ao discurso científico, mas são de natureza diferente. Geralmente dizem respeito a questões que extrapolam a esfera de competência do cientista, como a existência de divindades sobrenaturais ou o sentido da vida humana" (p. 190). Vasconcelos cita um caso em que um pesquisador "seleciona as evidências que quer. As que corroboram sua tese são levadas em conta, as que a contradizem são descartadas" (p. 192) e afirma que isto "não é ciência, e sim pseudociência" (p. 192). O autor também afirma que "uma das principais características da atitude científica é a busca da simplicidade" (p. 192) e que "as pseudociências, pelo contrário, muitas vezes inventam explicações mirabolantes para os problemas que buscam resolver" (p. 192). "Outra característica importante do conhecimento científico, talvez mais importante que a simplicidade, é que a observação dos fenômenos precede as conclusões, enquanto os pseudocientistas partem da conclusão e vão em busca de observações que as corroborem" (p. 193). Vasconcelos também diz que "muitas vezes é o contexto que baliza o que é ou não ciência" (p. 193). O autor também afirma que "um dos mais influentes filósofos da ciência, o austríaco Karl Popper chamou a atenção para esse aspecto do conhecimento científico: a investigação empírica deve ser capaz de mostrar que uma hipótese é falsa" (p. 194), mas ressalta que "embora o critério de falseabilidade proposto por Popper ofereça de fato um critério, ainda que provisório, para a validade dos enunciados científicos, nem sempre ele se aplica na prática" (p. 194).

## Categoria 2: Problemas da confirmação e indução; inferência

Vasconcelos apresenta a indução como "uma forma de investigação por meio da qual as leis gerais da ciência são derivadas de observações particulares" (p. 184) e afirma que, "apesar de seus inúmeros méritos, a indução, tomada isoladamente, não responde a todas as questões colocadas pela ciência moderna" (p. 186). "Um primeiro aspecto da indução é que ela fornece leis gerais que podem não ser confirmadas por experiências subsequentes" (p. 186). "Em outras palavras, as leis obtidas por meio da indução são provisórias, já que é possível surgirem situações nas quais sua validade não se verifique" (p. 186). "Outro problema da indução é que as teorias científicas nem sempre são generalizações de casos particulares, evidenciados por meio da experiência" (p. 186). Assim, Vasconcelos

afirma, com Popper, que "a confirmação empírica jamais mostra definitivamente a validade de uma teoria, pois existe sempre a possibilidade de que uma nova experiência a refute" (p. 194). "Esse é o chamado critério de *falseabilidade das leis gerais*" (p. 194).

## Categoria 5: Leis científicas

Segundo Vasconcelos, as "leis gerais" (p. 186) "obtidas por meio da indução são provisórias, já que é possível surgirem situações nas quais sua validade não se verifique" (p. 186). Tais leis "precisam se articular umas às outras em um quadro mais amplo que é a teoria" (p. 187).

## Categoria 10: Relativismo e cientificismo

Ao comentar as críticas segundo as quais Kuhn seria relativista, Vasconcelos comenta que "devemos admitir que nem sempre se trata de um relativismo absoluto, pois em muitos casos é possível identificar critérios que são partilhados por diferentes paradigmas" (p. 197).

## Categoria 16: Natureza das teorias científicas

Vasconcelos diz que "as teorias científicas nem sempre são generalizações de casos particulares, evidenciados por meio da experiência" (p. 186), mas que "as leis [...] precisam se articular umas às outras em um quadro mais amplo que é a teoria" (p. 187). Além disso, "para se fazer ciência é necessário mais do que o simples acúmulo de informações isoladas. O cientista precisa primeiramente munir-se de uma teoria que lhe permita interpretar essas informações. Então ele pode selecionar aquelas informações que, de acordo com seus pressupostos teóricos, sejam as mais relevantes e relacioná-las umas às outras, em um conjunto que faça sentido e que responda às questões colocadas pela própria teoria" (p. 187).

## Categoria 20: Hipótese

Segundo Vasconcelos, "O que Darwin fez foi, a partir da observação de fatos aparentemente desconexos – vestígios fósseis, semelhanças anatômicas entre diferentes espécies, mudanças sutis na coloração de uma espécie de borboleta etc. -, conceber criativamente uma hipótese que dava sentido a esse conjunto de fatos" (p. 186). "Em outras palavras, a hipótese é um palpite que depende da

razão, cuja habilidade de sintetizar, relacionar e formular de modo criativo informações e conceitos é essencial na investigação científica" (p. 186). "Ao formular hipóteses, o cientista se apoia na razão para estabelecer relações e organizar os dados da experiência no quadro geral de uma teoria" (p. 187).

## Categoria 23: Ciência e Tecnologia

Vasconcelos afirma que "muitas vezes se adota uma distinção entre duas modalidades de pesquisa científica: a 'básica' e a 'aplicada'", mas, "estritamente falando, essa distinção não se verifica, pois toda pesquisa é aplicada, no sentido de que é aplicação de pesquisas precedentes. Entretanto, a distinção é útil para identificar quais são as pesquisas mais voltadas ao setor produtivo" (p. 199). Assim, "para a ciência o mais importante é a produção de conhecimento em geral, mesmo que este conhecimento não tenha aplicações imediatas" (p. 199). Em contraste, "quando se fala em tecnologia, muitas vezes nos vêm à mente viagens espaciais ou produtos eletrônicos de última geração. Essa imagem corresponde, em parte, ao que se entende por tecnologia, pois evidencia a associação de conhecimentos científicos com as técnicas, que são os procedimentos que visam determinados resultados" (p. 200). "A noção contemporânea de tecnologia encontra um correlato naquilo que os filósofos gregos antigos chamavam de *techné*" (p. 200). "A noção de tecnologia [...] se apresenta como puramente instrumental, como meio que utilizamos para alcançar os fins que nós mesmos estabelecemos" (p. 200). Assim, "ciência e tecnologia não são a mesma coisa, mas estão muito próximas uma da outra" (p. 204), uma vez que "o conhecimento produzido pela ciência pode, muitas vezes, ser utilizado na produção de tecnologia" (p. 204).

## Comentário da imagem de ciência apresentada pelo livro

Para Vasconcelos, a observação e a experiência são duas características da ciência moderna, além do enfoque quantitativo. O discurso científico se distingue do religioso, político ou filosófico por uma questão de delimitação do campo de atuação: as questões com as quais estes lidam encontram-se fora do escopo daquele. Contudo, esta diferença não implica, na visão do autor, superioridade ou inferioridade.

O autor também discute o problema da demarcação entre ciência e pseudociência de diferentes ângulos. Vasconcelos discute o problema da indução ao afirmar que, apesar dos méritos do seu

emprego na ciência, a indução tem limitações, uma vez que as generalizações obtidas por meio dela não podem ser confirmadas. Isto significa que as teorias científicas são provisórias, uma vez que podem vir a ser refutadas. Assim, o autor apresenta o critério popperiano de falseabilidade, mas afirma que este nem sempre se aplica na prática. É interessante notar que este ponto em particular recebe maior atenção neste livro do que nos demais.

O autor defende que há algumas características do conhecimento científico que nos permitem distingui-lo da pseudociência, como a simplicidade e a precedência da observação em relação às conclusões. O autor não parece defender que qualquer uma destas características seja necessária ou suficiente para estabelecer a diferença entre ciência e pseudociência, mas que elas sejam indicativas da distinção. Ao mesmo tempo, ele afirma que muitas vezes esta diferença é determinada pelo contexto. Esta última fala poderia levar a uma leitura relativista da ciência. Contudo, o autor, ao comentar as críticas a Kuhn, afirma não ser este o caso, já que seria possível encontrar critérios compartilhados por diferentes paradigmas.

O texto considera que as leis científicas, além de serem obtidas por meio da indução, articulam-se umas às outras num "quadro mais amplo que é a teoria". Esta, por sua vez, coloca questões e guia a seleção e interpretação de informações que serão articuladas umas às outras para responder às questões. Processo semelhante ocorre, na visão de Vasconcelos, com a formulação de hipóteses: trata-se de uma tentativa criativa de articular dados no contexto de uma teoria.

Por fim, o autor aborda a distinção entre ciência básica e aplicada. Embora Vasconcelos afirme que muitas vezes ela não se aplica na prática, o autor reconhece que a distinção tem um valor instrumental ao tratar da aplicabilidade das pesquisas científicas. Enquanto a ciência básica teria por interesse apenas o conhecimento sem preocupar-se com sua aplicação, a ciência aplicada estaria relacionada à tecnologia, isto é, a associação entre ciência básica e a técnica com vistas a um resultado prático.

O texto de Vasconcelos insere a noção de leis no interior da ideia de teoria, o que diverge da distinção proposta pela abordagem da lista de consensos (LEDERMAN et al., 2002). O autor também comenta a relação entre ciência e tecnologia, mas aborda pouco os possíveis impactos dos usos da

ciência, de maneira que a discussão das relações entre o conhecimento científico e o contexto histórico e social no qual se insere é bastante restrita.

## Filosofia: Experiência do Pensamento
## de Sílvio Gallo

O livro apresenta as categorias 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14 e 16, além de uma categoria a posteriori (19: experimentação) distribuídas segundo o gráfico 8. As categorias 4 e 10 não apresentam ocorrências explícitas. A síntese das categorias é apresentada a seguir. O livro apresenta uma PE de 57%.

Gráfico 8. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro Filosofia: Experiência do Pensamento de Sílvio Gallo

## Categoria 1: Caracterização geral da ciência e problema da demarcação

Para Gallo, "A ciência é um tipo de pensamento que investiga os fenômenos da natureza e cria conhecimentos sobre ela por um processo de experimentação. É um conhecimento sistemático e metódico" (p. 41). "A ciência, no sentido da busca por uma explicação racional, sistematizada e metódica do mundo, existe desde a Antiguidade e, durante muito tempo, fez parte da própria filosofia", contudo, "a ciência moderna pode ser caracterizada por dois aspectos principais: a utilização do método experimental, ou método científico, e sua aplicação a um objeto específico, ou seja, a especialização" (p. 48). "A partir do século XX, produziu-se a noção de conhecimento científico como um saber aberto, sempre aproximativo e corrigível, e não uma afirmação de verdades absolutas" (p. 50) e, "atualmente, a ciência é cada vez mais uma atividade colaborativa, feita em redes de pesquisas" (p. 51). Se hoje, por um lado, "assim como a arte e a filosofia, a ciência caracteriza-se por investir em um pensamento crítico e criativo, produzindo novos saberes" (p. 254), por outro, "fazer arte não é fazer filosofia nem ciência; do mesmo modo, pensar filosoficamente não se confunde nem com o fazer artístico nem com o teorizar científico" (p. 33). Além disso, "com a consolidação do método científico, sua aplicação a distintos objetos constituiu diferentes ciências" (p. 50). "Temos, portanto, tantas ciências quantos são os objetos – por exemplo, a física, que estuda as leis que regem a natureza; a química, que investiga os elementos que compõem a natureza; a biologia, que se dedica ao fenômeno da vida, entre várias outras" (p. 48). Tais ciências "são baseadas em fatos. Elas não são apenas especulações teóricas, mas sim análises dos fatos" (p. 261).

