



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA - UEFS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO - FACED

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS
CIÊNCIAS - PPGEFHC**

GRÉGORY ALVES DIONOR

EDUCAÇÃO CTS/CTSA:

**UMA ANÁLISE A PARTIR DAS CONTRIBUIÇÕES DE IMRE
LAKATOS E HUGH LACEY**

Salvador

2024

GRÉGORIO ALVES DIONOR

**EDUCAÇÃO CTS/CTSA:
UMA ANÁLISE A PARTIR DAS CONTRIBUIÇÕES DE IMRE
LAKATOS E HUGH LACEY**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do título de Doutor.

Área de Concentração: Educação Científica e Formação de Professores de Ciências

Orientador: Prof. Dr. Nei de Freitas Nunes Neto.
Coorientadoras: Prof.^a Dr.^a Dália Melissa Conrado e Prof.^a Dr.^a Liziane Martins.

Salvador

2024

Dionor, Grégory Alves.

Educação CTS/CTSA [recurso eletrônico] : uma análise a partir das contribuições de Imre Lakatos e Hugh Lacey / Grégory Alves Dionor. - Dados eletrônicos. - 2024.

Orientador: Prof. Dr. Nei de Freitas Nunes Neto.

Coorientadoras: Prof.^a Dr.^a Dália Melissa Conrado, Prof.^a Dr.^a Liziane Martins.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Salvador, 2024.

Programa de Pós-Graduação em convênio com a Universidade Estadual de Feira de Santana.

Disponível em formato digital.

Modo de acesso: <https://repositorio.ufba.br/>

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Epistemologia - Educação. 3. Teoria do Conhecimento. 4. Lakatos, Imre, 1922-1974. 5. Lacey, Hugh, 1939-. I. Nunes Neto, Nei de Freitas. II. Conrado, Dália Melissa. III. Martins, Liziane. IV. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. V. Universidade Estadual de Feira de Santana. VI. Título.

GRÉGORY ALVES DIONOR

EDUCAÇÃO CTS/CTSA:

**UMA ANÁLISE A PARTIR DAS CONTRIBUIÇÕES DE IMRE LAKATOS E HUGH
LACEY**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências, pela Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana. Área de Concentração: Educação Científica e Formação de Professores de Ciências.

Salvador, 24 de Julho de 2023.

Banca examinadora

Nei de Freitas Nunes-Neto – Orientador

Doutor em Ecologia pela Universidade Federal da Bahia, Brasil
Universidade Federal da Grande Dourados

Dália Melissa Conrado – Co-orientadora

Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências, pela Universidade Federal da Bahia /
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
Universidade Federal da Bahia

Liziane Martins – Co-orientadora

Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências, pela Universidade Federal da Bahia /
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
Universidade do Estado da Bahia / Universidade Federal do Sul da Bahia

Rosiléia Oliveira de Almeida – Membro interno

Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil
Universidade Federal da Bahia

Claudio Ricardo Martins dos Reis – Membro interno

Doutor em Filosofia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
Universidade Federal da Bahia

Paulo Marcelo Marini Teixeira – Membro externo

Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Alexandre Bagdonas Henrique – Membro externo

Doutor em Ensino de Física pela Universidade de São Paulo, Brasil
Universidade Federal de Lavras



Ata da sessão pública do Colegiado do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS (PPGEFHC), realizada em 24/07/2023 para procedimento de defesa da Tese de DOUTORADO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS no. 1, área de concentração Educação Científica e Formação de Professores, do(a) candidato(a) GREGORY ALVES DIONOR, de matrícula 218126752, intitulada Educação CTS/CTSA: uma análise a partir das contribuições de Imre Lakatos e Hugh Lacey. Às 09:00 do citado dia, na Sala de Conferência RNP do PPGEFHC, foi aberta a sessão pelo presidente da banca examinadora, Prof. Dr. Nei de Freitas Nunes Neto, que apresentou os outros membros da banca: Prof. Dr. CLAUDIO RICARDO MARTINS DOS REIS, Prof^ª. Dra. ROSILEIA OLIVEIRA DE ALMEIDA, Prof. Dr. PAULO MARCELO MARINI TEIXEIRA, Prof. Dr. ALEXANDRE BAGDONAS HENRIQUE, Prof^ª. Dra. DALIA MELISSA CONRADO e Prof^ª. Dra. LIZIANE MARTINS. Em seguida foram esclarecidos os procedimentos pelo presidente que passou a palavra ao(à) examinado(a) para apresentação do trabalho de Doutorado. Ao final da apresentação, passou-se à arguição por parte da banca, a qual, em seguida, reuniu-se para a elaboração do parecer. No seu retorno, foi lido o parecer final a respeito do trabalho apresentado pelo candidato, tendo a banca examinadora aprovado o trabalho apresentado, sendo esta aprovação um requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor. Em seguida, nada mais havendo a tratar, foi encerrada a sessão pelo(a) presidente da banca, tendo sido, logo a seguir, lavrada a presente ata, abaixo assinada por todos os membros da banca.