## Categoria 2: Problemas da confirmação e indução; inferência

Ao descrever o procedimento científico, Gallo afirma que uma de suas etapas envolve a elaboração de "uma hipótese a ser comprovada. Por exemplo: se observamos que durante o dia o Sol parece mover-se pelo céu, então, podemos formular a hipótese de que esse astro está girando ao redor da Terra. Trata-se de uma interpretação do fato observado, a qual precisa ser verificada" (p. 49). Numa etapa posterior, "testa-se a hipótese construída, que pode ser ou não comprovada" (p. 49) e, "caso a hipótese não seja comprovada, é necessário elaborar outra hipótese, seguindo-se uma nova etapa de verificação" (p. 49). "Por exemplo: comprovada a hipótese de que todo corpo que tem massa atrai outros corpos que têm massa, podemos generalizar o fato para o exemplo de que todo corpo que

tem massa menor que a Terra é atraído por ela e, portanto, todo corpo é atraído para o chão. Assim, podemos afirmar com certeza que, em dadas condições materiais, todo corpo cai" (p. 49). Também foi assim que, "no século XIX de nossa era, a física conseguiu comprovar experimentalmente a existência do átomo" (p. 45).

## Categoria 5: Leis científicas

Segundo Gallo, "Durante a experimentação são encontrados resultados que se repetem, o que torna possível elaborar "leis" gerais ou particulares que expliquem os fenômenos observados" (p. 49). Assim, áreas como a física e a química buscam "leis universais e imutáveis da natureza" (p. 253).

## Categoria 8: Realismo e antirrealismo

Gallo afirma que, "no século XIX de nossa era, a física conseguiu comprovar experimentalmente a existência do átomo e, hoje em dia, a física contemporânea está envolvida no estudo de partículas subatômicas" (p. 45).

## Categoria 9: Mudança teórica e progresso

Gallo afirma que "o constante diálogo entre os diversos pesquisadores permite que antigas teses sejam refutadas e novas teorias sejam criadas, pois mesmo a ciência não conhece verdades absolutas e imutáveis: ela está em constante busca e aperfeiçoamento" (p. 49).

## Categoria 11: Ciência, Valores e sociedade

Gallo afirma que "a ciência deixou de ser movida pela vontade de conhecer e passou a se guiar pelas possibilidades de aplicação" (p. 263) e alerta para o fato de que, "em uma era na qual uma das palavras de ordem é "inovação", diante de todos os benefícios que parecem advir do desenvolvimento científico, é necessário refletir se o utilitarismo da tecnociência não beneficia apenas grupos específicos (por exemplo, aumentando a dominação ou os lucros de alguns), em vez de toda a humanidade. Questionar os interesses políticos e econômicos que tentam se sobrepor aos interesses científicos e sociais pode nos ajudar a delinear o tipo de desenvolvimento científico que devemos buscar" (p. 259).

## Categoria 12: Modelos

Segundo Gallo, a ciência envolve a "elaboração de teorias (modelos)", uma vez que, com os dados obtidos, é possível criar modelos teóricos de aplicação mais geral, capazes de explicar realidades mais complexas" (p. 49).

## Categoria 14: Método(s) na ciência

Para Gallo, a ciência pode ser considerada um conhecimento "metódico porque segue um caminho previamente concebido, um método para produzir esses conhecimentos, utilizando ferramentas adequadas para a obtenção de um resultado" (p. 41). "Isso significa que, antes de produzir um conhecimento científico, é necessário estudar também o método que deve ser aplicado" (p. 41). Fala-se, assim, de um "método científico moderno" como "forma de pensar cientificamente e de produzir conhecimentos" (p. 47). Portanto, "a ciência moderna pode ser caracterizada", ao menos em parte, pela "utilização do método experimental, ou método científico" (p. 48), de maneira que "todas" as "ciências usam o mesmo método, ainda que ele possa sofrer algumas adaptações" (p. 48). "Nas ciências naturais, o método experimental [...] tem normas bastante rígidas para garantir a produção de um conhecimento verdadeiro" (p. 261) e um dos seus "princípios básicos [...] é a objetividade" (p. 261). "O método científico pode ser caracterizado por ao menos cinco passos, descritos a seguir:

- *Observação*. Primeiro é necessário observar o fato que se deseja estudar. Mas não se trata de uma observação qualquer. Ela precisa ser rigorosa, sistemática, seguindo procedimentos e protocolos específicos, definidos pelo método científico.
- *Formulação de uma hipótese*. Com base nos fatos observados, faz-se uma reorganização dos dados obtidos, de modo a explicar aquilo que foi visto. Elabora-se uma hipótese a ser comprovada. Por exemplo: se observamos que durante o dia o Sol parece mover-se pelo céu, então, podemos formular a hipótese de que esse astro está girando ao redor da Terra. Trata-se de uma interpretação do fato observado, a qual precisa ser verificada.
- *Experimentação*. Nesta etapa, testa-se a hipótese construída, que pode ser ou não comprovada. A experimentação é uma nova observação, mas desta vez feita em condições privilegiadas, geralmente em um laboratório, simulando aquilo que acontece na natureza. Caso a

hipótese não seja comprovada, é necessário elaborar outra hipótese, seguindo-se uma nova etapa de verificação. Por exemplo: cientistas levantam a hipótese de que determinada substância química age no combate ao câncer. Para verificar essa hipótese, será necessário organizar uma série de testes com animais doentes, aplicando neles essa substância e avaliando os resultados. É comum que isso seja feito de forma comparada: um grupo de animais recebe a substância e outro grupo, não (o chamado grupo controle); durante certo tempo os dois grupos são examinados para verificar a ação da substância no grupo medicado em relação ao grupo de controle.

- *Generalização*. Durante a experimentação são encontrados resultados que se repetem, o que torna possível elaborar "leis" gerais ou particulares que expliquem os fenômenos observados. Por exemplo: comprovada a hipótese de que todo corpo que tem massa atrai outros corpos que têm massa, podemos generalizar o fato para o exemplo de que todo corpo que tem massa menor que a Terra é atraído por ela e, portanto, todo corpo é atraído para o chão. Assim, podemos afirmar com certeza que, em dadas condições materiais, todo corpo cai.
- *Elaboração de teorias (modelos)*. Com os dados obtidos, é possível criar modelos teóricos de aplicação mais geral, capazes de explicar realidades mais complexas. É o que fez, por exemplo, Isaac Newton, ao criar a teoria da gravitação universal, capaz de explicar os processos de atração dos corpos que têm massa, sejam aqueles que observamos no dia a dia, sejam os planetas e demais astros no céu" (p. 49).

"A partir da segunda metade do século XIX, o método científico aplicado aos fenômenos humanos – com certas adaptações – levou à criação das ciências humanas" (p. 50). Porém, "enquanto no campo das ciências naturais se fala em método científico, no campo das ciências humanas é mais apropriado falar em métodos, no plural" (p. 261).

## Categoria 16: Natureza das teorias científicas

Gallo argumenta que a ciência elabora "teorias (modelos)" (p. 49).

## Categoria 19: Experimentação

Gallo afirma que "a experimentação é uma nova observação, mas desta vez feita em condições privilegiadas, geralmente em um laboratório, simulando aquilo que acontece na natureza" (p. 49).

## Comentário da imagem de ciência apresentada pelo livro

Na visão de Gallo, num sentido amplo, a ciência existe desde a antiguidade e consiste num conhecimento sistemático e metódico sobre os fenômenos da natureza. Num sentido moderno e mais restrito, no entanto, a ciência é caracterizada pelo emprego do método científico experimental e da sua aplicação a objetos específicos, o que dá origem aos diferentes ramos da ciência, ou às ciências particulares (física, química, biologia etc.), as quais são baseadas em fatos. O autor também qualifica a ciência como uma atividade colaborativa realizada por uma rede de cientistas que envolve pensamento crítico e criativo e que produz um conhecimento aproximado e corrigível que não fornece verdades absolutas.

Para Gallo, o método científico é uma das características da ciência. O autor concebe o método científico como o meio pelo qual a ciência produz conhecimento. Tal método tem como princípio a objetividade, apresenta normas rígidas e é o mesmo em todas as ciências da natureza, apesar de poder apresentar variações. O método é apresentado na forma de uma série de passos: observação, formulação de hipótese, experimentação, generalização e elaboração de teorias. Gallo entende a experimentação como uma (nova) observação em que se busca simular aquilo que ocorre na natureza. Não fica claro o que seriam "condições privilegiadas". O autor não discute ciências como a astronomia, que em muitos casos não envolve experimentação, especialmente no que diz respeito à noção de controle experimental.

Gallo é enfático ao afirmar que podemos comprovar hipóteses, de que podemos generalizar conclusões e de que podemos ter certeza de tais generalizações. Ao afirmar que a física conseguiu comprovar a existência do átomo, o autor parece sugerir uma posição realista, embora o debate em torno desta questão não seja formalmente abordado no texto. Ao mesmo tempo, o autor entende que o conhecimento científico se transforma ao longo do tempo ao afirmar que teorias são abandonadas e novas são criadas. Contudo, o autor não aprofunda a discussão sobre como se dá este processo. Há

aqui espaço para um potencial conflito de interpretações: como é possível falar em comprovação de hipóteses se as teorias científicas mudam ao longo do tempo e o conhecimento científico é sempre corrigível e não fornece verdades absolutas?

As generalizações dão origem às leis, as quais explicam fenômenos recorrentes e são imutáveis. Aqui, a noção de lei imutável se aplica às leis da natureza, as quais são objeto de estudo das ciências. Isto não significa, contudo, que as leis elaboradas pelos cientistas sejam imutáveis. O autor parece associar teorias a modelos ao afirmar que a ciência elabora "teorias (modelos)" (p. 49), sem que fique claro qual exatamente é essa relação. Também não fica clara a relação entre teorias e leis. Para Gallo, a ciência atual é orientada à aplicação que, por vezes, pode beneficiar apenas a algumas pessoas, atendendo aos interesses de grupos sociais específicos, em detrimento do interesse da maior parte da população. É preciso, portanto, refletir sobre os interesses por trás do desenvolvimento da ciência.

Há passagens em que o autor se aproxima textualmente das discussões em NdC, sobretudo de alguns dos itens da lista de consensos do grupo de Lederman (LEDERMAN et al., 2002): o conhecimento científico é apresentado como uma produção coletiva que não constitui uma verdade absoluta, mas é sempre provisório; diz-se que a ciência é baseada em fatos, o que reforça seu caráter empírico, embora a noção de "fato" não seja explorada; e a ciência é tomada como uma forma de pensamento crítico e criativo (e neste sentido se aproxima da filosofia e da arte, sem confundir-se com elas). Contudo, o autor não explica exatamente a distinção entre ciência e filosofia ou arte. A discussão sobre os interesses de diversos grupos sociais e sua influência no desenvolvimento e aplicação das pesquisas científicas é um aspecto considerado importante em todas as abordagens de NdC.

Em contraste, a noção de que há um método científico universal composto de certas etapas a serem seguidas vem sendo amplamente criticada na literatura em NdC (por exemplo, LEDERMAN et al., 2002) como sendo demasiadamente simplista e não condizente com a realidade da pesquisa científica. Outro ponto de divergência diz respeito à ideia de que que leis explicam os fenômenos; esta noção se opõe à visão defendida pela abordagem da lista de consensos (LEDERMAN et al., 2002), segundo a qual esta seria uma característica das teorias científicas.

## Filosofia e Filosofias: Existência e Sentidos de Juvenal Savian Filho

O livro apresenta as categorias 1, 2, 4, 7, 8, 9, 14 e 15 distribuídas segundo o gráfico 8. As categorias 1, 2, 9, 14 e 15 não apresentam ocorrências explícitas. As sínteses são apresentadas a seguir. O livro apresenta uma PE de 14%, o mais baixo encontrado no conjunto de livros analisados.

Gráfico 9. Ocorrência relativa das categorias analisadas no livro Filosofia e Filosofias: Existência e Sentidos de Juvenal Savian Filho

## Categoria 4: Explicações científicas

Para Savian Filho, explicar "é uma atividade que vai além de conhecer as partes ou os elementos em que os dados podem ser divididos" (p. 357), pois "chegar a uma explicação do modo como as partes produzem um determinado resultado é algo que vai além da simples observação e exige do

pesquisador um passo adiante: é sua criatividade que lhe permitirá propor uma teoria que unifica as partes e inventa um porquê para o resultado do conjunto que elas produzem" (p. 357).

## Categoria 7: Subdeterminação teórica

Para Savian Filho, "as teorias científicas dependem em grande parte do modo de pensar individual dos cientistas, e não apenas dos dados naturais, como se estes "causassem" por si mesmos um conhecimento 'objetivo'" (p. 357).

## Categoria 8: Realismo e antirrealismo

Segundo Savian Filho, "dificilmente alguém sustentará que o conhecimento científico é totalmente "objetivo" ou um retrato direto da realidade" (p. 357).

## Comentário da imagem de ciência apresentada pelo livro

O livro de Savian Filho é relativamente enxuto no seu tratamento dos temas de filosofia da ciência; além disso, o autor é pouco assertivo, apresentando poucas ocorrências explícitas, o que resultou numa síntese ainda mais concisa. Curiosamente, o autor não assume posicionamentos explícitos nas categorias 1, 2, 9 e 14, as quais foram justamente aquelas que tiveram maior ênfase (considerando ocorrências totais) no conjunto dos livros e que, na maioria dos casos, tiveram grande quantidade de incidências explícitas.

Para o autor, explicar é algo que vai além da observação direta das partes. Para produzir uma explicação é necessária a criatividade do cientista. Neste sentido, o autor se aproxima de um dos itens da lista de consensos. O autor também enfatiza a ideia de que os dados não "falam por si", como se as teorias científicas pudessem emergir daqueles de uma maneira necessária. Este ponto pode ser interpretado no sentido de que não existe apenas uma teoria que explique um conjunto de dados.

Embora o autor não assuma claramente uma posição no debate sobre o realismo, ele descarta uma posição, a saber, a de que o conhecimento científico é um retrato direto da realidade (o que seria uma forma de "realismo ingênuo").

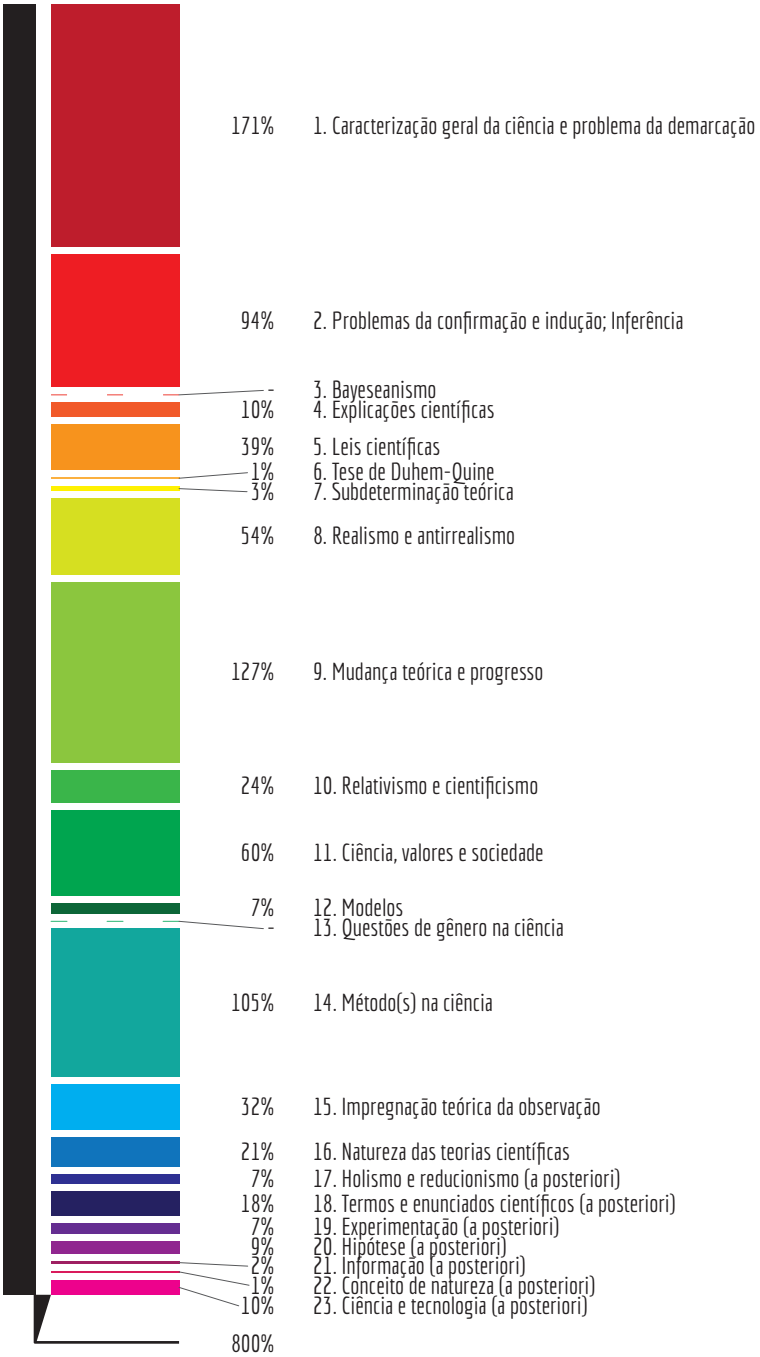
# As categorias no conjunto de livros

O gráfico 10 indica a quantidade de livros em que cada uma das categorias está presente, sem levar em consideração a quantidade de ocorrências.

Gráfico 10. Presença das categorias nos livros analisados

O gráfico 11 a seguir indica o somatório das porcentagens de categorias encontradas em todos os livros, o que é um indicativo da ênfase geral dada a cada categoria no conjunto de livros. O total possível corresponde a 800%, o que representaria ênfase total em todos os livros.

Gráfico 11. Somatório das porcentagens das categorias nos livros analisados




## Categoria 1: Caracterização geral da ciência e problema da demarcação

A categoria 1 não só esteve presente em todos os livros, como também é a que apresenta o maior resultado na soma das porcentagens, indicando ser o principal tópico abordado pelos livros didáticos de filosofia. A preponderância desta categoria pode ser em parte explicada pela abrangência da descrição da categoria. A PE da categoria no conjunto de livros analisados é de 58%.

A tendência dos livros é apresentar uma caracterização geral da ciência por meio de suas propriedades ou qualidades. Alguns exemplos recorrentes incluem: a abrangência/universalidade do conhecimento científico; seu rigor e/ou objetividade; sua sistematicidade; seu caráter empírico/experimental; e, por vezes, a importância do método e da matematização/quantificação.

A discussão sobre o problema da demarcação admite diferentes enfoques nos livros: alguns livros procuram distinguir a ciência do senso comum, o que é feito por meio de uma contraposição entre propriedades de um e de outro, realçando seu contraste. Outro enfoque é a distinção entre os diferentes ramos científicos (ou ciências particulares) o que é feito por meio da especificação do objeto de estudo de cada um. Alguns livros também traçam uma fronteira entre a ciência e outras áreas do conhecimento, como a filosofia, o que ora é determinado pelo campo de atuação de cada uma, ora não é claramente definido. Apenas um livro apresenta posicionamento explícito com relação à distinção entre ciência e pseudociência.

Embora as discussões recentes em NdC tenham enfocado menos a caracterização geral da ciência e mais aspectos específicos do conhecimento e do fazer científicos, um dos principais instrumentos utilizados para o levantamento de concepções de NdC, o VNOS, traz a pergunta "o que é ciência?" e "o que distingue a ciência de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia etc.)?" (LEDERMAN et al., 2002). O objetivo da pergunta é suscitar respostas que manifestem as concepções dos respondentes com relação aos itens da lista de consensos. Neste sentido, as respostas dadas pelos livros enfatizam, por exemplo, o aspecto empírico/experimental da ciência, o que é um dos tópicos daquela lista.

A discussão sobre o problema da demarcação está na base da proposta da abordagem da semelhança de família, de maneira que, embora não esteja localizado em nenhuma das categorias propostas por Dagher e Erduran (2016), ele permeia todas elas. Quando discutem o problema da demarcação, os livros analisados tendem a referir-se à ciência em geral, o que é justamente o objeto da crítica da abordagem de semelhança de família, ou seja, a insensibilidade às particularidades de cada disciplina científica. Contudo, ao menos parte dos livros faz referência às diferentes disciplinas científicas, embora sua especificidade seja associada apenas ao objeto de estudo.

## Categoria 2: Problemas da confirmação e indução; inferência

A categoria 2 também está presente em todos os livros analisados. A PE é de 41%. A maioria deles faz uso de termos como "confirmar", "verificar" e "comprovar" para se referir às hipóteses, leis e/ou teorias científicas, o que pode sugerir ao leitor a interpretação forte de que estas podem ser definitivamente estabelecidas. Contudo, também fazem a ressalva de que a ciência não é estática e de que o conhecimento científico é sempre provisório. Em geral, não fica claro para o leitor como articular estas duas visões. Nenhum dos livros aprofunda a discussão sobre o problema da confirmação em si, embora o livro de Melani mencione a noção de verificabilidade das teorias científicas associada aos filósofos do Círculo de Viena e o livro de Vasconcelos apresente a crítica popperiana à noção de confirmação. Estes mesmos livros apresentam formalmente o problema da indução e o utilizam como argumento para afirmar que o conhecimento científico não pode fornecer certezas absolutas.

A ideia de que o conhecimento científico estabelece verdades absolutas tem sido encontrada em levantamentos de concepções de NdC de diversos públicos há décadas (LEDERMAN, 1992) e o alerta encontrado nos livros analisados de que este na realidade é provisório constitui uma potencial contribuição no sentido da desconstrução deste mito. A apresentação do problema da indução pode constituir um forte argumento neste sentido. Contudo, o emprego de termos como "confirmação", "verificação" e "comprovação" pode levar o leitor na direção contrária. Além disso, a ideia de que o conhecimento científico não pode fornecer verdades absolutas, principalmente quando atrelada ao problema da indução, pode levar o leitor ao extremo oposto, isto é, o relativismo. Neste sentido, justifica-se o enfoque de Allchin na confiabilidade da ciência ao tratar de aspectos de NdC, bem como sua ênfase no trabalho com casos científicos concretos (sejam históricos, contemporâneos ou investigativos) (ALLCHIN; ANDERSEN; NIELSEN, 2014) a partir dos quais é possível questionar em que medida as conclusões dos cientistas estão baseadas em evidências e, ao mesmo tempo, estão abertas à discussão.

## Categoria 3: Bayeseanismo

A discussão sobre bayeseanismo não é mencionada em nenhum livro.