Documento assinado digitalmente



PAULO MARCELO MARINI TEIXEIRA
Data: 27/07/2023 16:56:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. PAULO MARCELO MARINI TEIXEIRA, UESB

Examinador Externo à Instituição

Documento assinado digitalmente



ALEXANDRE BAGDONAS HENRIQUE
Data: 26/07/2023 10:59:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. ALEXANDRE BAGDONAS HENRIQUE

Examinador Externo à Instituição

Documento assinado digitalmente



DALIA MELISSA CONRADO
Data: 02/02/2024 12:25:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Dália Melissa Conrado
Dra. DALIA MELISSA CONRADO, UFGD**

Examinadora Externa à Instituição

Liziane Martins

Dra. LIZIANE MARTINS, UFSB

Examinadora Externa à Instituição

Documento assinado digitalmente



CLAUDIO RICARDO MARTINS DOS REIS
Data: 30/07/2023 16:22:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. CLAUDIO RICARDO MARTINS DOS REIS, UFBA

Examinador Interno



Universidade Federal da Bahia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS (PPGEFHC)**

Nei de Freitas Nunes-Neto
NEI DE FREITAS NUNES NETO, UFGD

Examinador Interno



Documento assinado digitalmente

Rosileia Oliveira de Almeida

Data: 27/07/2023 18:05:59-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. ROSILEIA OLIVEIRA DE ALMEIDA, UFBA

Examinadora Interna



Documento assinado digitalmente

GREGORY ALVES DIONOR

Data: 30/07/2023 17:22:26-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

GREGORY ALVES DIONOR

Doutorando(a)

A quem, em meio a tantos descaminhos,
continuou acreditando e lutando pela
ciência e pela educação.

AGRADECIMENTOS

Mais do que apenas uma tese, estas páginas representam o fim desse processo formal de minha formação enquanto cientista; durante os últimos anos, eu não estive somente desenvolvendo uma pesquisa, eu estava construindo uma identidade enquanto pesquisador. Um doutor, doutor de verdade, sabe, com doutorado? Rsrs.

Da mesma forma que a ciência é uma atividade coletiva imersa em um contexto, eu, durante essa formação, também me construí na coletividade contextualizada. O trabalho que verão nas próximas páginas é fruto das mais variadas colaborações, possibilitadas por grandes suportes que recebi no tempo em que passei elaborando este material. Assim, considero indispensável registrar tais agradecimentos.

Escrever os agradecimentos da dissertação foi muito mais difícil do que redigir ela própria; só não esperava que agora no doutorado essa etapa seria ainda mais complicada. Mas é nítido: mais anos no processo + mais vivências experienciadas = maior carga emocional envolvida. Estou certo de que não serei capaz de demonstrar fielmente a tamanha gratidão que sinto, além da dificuldade de digitar em meios às lágrimas que caem em sinal da alegria que transbordou. Mas tentei e assim quero agradecer...

À força-ser-vibração-energia-entidade ou qualquer outra denominação para algo muito mais complexo que existe e que nunca deixou sair da minha mente que eu conseguiria sim.

À Vaneildes e ao Wilson, meus *mamãe* e *papai*, e a minha *pequena-irmã* Arielly por estarem aqui pra mim em todas as situações, mesmo que muitas vezes eles talvez não compreendessem os sentidos, significados, conquistas e dificuldades de cada fase do processo. Estendo também meus agradecimentos às minhas tias e tios, primas e primos, parentes e familiares, de todos os graus e lugares que vibraram por mim. Nada se sustenta em uma base frágil e eu não poderia ter um alicerce mais sólido do que a nossa família.

Aos meus orientadores Prof. Nei Nunes Neto e Prof.^a Dália Melissa Conrado, por todo o suporte e confiança dados a mim, mas, acima de tudo, por serem tão compreensivos e empáticos em momentos que nem eu acreditei em mim mesmo. Agradeço pela grande preocupação que tiveram não só em orientar um trabalho, mas em ajudar na formação de um futuro professor-pesquisador, e isso tudo sem deixarem de olhar para a pessoa que existe para além do orientando.

À Liziane Martins. De ti, ganhei o pacote completo: professora, orientadora, amiga, conselheira, irmã, chefe da Fantástica Fábrica de Chocolates. Há seis anos, estive ao seu lado no processo de conquista do seu Doutorado; hoje, sem você, eu não teria conquistado o meu.