## Categoria 4: Explicações científicas

A noção de "explicação científica" é pouco explorada pelos livros didáticos. A categoria ocorre em apenas três livros, e apenas dois apresentam ocorrências explícitas. Porém, a PE é de 80%, ou seja, embora a categoria ocorra poucas vezes, quando ocorre, em geral apresenta posicionamento explícito no texto. Nenhum chega a discutir os diferentes modelos de explicação, mas apresentam apenas caracterizações gerais. O livro de Aranha e Martins, por exemplo, afirma que a explicação científica é sistemática e controlada pela experiência, além de ser abrangente no sentido de abarcar um conjunto grande de fenômenos. Savian Filho também reconhece o caráter unificador das explicações científicas e afirma que estas são mais do que a soma do conhecimento das partes uma vez que exigem criatividade do cientista na sua concepção. Neste ponto, o autor se alinha com um dos pontos da lista de consensos (LEDERMAN et al., 2002). Nos demais livros, embora a expressão "explicação científica" apareça, ela não é problematizada ou definida.

## Categoria 5: Leis científicas

A categoria 5 aparece em sete livros, sendo que todos eles apresentam ocorrências explícitas. A PE é de 69%. O quadro a seguir reúne os principais aspectos das leis científicas mencionados nos livros, indicando onde foram identificados. As leis são apresentadas em quatro livros como descrições de regularidades ou padrões gerais dos fenômenos. Além disso, as ideias de que as leis são abrangentes ou universais e de que elas são necessárias aparecem em três livros cada.

A ideia de que leis científicas descrevem regularidades ou relações entre fenômenos se aproxima daquela presente na abordagem da lista de consensos, ainda que esta não discuta a ideia de necessidade. Além disso, aquela abordagem entende leis e teorias como coisas essencialmente distintas, enquanto dois dos livros analisados tratam as leis como parte das teorias e um livro trata um dos tipos de leis (gerais) como sendo as próprias teorias científicas. Um quarto livro considera que as leis são explicativas o que, para o grupo de Lederman, seria o traço distintivo das teorias.

Quadro 3. Categoria 5: Leis científicas nos livros analisados

| Livro | Descrevem padrões/ regularidades/ relações entre fenômenos | São provisórias | Fazem parte da teoria | São as próprias teorias | Implicam necessidade | Permitem prever fenômenos | São matemáticas/ quantitativas | São explicativas | São abrangentes/ universais | São imutáveis |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cotrim e Fernandes | | | | | | | | | | |
| Figueiredo et al. | | | | | | | | | | |
| Gallo | | | | | | | | | | |
| Aranha e Martins | | Admitem graus de confirmação | | Apenas leis gerais | | | | | Podem ser probabilísticas | |
| Chauí | | | | | | | | | | |
| Melani | | | | | | | | | | |
| Vasconcelos | | | | | | | | | | |

## Categoria 6: Tese de Duhem-Quine

A categoria 6 teve apenas uma ocorrência em apenas um livro (Aranha e Martins) que não foi registrada como explícita uma vez que se trata de uma citação direta em que o filósofo (Duhem) afirma que uma lei só pode ser aplicada à realidade uma vez que se aceite um conjunto maior de teorias. Trata-se de um tópico que, além de ser pouco explorado pelos livros de filosofia, também é deixado de lado nas discussões sobre NdC.

## Categoria 7: Subdeterminação teórica

A categoria aparece em apenas um livro (Savian Filho) e de forma explícita. O autor afirma que o conhecimento não "causa" por si mesmo um conhecimento objetivo, ou seja, as teorias científicas não são impostas logicamente pelos dados, o que significa, portanto, que há mais de uma maneira possível de explicar o mesmo conjunto de dados. O autor conclui, a partir daí, que a elaboração das teorias científicas depende da forma individual de pensar do cientista. Contudo, o texto não se aprofunda na discussão sobre as implicações disto.

Embora a ideia de que o processo de elaboração das teorias científicas esteja ligado às particularidades do modo de pensar do cientista e da comunidade científica (o que, por sua vez, está relacionado

ao contexto social e histórico em que se produz a ciência) seja um aspecto importante discutido tanto pelos livros de filosofia como por diversos autores em NdC, a noção de subdeterminação teórica propriamente dita raramente é abordada em ambos os casos. Em um dos poucos artigos na literatura em NdC a discutir explicitamente este tema (ainda que não seja o foco do texto) (ABD-EL-KHALICK, 2012), o autor argumenta que o professor que tiver conhecimento do assunto estará melhor equipado para lidar com situações nas quais os alunos apresentam dificuldade de, mesmo frente às evidências, abandonar suas próprias explicações em favor de teorias e conceitos científicos. O que é interessante notar, aqui, é que o foco está no conhecimento do professor, indicando que a possibilidade de se tratar do assunto direta e explicitamente com os alunos nem é mencionada.

## Categoria 8: Realismo e antirrealismo

A categoria foi identificada em sete dos oito livros analisados (ausente apenas no livro de Cotrim e Fernandes), mas não apresentou ocorrências explícitas nos livros de Vasconcelos e de Melani. O primeiro coloca uma pergunta: "a ciência garante um conhecimento realmente objetivo da realidade?" (p. 183), além de apresentar formalmente o tema numa proposta de atividade: "o *realismo científico*, que afirma a objetividade dos resultados da ciência, e o *antirrealismo científico*, que afirma a relatividade desses resultados" (p. 199). A forma como o texto associa o realismo à objetividade e o antirrealismo ao relativismo pode ser questionada filosoficamente; ao mesmo tempo, é o único a apresentar formalmente estes termos e a existência do debate.

A PE da categoria é de 38%. Alguns livros apresentam um posicionamento realista, enquanto outros, apesar de não assumirem nenhum dos lados, posicionam-se ao rejeitarem uma forma de realismo que pode ser considerada "ingênua", isto é, a ideia de que a ciência é um retrato direto da realidade. Os posicionamentos apresentados pelos livros são resumidos no quadro a seguir.

Quadro 4. Categoria 8: Realismo e antirrealismo nos livros analisados

| | Realista | Contra um realismo "ingênuo" |
|---|---|---|
| Figueiredo et al. | Ciência nos permite conhecer a realidade por trás das aparências | |
| Gallo | Física conseguiu comprovar a existência do átomo | |
| Savian Filho | | O conhecimento científico não é um retrato direto da realidade |
| Aranha e Martins | | As teorias não são reflexo do real |
| Chauí | Modelos científicos se aproximam da realidade | Ciência não é representação da realidade como ela é em si |

O debate sobre o realismo é apontado por Lederman (2002) como exemplo de tema que não deve ser ensinado na aula de ciências na educação básica por ser ao mesmo tempo demasiadamente abstrato e pouco ou nada relevante no cotidiano. As demais abordagens em geral não tratam do assunto, com exceção de Matthews (2012) que sugere o tema "realismo e construtivismo" como um dos possíveis itens a serem discutidos com os alunos.

## Categoria 9: Mudança teórica e progresso

A categoria foi identificada em todos os livros, apresentando ocorrências explícitas em seis deles. A PE é de 29%. Todos os livros reconhecem que a ciência se transforma ao longo do tempo e que as teorias científicas são transitórias (e, neste sentido, se aproximam de um dos itens da lista de consensos). Contudo, há diferenças na forma como os diferentes livros entendem como se dá este processo. Cotrim e Fernandes, por exemplo, rejeitam a ideia de que a ciência sempre progride. Chauí é ainda mais enfática, ao afirmar que a epistemologia refutou a ideia de progresso na ciência e que este seria uma ilusão de caráter ideológico. Em contraste, o livro de Figueiredo et al é categórico ao afirmar que "é frequente que descobertas e inventos tecnológicos promovam o progresso científico" (p. 150). Também Aranha e Martins dão o exemplo da transição da física newtoniana para a física de Einstein e afirmam que aquela não foi abandonada, mas apenas reconheceu-se que ela tem limitações uma vez que se aplica a um setor restrito da realidade, o que pode ser entendido como uma forma de progresso.

É interessante notar que, apesar das posições contrastantes entre os livros quanto à questão do progresso, quase todos eles se filiam às ideias de Kuhn. Os textos de Cotrim e Fernandes e de

Figueiredo et al citam nominalmente o filósofo ao qual aderem explicitamente. Chauí e Aranha e Martins também apresentam as ideias do filósofo e estas últimas afirmam que a ciência se desenvolve com base em paradigmas, assim como o faz Melani. Até mesmo os livros que não apresentaram ocorrências explícitas nesta categoria (Vasconcelos e Savian Filho) apresentam as ideias de Kuhn, ainda que sem se filiarem explicitamente ao autor. Thomas Kuhn aparece, portanto, como o principal filósofo citados nos livros analisados quando se trata do tema do progresso.

A ideia de que o conhecimento científico se transforma ao longo do tempo é cara aos autores da área de NdC uma vez que diversos estudos mostraram que estudantes de diferentes níveis têm a ideia de que a ciência produz verdades absolutas (LEDERMAN, 1992). Ao mesmo tempo, Kuhn é um dos nomes da filosofia da ciência com grande influência nas discussões em NdC (MATTHEWS, 2004). Contudo, não se propõe que suas ideias e as consequências para a noção de progresso em ciência sejam discutidas com os alunos na educação básica. Neste ponto os livros de filosofia divergem das propostas da área de NdC ao abordarem especificamente as ideias de um filósofo.

## Categoria 10: Relativismo e cientificismo

A categoria aparece em cinco livros, sendo que apenas dois apresentam ocorrências explícitas. A PE é de 18%.

Cotrim e Fernandes se opõem ao que chamam de "mito do cientificismo", o que os autores definem como a "a ideia de que o conhecimento científico é perfeito, a ciência caminha sempre em direção ao progresso e a tecnologia desenvolvida pela ciência pode responder a todas as necessidades humanas" (p. 376) ou ainda como "a crença no poder da ciência de tudo explicar e, sobretudo, a crença em sua neutralidade, a ideia de que o conhecimento científico é desinteressado e imparcial" (p. 378) (Gallo também utiliza a expressão "cientificismo" em sentido semelhante, embora não apresente posicionamento explícito). Os autores afirmam que tal mito tem sido questionado, o que tem "relativizado" a ideia de superioridade do conhecimento científico em relação a outras formas de conhecimento. Em contraste, Vasconcelos, ao comentar a interpretação relativista de Kuhn, afirma que "nem sempre se trata de um relativismo absoluto, pois em muitos casos é possível identificar critérios que são partilhados por diferentes paradigmas" (p. 197). Melani também comenta a interpretação

relativista de Kuhn e a contrasta com a ideia de que o conhecimento científico tende a ser considerado pela sociedade como seguro e superior a outras formas de conhecimento, embora neste caso o autor não não apresente posicionamento explícito.

Também Figueiredo et al. introduzem o debate ao apresentarem duas visões diferentes. Os autores sugerem que o leitor imagine que "alguém lhe diga o seguinte: "Ciência não se discute. Cada um tem a sua ciência. Ptolomeu tinha a dele, Copérnico tinha outra, e Einstein tinha outra, mais diferente ainda. Nenhuma é melhor do que a outra. São apenas diferentes" (p. 303). Ao mesmo tempo, afirmam que "a maioria das pessoas tende a pensar que, quando o assunto é ciência, os padrões são absolutos" (p. 304). Os autores partem desta problematização para introduzir as ideias de Kuhn, mas não assumem uma posição explícita.

A questão do relativismo e do cientificismo não costuma ser abordada (ao menos não nestes termos) nas diferentes propostas em NdC. Contudo, é clara a relação desta temática com a abordagem de Allchin que busca enfatizar aspectos relativos à confiabilidade da ciência. Sua abordagem enfoca, entre outros aspectos, a forma como as evidências e os métodos da ciência podem produzir conhecimento confiável (assim como as possíveis fontes de erros e formas de corrigi-los) com o objetivo de equipar o aluno para reconhecer, em sua vida cotidiana, afirmações que podem ser consideradas confiáveis ou não. A discussão não se dá a partir da definição geral daqueles termos, mas da análise concreta de casos particulares.

Já na perspectiva proposta por Kotter e Hamman (2017) de se trabalhar com controvérsias na sala de aula, a apresentação dos termos e argumentos dos dois (ou mais) lados do debate seria uma possibilidade.

## Categoria 11: Ciência, valores e sociedade

A categoria aparece em cinco livros, todos com ocorrências explícitas. A PE é de 48%. Todos os livros discutem a influência dos valores e interesses de diferentes grupos sociais nas pesquisas científicas e suas aplicações. Cotrim e Fernandes, por exemplo, afirmam que a ciência não é neutra, assim como seus diversos usos, e dão como exemplo os investimentos em pesquisa e desenvolvimento de armamentos e outras tecnologias com potencial uso bélico movido por interesses financeiros. Já

Gallo afirma que a ciência deixou de se guiar apenas pela busca pelo conhecimento e passou a ser orientada pelas suas aplicações práticas e convoca o leitor à reflexão sobre os interesses políticos e econômicos que podem estar por trás do desenvolvimento científico. Aranha e Martins vão na mesma linha ao afirmarem que a ciência não é neutra e que isso faz com que devamos refletir sobre os aspectos éticos e políticos dos fins da pesquisa científica. Chauí também afirma que a ciência, desde seu nascimento, teve o objetivo de dominar a natureza por meio da técnica para poder explorá-la, o que permitiria o aumento da capacidade de trabalho e o acúmulo de capital. Melani também afirma que a intenção de dominar a natureza está na fundação da ciência moderna citando Bacon e Descartes.

Como se pode ver, o tema do papel de valores e interesses de diferentes setores da sociedade na pesquisa científica é considerado relevante pela maior parte dos livros analisados. Além disso, todos os livros que apresentaram ocorrências explícitas apresentam visões razoavelmente alinhadas sobre o assunto. É interessante notar, contudo, que nenhum dos livros chega a discutir a possibilidade de que tais valores e interesses interfiram na elaboração e validação das próprias teorias científicas. Melani se aproxima deste ponto quando afirma que "as concepções de ciência e as ações dos cientistas são influenciadas pelos valores e objetivos, pela visão de mundo, pela religião, pela crença, pela arte, enfim, pelos modos de vida de uma comunidade" (p. 354).

A ideia de que a ciência deve ser vista pelos alunos como parte de um contexto social maior com o qual estabelece múltiplas e complexas relações é vista como central por diversos autores da área de NdC. Um dos itens da lista de consensos é justamente a inserção da ciência no contexto sócio-cultural (LEDERMAN et al., 2002); a abordagem de semelhança de família inclui, em seus círculos mais externos, categorias que tratam de diferentes dimensões desta relação da ciência com o contexto social, tais como "valores sociais", "estruturas de poder político", "sistemas de financiamento" etc.; a abordagem de Allchin propõe que se trate da ciência integral ("whole science"), o que inclui as diferentes formas como a pesquisa científica influencia e é influenciada pela sociedade; e a proposta de Matthews inclui em sua lista o item "valores e questões sócio-científicas". Trata-se, portanto, de um claro ponto de convergência entre as áreas de ensino de filosofia da ciência e de ensino de NdC.

## Categoria 12: Modelos

A categoria aparece em três livros, todos com ocorrências explícitas. A PE é de 43%. Nenhum dos livros apresenta uma definição conceitual de modelo. Contudo, os três assumem que estes têm um papel na ciência. Para Gallo, por exemplo, a etapa final do método científico é a elaboração de "teorias (modelos)". Isto parece indicar que o autor identifica as noções de teoria e modelos. Aranha e Martins também não desenvolvem o conceito de modelos, mas afirmam que "há muito de construção nos modelos científicos" (p. 303). Chauí afirma que o objeto científico é um modelo construído que se aproxima da realidade, mas que não é uma representação desta.

Em filosofia da ciência, a noção de "modelo" é tema de extensas discussões, o que não é traduzido nas poucas menções encontradas nos livros didáticos. Na área de NdC, poucos autores abordam o assunto. Uma exceção é Matthews (2012) que sugere o tema como um dos itens de sua lista de aspectos da ciência. Segundo o autor, a ciência emprega diversos modelos, muitos dos quais podem ser encontrados nos livros didáticos de ciências. Matthews sugere que questões como "como modelos se relacionam com o mundo que eles modelam?" e "aprender as propriedades dos modelos é a mesma coisa que aprender sobre o mundo?" podem ser trabalhadas em sala de aula por professor devidamente informado sobre o tema. O item "modelos" também aparece (juntamente com "organismos modelo") na lista de dimensões de confiabilidade de Allchin (2013)

## Categoria 13: Questões de gênero na ciência

A categoria 13 não apresentou ocorrências em nenhum livro. Em NdC, Matthews menciona "feminismo" como um dos itens de sua lista de aspectos da ciência (2012). Também Allchin inclui "papel do viés de gênero" em sua lista de dimensões da confiabilidade da ciência (2013).

## Categoria 14: Método(s) na ciência

A categoria apareceu em todos os livros, tendo apresentado ocorrências explícitas em cinco deles. A PE é de 51%.

Três livros referem-se ao "método científico" ou "experimental" como uma série de etapas ou de passos a serem seguidos na condução da pesquisa científica. Para Cotrim e Fernandes, "o método

científico tem por base, de modo geral, uma estrutura lógica que engloba diversas etapas, as quais devem ser percorridas na busca de solução para o problema proposto" (p. 365). São elas: enunciado de um problema; formulação de uma hipótese; testes experimentais da hipótese; e conclusão. Para Gallo, o método científico pode ser caracterizado por cinco passos: observação; formulação de uma hipótese; experimentação; generalização; e elaboração de teorias (modelos). Já para Aranha e Martins, o método científico seria constituído das etapas de observação, hipótese, experimentação, generalização (lei) e teoria. Pode-se ver que, apesar de pequenas variações, as etapas descritas por estes três livros são bastante semelhantes.

Os autores dos três livros também fazem ressalvas no sentido de esclarecer que as descrições de método científico apresentadas não devem ser entendidas de maneira excessivamente rígida. Cotrim e Fernandes, por exemplo, afirmam que o método pode apresentar variações de acordo com o problema a ser estudado e dos recursos disponíveis, além de ressaltarem a importância da imaginação do cientista. Gallo também admite a possibilidade de que o método possa sofrer adaptações. Aranha e Martins afirmam que a ordem das etapas pode variar de acordo com a intuição do cientista ou do acaso.

Chauí e Melani utilizam a expressão "métodos", no plural, e não apresentam uma série de etapas a serem percorridas. Chauí traz uma lista de atividades que o cientista realiza ao conduzir a pesquisa científica, enquanto Melani afirma que a observação direta e o experimento são dois "princípios metodológicos" da ciência. Neste sentido, ambos os autores apresentam visões menos rígidas dos métodos empregados pelos cientistas do que os anteriores.

Os livros de Figueiredo et al e Savian Filho tiveram apenas uma e duas ocorrências (não explícitas) desta categoria, respectivamente. Já Vasconcelos apresenta maior dedicação ao tema, contrastando as abordagens indutiva e dedutiva a partir de diferentes autores (principalmente Bacon e Einstein), sem, no entanto, assumir uma posição explícita.

A tendência dos autores em NdC tem sido de se afastar da ideia de um método científico universal constituído como uma série de etapas ou passos a serem seguidos. Essa noção é considerada por alguns autores como uma das concepções equivocadas mais difundidas sobre a NdC (LEDERMAN

et al., 2002). Por este motivo, a abordagem de semelhança de família inclui uma categoria referente a "métodos e regras metodológicas" que abordaria as várias abordagens metodológicas possíveis nas diferentes ciências (IRZIK; NOLA, 2011). Também Allchin (2011) enfatiza a análise dos métodos empregados em casos concretos com vistas a um conhecimento funcional da NdC em oposição a um conhecimento geral declarativo sobre o método científico. Na visão destes autores, a noção de um método científico como uma série de etapas não dá conta da complexidade metodológica da pesquisa científica na prática, um ponto que tem sido amplamente discutido na história e na filosofia da ciência[12].

## Categoria 15: Impregnação teórica da observação

A categoria ocorre em cinco livros, apresentando ocorrências explícitas em dois deles. A PE é de 47%.

Aranha e Martins afirmam explicitamente que "a observação científica está impregnada de teoria" (p. 322), uma vez que o olhar do cientista é orientado por uma teoria prévia que o guia na interpretação daquilo que observa. Já Melani não utiliza a expressão "impregnação teórica", mas afirma que duas pessoas podem ter experiências visuais diferentes ao observarem o mesmo objeto e que o conhecimento prévio afeta a percepção. Isto colocaria em xeque a ideia da observação totalmente objetiva. Nos outros três livros em que a categoria aparece (Cotrim e Fernandes, Savian Filho e Vasconcelos), o tema surge em meio à explicação ou citação direta de filósofos, sem que os autores se posicionem.

O tema da impregnação teórica da observação foi bastante discutido por diversos autores em diferentes perspectivas, mas aparece pouco no conjunto dos livros didáticos de filosofia analisados. De maneira semelhante, em NdC, o tema aparece nas discussões teóricas, mas tende a ser pouco aprofundado com os alunos. A abordagem da lista de consensos, por exemplo, reconhece que a ciência é impregnada de teoria, o que influencia as observações dos cientistas (ABD-EL-KHALICK, 2012; LEDERMAN et al., 2002). No entanto, os autores não aprofundam a discussão das diversas formas como a teoria pode se relacionar e influenciar a observação e as possíveis consequências para a ciência.

12 O autor mais conhecido neste tópico talvez seja Feyerabend (2003).

## Categoria 16: Natureza das teorias científicas

A categoria ocorre em sete livros, apresentando ocorrências explícitas em cinco. A PE é de 67%.

Aranha e Martins consideram que teorias são leis abrangentes de caráter unificador e heurístico. Já Cotrim e Fernandes consideram que as teorias são abstrações que explicam as causas das regularidades descritas pelas leis. Gallo, por outro lado, parece identificar teorias e modelos. Chauí defende que teorias são sistemas de enunciados baseados em princípios que explicam os fenômenos, e parece entender que as leis fazem parte das teorias. Por fim, Vasconcelos entende que as teorias articulam leis de maneira a responder às questões colocadas pela própria teoria.

Alguns aspectos deste conjunto de visões chamam a atenção. O primeiro é a diversidade de concepções do que seria uma teoria científica. O segundo diz respeito à relação entre teorias e leis. Aranha e Martins identificam teorias com um tipo específico de leis (ou seja, as teorias seriam um subconjunto das leis), enquanto Cotrim e Fernandes parecem tratar as duas noções como coisas distintas e Chauí parece tratar leis como sendo parte das teorias. Em NdC, a abordagem da lista de consensos é a que dá maior ênfase a esta relação e entende que leis e teorias são distintas, uma vez que a primeira descreve a regularidade dos fenômenos enquanto a segunda oferece explicações (LEDERMAN et al., 2002). Um terceiro ponto a ser destacado diz respeito ao que parece ser a filiação filosófica dos diferentes textos neste ponto. Quando Chauí afirma que as teorias científicas são sistemas de enunciados baseados em princípios, ela parece filiar-se à concepção ortodoxa ou herdada de teorias científicas como sistemas axiomáticos empiricamente interpretados (DÍEZ; MOULINES, 1999), enquanto Gallo, ao identificar teorias e modelos, sugere uma filiação à linha semântica que entende teorias como classes de modelos (DÍEZ; MOULINES, 1999).

Embora a noção de teoria seja considerada um ponto importante para a abordagem da lista de consensos, outros autores da área dão menos ênfase à definição de teoria no ensino de NdC. Allchin, por exemplo, considera que compreender claramente o significado dos termos “teoria” ou “lei” e a relação entre eles é menos importante do que ser capaz de avaliar a confiabilidade das afirmações científicas com base em evidências. Segundo o autor,

> Distinguir entre leis e teorias é o menos importante [...]. O que importa, mais uma vez, é como determinar o grau de confiabilidade de uma afirmação. De fato, a melhor forma de desarmar críticas à evolução como "mera teoria" talvez *não* seja esclarecer o significado do termo "teoria", mas, sim, redirecionar o foco para a robustez das evidências. (ALLCHIN, 2011; p. 523)

## Categoria 17: Holismo e reducionismo

A categoria "holismo e reducionismo" aparece no livro de Cotrim e Fernandes. Os autores apresentam as duas abordagens, identificando o reducionismo com a premissa de que o conhecimento das partes pode levar ao conhecimento do todo e o holismo com a ideia de que o todo só pode ser compreendido como algo maior do que as partes e as relações entre elas. Os autores também sugerem que a ideia de "pensamento complexo" é uma tentativa de síntese entre as duas abordagens. Contudo, os autores não tomam partido explícito com relação a nenhuma das abordagens.

## Categoria 18: Termos e enunciados científicos

A categoria "termos e enunciados científicos" aparece em dois livros, nenhum dos quais apresenta posicionamento. Melani apresenta a noção de sentido dos termos e enunciados científicos para autores neopositivistas (a importância da verificabilidade empírica) e cita autores como Schilick e Wittgenstein. Já Figueiredo et al. trazem uma passagem de Popper em que ele discute a incerteza dos significados dos termos científicos e discutem a passagem no sentido de explicá-la, mas sem tomarem uma posição explícita.

## Categoria 19: Experimentação

A categoria "experimentação" ocorre em três livros, com PE de 100%. Gallo entende a experimentação como uma observação (geralmente feita em laboratório) que simula aquilo que ocorre na natureza. Também Martins e Aranha entendem a experimentação como uma observação realizada em condições privilegiadas. Para as autoras, a experimentação implica a possibilidade de controle das condições da observação por meio do experimentador, o que possibilita o estabelecimento de relações que podem ser generalizadas. Além disso, as autoras entendem que, uma vez que toda observação é impregnada de teoria, e a experimentação é um tipo de observações em condições especiais, o

mesmo se aplica. De maneira semelhante, a experimentação, na visão de Melani, envolve a ideia de observações obtidas por meio de experimentos controlados.

Um dos principais questionários utilizados para o levantamento de concepções de NdC, o VNOS-C, inclui a pergunta "o que é um experimento?" (LEDERMAN et al., 2002). Também Matthews sugere o item "experimentação" como possível tópico a ser discutido nas aulas de ciências (MATTHEWS, 2012). A abordagem de semelhança de família também permite uma discussão sobre experimentação como uma atividade ou prática dos cientistas que visam certos objetivos e se relacionam com questões metodológicas (DAGHER; ERDURAN, 2016; IRZIK; NOLA, 2011). Allchin (2011) considera importante que se trabalhe com os alunos aspectos da experimentação relevantes para a confiabilidade das afirmações da ciência (por exemplo, a noção de controle experimental ou o papel dos instrumentos e equipamentos empregados); já a discussão filosófica sobre o conceito de experimento seria pouco relevante para a maioria dos alunos, sendo da alçada dos filósofos da ciência.

## Categoria 20: Hipótese

A categoria "hipótese" ocorre em dois livros, com PE de 100%. Para Martins e Aranha, uma hipótese é uma explicação provisória dos fenômenos que busca resolver um problema. Neste sentido, a hipótese não "salta aos olhos", isto é, não é dada pelos fenômenos, mas depende da engenhosidade do cientista. Além disso, as autoras apresentam qualidades desejáveis de uma boa hipótese: ela deve ser abrangente, precisa, ter grande potencial explicativo e preditivo, ser testável e ser compatível com outras hipóteses já aceitas. Já para Vasconcelos, a hipótese é uma tentativa racional de estabelecer relações e organizar informações no quadro geral de uma teoria.

## Categoria 21: Informação

A categoria "informação" aparece, com 100% de ocorrências explícitas, apenas no livro de Chauí. A autora entende que a noção de "informação" fornece o paradigma universal de todas as ciências atuais. Neste paradigma, a realidade seria entendida não como composta de seres individuais, mas de fluxos constantes de informação.

### Categoria 22: Conceito de natureza

A categoria "conceito de natureza" ocorre, sem ocorrências explícitas, apenas no livro de Melani, onde o autor apresenta uma visão segundo a qual a natureza seria vista como fonte infindável de recursos à disposição dos seres humanos.

### Categoria 23: Ciência e tecnologia

Por fim, a categoria "ciência e tecnologia" ocorre, com 78% de ocorrências explícitas, apenas no livro de Vasconcelos. O autor entende que a tecnologia nasce da associação entre a ciência e a técnica com vistas à sua aplicação para fins estabelecidos. Neste sentido, a tecnologia tem valor instrumental.

## A Filosofia da Ciência nos livros didáticos

Quatro categorias ocorrem em todos os livros: 1 (Caracterização geral da ciência e problema da demarcação), 2 (Problemas da confirmação e indução; inferência), 9 (Mudança teórica e progresso) e 14 (Método(s) na ciência). As categorias 5 (Leis científicas), 8 (Realismo e antirrealismo) e 16 (Natureza das teorias científicas) aparecem em sete livros. As categorias 10 (Relativismo e cientificismo), 11 (Ciência, Valores e sociedade) e 15 (Impregnação teórica da observação) ocorrem em cinco livros. Todas as demais categorias aparecem em menos de quatro livros. Numa primeira aproximação, portanto, estes seriam os principais temas da filosofia da ciência encontrados nos livros didáticos. Porém, convém fazer algumas ressalvas.

A primeira é a de que algumas destas categorias não ocorrem na forma da apresentação formal do tema ou do problema filosófico que elas abarcam. Por exemplo, na Categoria 2, nem todos os livros apresentam formalmente o problema da confirmação ou da indução, mas apresentam um posicionamento que pode ser observado através do uso de termos e expressões como "os cientistas confirmam suas teorias" ou "as hipóteses devem ser verificadas" e semelhantes. O mesmo ocorre com a Categoria 8: o problema da relação entre as teorias científicas e a realidade e as possíveis posições dentro do debate raramente são explicitados. Ao mesmo tempo, na maioria dos casos em que a categoria ocorre, há um posicionamento por parte do texto que pode ser observado por meio do uso de expressões como "a ciência revela a realidade por trás das aparências" ou "as teorias científicas não

são um retrato da realidade como ela é". Isto significa que a presença de uma categoria na grande maioria dos livros não deve ser interpretada como indicando que os leitores estarão necessariamente expostos à introdução formal àquele tópico da filosofia da ciência.

Outro aspecto a ser ressaltado é o fato de que as categorias, apesar de aparecerem em diversos livros, não necessariamente recebem a mesma ênfase. A ênfase dada a cada categoria foi inferida pelo número relativo de ocorrências dentro de cada livro e representada nos gráficos 2 a 9. O somatório das porcentagens de cada categoria no conjunto de livros nos dá, portanto, uma visão da ênfase geral dada a cada uma (gráfico 11).

Novamente, as categorias 1, 2, 9 e 14 apresentam os maiores valores no somatório das porcentagens, o que é, em parte, um reflexo da sua presença em todos os livros e, em parte, a ênfase dada a estas categorias em cada um deles. Porém, nota-se, por exemplo, que as categorias 5, 8 e 16, presentes em sete livros, apresentam valores inferiores àquele obtido pela categoria 11, presente em apenas cinco livros. Isto significa que, apesar de estarem presentes em quase todos os livros, aquelas categorias receberam, na média, menos ênfase do que a categoria 11.

Levando em consideração os gráficos 10 e 11, as categorias 1, 2, 9 e 14 se destacam como temas amplamente abordados no conjunto dos livros didáticos analisados.

## Os posicionamentos explícitos dos livros didáticos

Nem todos os livros apresentaram ocorrências explícitas daquelas categorias que apresentam. O gráfico 12 apresenta apenas as ocorrências explícitas das categorias no conjunto dos livros.

Gráfico 12. Presença de categorias com ocorrências explícitas nos livros analisados

As categorias 1 e 5 apresentam ocorrências explícitas em sete dos oito livros. Sendo a primeira aquela que recebe maior ênfase no conjunto de livros entre todas as categorias analisadas. Ambas apresentam, como mencionado acima, variação significativa nos posicionamentos explícitos de cada livro. Ainda assim, é possível identificar alguns elementos recorrentes. Na categoria 1, a ciência é frequentemente apresentada como uma forma de conhecimento (ou como atividade que o produz) sistemático, rigoroso e empírico e abrangente. Já as leis científicas (categoria 5) são apresentadas como descrições de padrões ou regularidades dos fenômenos.

As categorias 2 e 9 apresentam ocorrências explícitas em seis livros cada, sendo a primeira delas uma das que recebem maior ênfase no conjunto de livros. No caso da primeira, o uso frequente de termos como "confirmação" ou "verificação" podem sugerir ao leitor a ideia de que as hipóteses e/ou

teorias científicas podem ser definitivamente estabelecidas; em contraste, a ressalva de que a ciência é uma forma de conhecimento provisório é também recorrente nos livros. De maneira semelhante, as discussões sobre o progresso da ciência (categoria 9), embora expressem divergências significativas entre os diferentes livros, tendem a convergir no reconhecimento geral da transitoriedade das teorias científicas, o que, de alguma forma, vai ao encontro da ideia expressa na categoria 2 de que o conhecimento científico é provisório (embora o livro de Figueiredo et al. pareça ir na direção contrária ao afirmar que o progresso se dá na medida em que o avanço tecnológico permite confirmar as hipóteses previamente elaboradas).

As categorias 8, 11, 14 e 16 apresentam ocorrências explícitas em cinco livros. Com relação à primeira, os livros tendem a adotar uma posição realista e/ou rejeitar a sua versão mais extrema segundo a qual as teorias científicas seriam uma descrição direta da realidade em si (embora o livro de Figueiredo et al. se aproxime desta visão ao afirmar que a ciência e a tecnologia são capazes de revelar a realidade por trás das aparências). Nenhum dos livros adota uma postura que poderia ser considerada antirrealista.

Os livros convergem na discussão sobre a influência dos valores e interesses de diferentes setores da sociedade nos objetivos e usos da ciência (categoria 11). Já na categoria 14, três dos cinco livros trazem a ideia de um método científico como uma série de passos ou etapas a serem seguidos, ainda que este método geral possa apresentar variações. Os outros dois livros tratam de "métodos" (no plural) e apresentam uma visão menos rígida dos aspectos metodológicos do trabalho dos cientistas. Na categoria 16, vemos uma grande variedade nas concepções do que seriam teorias científicas (ora identificadas com leis, ora com modelos, ora como sistemas de enunciados etc.), bem como na sua relação com as leis.

De maneira geral, é possível dizer que há uma variação significativa nos posicionamentos explícitos dos livros em diversas categorias, ou seja, as imagens de ciência variam significativamente, ainda que haja alguns pontos de convergência.

# A Filosofia da Ciência nos Livros Didáticos e o Ensino de NdC: Implicações e Considerações Finais

A opção por distinguir as ocorrências das categorias entre aquelas que apresentam um posicionamento explícito e aquelas que não o fazem reflete a tentativa de realçar a imagem de ciência que é veiculada pelos livros mesmo numa leitura superficial. Contudo, em trabalhos futuros, uma análise mais detalhada da forma como cada texto se coloca (as diferentes formas como o texto apresenta seu posicionamento ou não) contribuiria para termos uma ideia mais clara de como exatamente tal imagem chega ao leitor. Por exemplo, a escolha por apresentar as ideias de determinado filósofo sobre certa questão ou problema filosófico, ainda que não se assuma claramente o partido deste, não deixa de representar uma forma de posicionamento não explícito relevante para a imagem de ciência a ser construída pelo leitor. Seria igualmente valiosa, também, uma análise mais aprofundada dos temas sobre os quais os livros são silenciosos e das razões para tal. Por exemplo, o tema das questões de gênero na ciência (categoria 13) está ausente dos livros analisados, ainda que seja um tema atual da epistemologia. Por que tal silêncio? O que isso pode nos dizer sobre a filosofia e a ciência que ensinamos e sobre a imagem de ciência construída pelos alunos?

Ainda assim, resultados obtidos mostram que há uma sobreposição significativa entre os temas tratados nos livros didáticos de filosofia e vários dos aspectos de NdC enfatizados pelas diferentes abordagens propostas na literatura. Se, por um lado, era de se esperar que houvesse tal sobreposição, uma vez que a área de NdC extrai seus temas da própria filosofia da ciência (entre outras disciplinas acadêmicas), por outro, os resultados obtidos corroboram esta expectativa. Isto significa que os

leitores destes livros, sejam eles alunos ou professores de filosofia, encontrarão ali elementos que têm o potencial de influenciar a forma como entendem a NdC.

Há pontos claros de convergência temática entre os livros didáticos e as discussões em NdC. Um exemplo é a categoria 11 (sobre as relações entre valores, ciência e sociedade), em que podemos ver uma sintonia entre ambos. Também a categoria 14 (que diz respeito à questão do(s) método(s) científico(s)) representa um tema que é amplamente tratado tanto pelos livros como pelas propostas em NdC. Contudo, alguns livros apresentam uma visão diametralmente oposta àquela da maioria das abordagens em NdC (ou seja, a ideia de que há um método científico constituído de uma série de passos a serem seguidos). Outros livros apresentam uma visão mais flexível que dá maior espaço para a diversidade de abordagens metodológicas empregadas na ciência, o que se aproxima das propostas em NdC.

Há também categorias que representam temas da filosofia da ciência pouco explorados em NdC. A categoria 8 (que diz respeito ao debate sobre o realismo) é um exemplo. Também é o caso da categoria 9 (sobre o progresso na ciência), uma das categorias mais enfatizadas pelos livros. Embora um ponto comum entre os livros analisados e a área de NdC seja o reconhecimento de que as teorias científicas se transformam ao longo do tempo, os livros de filosofia apresentam as ideias de Thomas Kuhn, o que não ocorre em NdC. Ou seja, a discussão conceitual sobre como exatamente se dá o processo de mudança das teorias e se isso representa ou não alguma forma de progresso não é objeto frequentemente tratado pelas diferentes abordagens em NdC, ainda que Kuhn seja uma referência importante em ambas as áreas.

Há, ainda, alguns temas que não são tratados pelos livros didáticos, mas são mencionados em NdC. É o caso da categoria 13 (sobre questões de gênero na ciência). Por fim, há temas que não são tratados em nenhum deles, como a Categoria 3 (sobre bayeseanismo).

Pode-se dizer, portanto, que, enquanto há certa sobreposição de temas entre os livros didáticos de filosofia e as abordagens em NdC, há tópicos que são tratados apenas por um ou outro. Isto significa que há uma intersecção de temas abordados, mas não uma sobreposição completa, o que corrobora a frase de Allchin de que "NdC não é filosofia da ciência" (2011). Além disso, mesmo

dentro daqueles temas que se encontram dentro desta intersecção, os diferentes livros apresentam diferentes posicionamentos explícitos, que ora se alinham, ora se opõem àquilo que é preconizado por diferentes abordagens em NdC. Isto reforça a necessidade de que tanto professores como pesquisadores em ensino de ciências levem em consideração a natureza do contato com a filosofia da ciência que os alunos por ventura venham a ter nas aulas de filosofia.

Uma vez que a compreensão da NdC é considerada um aspecto fundamental da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2011) e, portanto, os cursos de ciências devem incluir em seus planejamentos objetivos de ensino que a possibilitem (KHISHFE; ABD-EL-KHALICK, 2002), o conhecimento das imagens de ciência veiculadas nas aulas de filosofia se torna uma informação relevante para o planejamento do professor. Ao mesmo tempo, é preciso que a pesquisa em ensino de ciências volte seu olhar para além do ensino *de ciências*; que ela busque identificar, nas demais disciplinas ensinadas na escola, pontos de contato com as ciências e a forma como seu ensino dialoga ou não com o ensino de ciências. O que o aluno aprende sobre ciências, afinal, não depende apenas daquilo que acontece dentro da sala de aula de ciências, mas, também, do que se passa nas aulas de outras disciplinas, como, por exemplo, a filosofia.

Da mesma maneira que, ao voltar seu olhar para o ensino de outras disciplinas, é possível aprender muito sobre o ensino de ciências, também é possível tecer considerações que sejam relevantes para estas outras disciplinas. Os resultados obtidos no presente trabalho são igualmente relevantes para o ensino de filosofia. O conhecimento da forma como os livros didáticos de filosofia se relacionam com aquilo que é encontrado nas pesquisas em ensino de ciências é alimento para a reflexão do professor e do pesquisador sobre o ensino de filosofia da ciência. Por exemplo, a ideia de que o método científico é uma sequência universal de etapas, adotada ao menos por parte dos autores dos livros didáticos, pode ser revista à luz da literatura em NdC que argumenta contra a simplificação representada por esta visão e ensinada, nas aulas de filosofia, de outra maneira. Ao mesmo tempo, os resultados obtidos mostram que os livros analisados apresentam posicionamentos explícitos muito diversos com relação a algumas categorias. Levando em consideração que, para muitos alunos, o livro didático talvez seja o primeiro e único texto de filosofia, faz-se especialmente importante que o ensino de filosofia seja, acima de tudo, problematizador, ou seja, que fique claro para o aluno que

aquele posicionamento apresentado é sempre um entre outros possíveis dentro de um debate e, portanto, sempre sujeito ao questionamento. Um ensino de filosofia que permita que o aluno conheça e adote definitivamente apenas uma resposta para cada pergunta é estéril. É neste sentido que Tozzi (2011) considera que a problematização é uma das competências fundamentais do filosofar. Também Cerletti (2009) fala da importância de um ensino que tenha como tônica uma atitude filosófica, isto é, esta permanente inquietação que leva o filósofo a não aceitar aquilo que lhe é oferecido como dado; e que leva a um constante problematizar, questionar, revisar.

Assim, o presente trabalho aponta na direção da necessidade de um maior diálogo entre o ensino de ciências e o ensino de filosofia, com potencial benefícios para ambos. O maior beneficiado, contudo, será o aluno, ponto de convergência último dos professores e pesquisadores da educação.

# Referências


ABD-EL-KHALICK, F. Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science & Education*, v. 22, n. 9, p. 2087–2107, 2012.

ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M.; ESTANY, A. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 3, p. 465–476, 2002.

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, v. 95, n. 3, p. 518–542, 2011.

ALLCHIN, D. *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources*. Saint Paul: SHiPS Education Press, 2013.

ALLCHIN, D.; ANDERSEN, H. M.; NIELSEN, K. Complementary Approaches to Teaching Nature of Science : Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, v. 98, n. 3, p. 461–486, 2014.

ALMEIDA, A. T. DE et al. Os fundamentos do ensino de Filosofia nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018. *Problemata: Revista Internacional de Filosofia*, v. 9, n. 3, p. 243–251, 2018.

ALTERS, B. J. Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, n. 1, p. 39–55, 1997.

ARANTES, P. E. *Um Departamento Francês de Ultramar: Estudos sobre a formação da cultura filosófica uspiana (Uma experiência nos anos 60)*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.

AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. Contextualized Questionnaire for Investigating Conceptions of the Nature of Science: Procedure and Principles for Elaboration. In: PRESTES, M. E. DE B.; SILVA, C. C. (Eds.). *Teaching Science with Context: Historical, Philosophical, and Sociological Approaches*. [s.l.] Springer, 2018. p. 17–30.

BALIEIRO, M. R. O Ensino de Filosofia da Ciência e o Despertar do Espírito Crítico. In: BECKER, E.; BALIEIRO, M.; TOLLE, O. (Eds.). *Filosofia no Ensino Médio: Filosofia da Ciência*. São Cristóvão: Editora UFS, 2013. p. 71–76.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2009.

BATTISTI, C. A.; GUIMARÃES, J. A. F. (EDS.). *O Saber e seus Embates: Diálogos entre Ciência, Filosofia e Literatura*. Porto Alegre: Sulina, 2016.

BECKER, E.; BALIEIRO, M.; TOLLE, O. (EDS.). *Filosofia no Ensino Médio: Filosofia da Ciência*. São Cristóvão: Editora UFS, 2013.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Volume 3: Ciências Humanas e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. *Edital de convocação 04/2015: CGPLI Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático PNLD 2018*. Brasília: [s.n.].

BRASIL. *Lei No 13.415* de 16 de Fevereiro de 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm>. Acesso em 20/06/19.

BRASIL; MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Ciências Humanas e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 1998.

BRASIL; MEC. *PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências Humanas e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL; MEC. *PNLD 2018: Filosofia: Guia de livros didáticos: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017.

CARTOLANO, M. T. P. *Filosofia no Ensino de 2º Grau*. São Paulo: Cortez, 1985.

CERLETTI, A. *O Ensino de Filosofia como Problema Filosófico*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

CERLETTI, A. A.; KOHAN, W. O. *La Filosofía en la Escuela: Caminos para Pensar su Sentido*. Buenos Aires: La UBA y los Profesores Secundarios; Oficina de Publicaciones del C.B.C., 1996.

CHIAPPETTA, E. L.; FILLMAN, D. A. Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. *International Journal of Science Education*, v. 29, n. 15, p. 1847–1868, 2007.

CHIAPPETTA, E. L.; FILLMAN, D. A.; SETHNA, G. H. A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 28, n. 8, p. 713–725, 1991.

CLOUGH, M. p. Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students: Questions rather than tenets. *The Pantaneto Forum*, v. 1, n. 1984, p. 1–5, 2007.

COSSUTTA, F. *Elementos para a leitura dos textos filosóficos*. 2a ed. São Paulo: Martins fontes, 2001.

COSTA, C. A Situação do Ensino Filosófico no Brasil. In: *Panorama da História da Filosofia no Brasil*. São Paulo: Editora Cultrix, 1960. p. 111–122.

COULÓ, A. C. Enseñar Filosofía a Docentes de Ciencias Naturales en Formación. In: CERLETTI, A. A.; COULÓ, A. C. (Eds.). *Didácticas de la Filosofía: Entre enseñar y aprender a filosofar*. Buenos Aires: Ediciones Novedades Educativas, 2015. p. 47–61.

COULÓ, A. C. Philosophy of Science in Science Teacher Education: Meeting Some of the Challenges. In: KAMPOURAKIS, K. (Ed.). *Teaching Science with Context: Historical, Philosophical, and Sociological Approaches*. Geneva: Springer, 2018. p. 389–404.

DAGHER, Z. R.; ERDURAN, S. Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, v. 25, n. 1–2, p. 147–164, 2016.

DAVIS, J. R. Socrates in Homeroom : A Case Study for Integrating Philosophy across a High School Curriculum. *Teaching Philosophy*, v. 36, n. 3, p. 217–238, 2013.

DENG, F. et al. Students' views of the nature of science: A critical review of research. *Science Education*, v. 95, n. 6, p. 961–999, 2011.

DEWEY, J. *Democracy and Education*. [s.l.] The Pennsylvania State University, 2001.

DÍEZ, J. A.; MOULINES, C. U. *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*. 2a edición ed. Barcelona: Editorial Ariel, S.A., 1999.

DIGIUSEPPE, M. Representing Nature of Science in a Science Textbook: Exploring author–editor–publisher interactions. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 7, p. 1061–1082, 2014.

DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science & Education*, v. 22, n. 9, p. 2109–2139, 2012.

EFLIN, J. T.; GLENNAN, S.; REISCH, G. The nature of science: A perspective from the philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 36, n. 1, p. 107–116, 1999.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia das ciências na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Ed.). *História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: da teoria à sala de aula*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 3–21.

FABBRINI, R. N. O Ensino de Filosofia no 2o Grau: Uma "Língua da Segurança". In: ARANTES, P. E. et al. (Eds.). *A Filosofia e seu Ensino*. São Paulo: EDUC, 1993.

FAVARETTO, C. F. Sobre o Ensino de Filosofia. *Revista da Faculdade de Educação*, v. 19, n. 1, p. 97–102, 1993.

FÁVERO, A. A. et al. O Ensino da Filosofia no Brasil: um Mapa das Condições Atuais. *Cadernos Cedes*, v. 24, n. 64, p. 257–284, 2004.

FEYERABEND, p. K. *Contra o Método*. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2003.

FOLSCHEID, D.; WUNENBURGER, J.-J. *Metodologia Filosófica*. 3a ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

GOLDSCHMIDT, V. Tempo Histórico e Tempo Lógico na Interpretação dos Sistemas Filosóficos. In: *A religião de Platão*. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1963.

GONTIJO, p. O ensino de Filosofia no Brasil: algumas notas sobre avanços e desafios. *Perspectivas*, v. 2, n. 1, p. 3–17, 2017.

GRANGER, G.-G. *Por um Conhecimento Filosófico*. Campinas: Papirus, 1989.

GRÜNE-YANOFF, T. Teaching philosophy of science to scientists: Why, what and how. *European Journal for Philosophy of Science*, v. 4, n. 1, p. 115–134, 2014.

GUEROULT, M. *Descartes Segundo a Ordem das Razões*. [s.l.] Discurso Editorial, 2016.

HODSON, D. *Teaching and Learning about Science - Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values*. Rotterdam: Sense Publishers, 2009.

HODSON, D. Nature of Science in the Science Curriculum: Origin, Development, Implications and Shifting Emphases. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer, 2014. p. 911–970.

HORN, G. B. A Presença da Filosofia no Currículo do Ensino Médio Brasileiro: Uma Perspectiva Histórica. In: GALLO, S.; KOHAN, W. O. (Eds.). *Filosofia no Ensino Médio*. Petrópolis: Editora Vozes, 2000. p. 17–33.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. *Science and Education*, v. 20, n. 3, p. 293–316, 2011.

IRZIK, G.; NOLA, R. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science and Education*, v. 20, n. 7, p. 591–607, 2011.

IRZIK, G.; NOLA, R. New Directions for Nature of Science Research. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer, 2014. p. 999–2021.

JENKINS, E. W. The "nature of science" in the school curriculum: the great survivor. *Journal of Curriculum Studies*, v. 45, n. 2, p. 132–151, 2013.

KAMPOURAKIS, K. The "general aspects" conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 53, n. 5, p. 667–682, 2016.

KANT, I. Notícia do prof. Immanuel Kant sobre a Organização de suas Preleções no Semestre de Inverno de 1765-1766. In: *Lógica*. 3a ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2011a. p. 182.

KANT, I. Resposta à pergunta: O que é esclarecimento? In: CASANOVA, M. (Ed.). *O que é Esclarecimento?* Rio de Janeiro: Via Verita, 2011b. p. 23–36.

KANT, I. *Crítica da Razão Pura*. 3a ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

KAYA, E.; ERDURAN, S. From FRA to RFN, or How the Family Resemblance Approach Can Be Transformed for Science Curriculum Analysis on Nature of Science. *Science and Education*, v. 25, n. 9–10, p. 1115–1133, 2016.

KHISHFE, R.; ABD-EL-KHALICK, F. Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry--oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 39, n. 7, p. 551–578, 2002.

KNAIN, E. Ideologies in school science textbooks. *International Journal of Science Education*, v. 23, n. 3, p. 319–329, 2001.

KÖTTER, M.; HAMMANN, M. Controversy as a Blind Spot in Teaching Nature of Science: Why the Range of Different Positions Concerning Nature of Science Should Be an Issue in the Science Classroom. *Science & Education*, v. 26, n. 5, p. 451–482, 2017.

KRIPPENDORFF, K. *Content Analysis An Introduction to its Methodology*. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2004.

LEBRUN, G. Por que Filósofo? *Estudos CEBRAP*, v. 15, p. 148–153, 1976.

LEDERMAN, N. G. et al. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 39, n. 6, p. 497–521, 2002.

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: Past, Present and Future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). *HANDBOOK OF RESEARCH ON SCIENCE EDUCATION*. New York and London: Routledge Taylor & Francis Group, 2007. p. 831–879.

LEDERMAN, N. G.; BARTOS, S. A.; LEDERMAN, J. S. The Development, Use, and Interpretation of Nature of Science Assessments. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer, 2014. p. 971–997.

LEITE, L. History of science in science education: Development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. *Science and Education*, v. 11, n. 4, p. 333–359, 2002.

LÉVY, M.; BOURQUIN, D.; PAROZ, P. Suisse : enseigner la philosophie en interdisciplinarité : un pari risqué dans un gymnase (lycée) suisse romand. *Diotime: Revue Internationale de Didactique de la Philosophie*, n. 27, 2005.

MARTINS, R. DE A.; SILVA, C. C.; PRESTES, M. E. B. History and Philosophy of Science in Science Education, in Brazil. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer, 2014. p. 2271–2299.

MATTHEWS, M. R. *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York and London: Routledge, 1994.

MATTHEWS, M. R. Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In: KHINE, M. S. (Ed.). *Advances in Nature of Science Research*. Dordrecht: Springer, 2012. p. 3–26.

MATTHEWS, M. R. *Science Teaching The Contribution of History and Philosophy of Science 20th Anniversary Revised and Expanded Edition*. 2nd. ed. New York: Routledge, 2015.

MAUGÜÉ, J. O Ensino da Filosofia: suas directrizes. In: *Anuário 1934-1935 FFCL-FFLCH/USP*. São Paulo: Universidade de São Paulo/Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2009.

MCDONALD, C. V.; ABD-EL-KHALICK, F. Representations of nature of science in school science textbooks. In: MCDONALD, C. V.; ABD-EL-KHALICK, F. (Eds.). *Representations of nature of science in school science textbooks: A global perspective*. New York: Routledge, 2017. p. 1–19.

MILTON MEIRA DO NASCIMENTO. A Filosofia no 2º Grau (sua Importância, sua Especificidade). In: NETO, H. N. (Ed.). *O Ensino da Filosofia no 2o Grau*. [s.l.] SEAF/ Sofia, 1986. p. 115–118.

NAGAYOSHI, C. S.; SCARPA, D. L. Ensino de Filosofia e Ensino de Ciências: um Estranho Silêncio. *Refilo: Revista Digital de Ensino de Filosofia*, v. 4, n. 1, p. 14–27, 2018.

NIAZ, M. Science Textbooks: The Role of History and Philosophy of Science. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer, 2014. p. 1411–1441.

PINHO, R. I. B. V. O Ensino da Filosofia no Brasil: Considerações Históricas e Político-Legislativas. *Educação e Filosofia*, v. 28, n. 56, p. 757–771, 2014.

PLASTINO, C. E. O ensino de filosofia das ciências naturais no secundário. In: NETO, H. N. (Ed.). *O Ensino da Filosofia no Segundo Grau*. São Paulo: SEAF/ Sofia, 1986.

PLASTINO, C. E. Teoria do Conhecimento e Filosofia da Ciência e o seu Ensino. In: MAAMARI, A. M. (Ed.). *Novas Tendências para o Ensino de Filosofia*. [s.l.] Editora CRV, 2017. p. 144.

*Ratio Studiorum*. Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp. br/navegando/fontes_escritas/1_Jesuitico/ratio studiorum.htm>. Acesso em: 9 mar. 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SAUNDERS, H. N. *The Teaching of General Science in Tropical Secondary Schools*. London: Oxford University Press, 1955.

SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G.; CRAWFORD, B. A. Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, v. 88, n. 4, p. 610–645, 2004.

SILVA, M. R. DA. A Filosofia da Ciência e sua Contribuição para o Ensino de Ciências. In: CANDIDO, C.; CARBONARA, V. (Eds.). *Filosofia e Ensino: um diálogo transdisciplinar*. Ijuí: Unijuí, 2004. p. 437–456.

SILVA, F. L. História da Filosofia: centro ou referencial? In: NETO, H. N. (Ed.). *O ensino da filosofia no 2o grau*. São Paulo: SEAF/Sofia, 1986. p. 153–162.

SMITH, M. U.; SCHARMANN, L. C. Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education*, v. 83, n. 4, p. 493–509, 1999.

STURZA, R. B. LIVROS DIDÁTICOS DE FILOSOFIA NO ENSINO MÉDIO: DA GESTÃO ESCOLAR À SALA DE AULA. *Refilo: Revista Digital de Ensino de Filosofia*, v. 3, n. 2, p. 219–232, 2017.

TOZZI, M. *Penser par soi-même: initiation à la philosophie*. 7a ed. Lyon: Chronique sociale, 2011.

UNESCO. *Philosophy A School of Freedom*. Paris, 2007.

VON ZUBEN, M. DE C.; ARAÚJO, J. S. DE; COSTA, I. DE M. Avaliação dos principais livros didáticos de filosofia para o ensino médio existentes no mercado editorial brasileiro. *Revista Sul-Americana de Filosofia e Educação: RESAFE*, n. 20, p. 157–178, 2013.

WITTGENSTEIN, L. *Investigações Filosóficas*. 2a ed. São Paulo: Abril Cultural, 1979.