À Prof.^a Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein e aos Profs. Alexandre Bagdonas Henrique, Juan Manuel Sánchez Arteaga e Paulo Marcelo Marini Teixeira por toda a contribuição dada na banca de qualificação; e agora também, à Prof.^a Rosileia Oliveira de Almeida e ao Prof. Claudio Ricardo Martins dos Reis, pela colaboração na banca de defesa.

À Universidade Federal da Bahia e à Universidade Estadual de Feira de Santana, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC). Gratidão pelas vivências e ensinamentos. Saibam que carrego o nome do nosso programa com muito orgulho.

Agradeço também ao Campus X da Universidade do Estado da Bahia, minha eterna casa, à qual pude retornar como docente ao mesmo tempo em que estive no doutorado. A loucura se intensifica quando passamos por duas formações simultâneas, e enquanto no PPGEFHC eu formava minha identidade de pesquisador, na UNEB eu construía minha identidade docente.

Agradeço aos meus alunos, em especial aos meus orientandos. Foi o contato diário com vocês, com todos os ensinamentos e aprendizados, que me deu forças e motivações para terminar este trabalho. Essa conquista também é por vocês.

Viver essa dupla jornada de professor-doutorando em duas cidades separadas por 800 km de distância não foi nada fácil. Dentre ônibus e aviões, rodoviárias e aeroportos, incontáveis e exaustivas vezes estive de lá para cá. Ganhos e prejuízos se estabeleceram, mentalmente e fisicamente, durante as rotinas, principalmente quando elas foram tomadas por um período tão devastador quanto a pandemia.

Por isso, gostaria de agradecer também a todos os profissionais que me ajudaram a me manter em equilíbrio e saudável para enfrentar tudo. Com destaque, agradeço à Beatriz Pereira, Celi Diniz, Danielle Amaral, Giselle Silva, Marcello Capucho, Natália Amarante e Quézia Mendes. Obrigado por encararem minha saúde, para além de lidar com um corpo.

Mas, um dos maiores suportes que tive foi dos meus amigos, como dizem, a família que nos é permitida escolher. Muitos são os nomes e sei que corro o risco terrível de esquecer algum deles (além do choro, estou escrevendo depois de tomar meu remedinho da noite), mas seguem alguns agradecimentos: Aluska Matias, Carolina Queiroz, Eunice Santiago, Hemilly Cerqueira, Keyla Nogueira, Maria Carolina Rios, Verena Martinez; Ana Paula Arruda, Bruna Nico, Giselle Silva, Justina Schultz, Larissa Coutinho, Laryssa Ayres, Rhadja Benso, Thallita Nascimento; Aline Quaresma, Cristiane Gomes, Crysna Bonjardim, Édila Coswosk, Elzicléia Tavares, Ivana Gund, Ivo Fernandes, Karina Sales, Keite Teixeira, Luciana Audi, Márcio Soares, Rozineide

Carneiro, Tádina Arcoverde, Welber Pina. Ter chegado até aqui seria impossível sem vocês. Incomensurável gratidão por serem a maior e melhor rede de apoio que eu poderia ter.

Agradeço profunda e especialmente a Matheus Viana, por ser o melhor companheiro-amigo. Obrigado por se orgulhar, valorizar e acreditar em mim até mais do que eu mesmo. O seu incentivo me fez chegar a muitos lugares que eu não pensei que poderia.

Para não perder o tom de humor que me é característico, agradeço à Viação Águia Branca, à Viação Expresso Brasileiro e à Azul Linhas Aéreas, por me ajudarem nos longos deslocamentos entre Teixeira de Freitas e Salvador (quero minha parte nas ações das empresas rsrs). Agradeço também ao Sci-Hub e ao Library Genesis, sem os quais eu não teria tido acesso a quase nenhuma das minhas fontes (obrigado Robin Hoods do conhecimento pela ~~pirataria~~ democratização do conhecimento).

Por fim, deixo meus mais sinceros agradecimentos a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para que eu concluísse mais essa etapa da minha vida pessoal e que também marca mais um passo em minha carreira como professor-pesquisador. As páginas desta tese carregam a força de todos vocês. E parafraseando MC Tha, peço licença “pros trabalhos começar”.

“Mais investimentos em Ciência & Tecnologia, porque um país que não investe em pesquisa, está fadado ao fracasso”.

(Ministro Camilo Santana, em seu discurso de posse no Ministério da Educação – Brasília/2023)

“Aqui, enfatizo a relevância desse nosso trabalho para a superação das desigualdades sociais, regionais e para a inclusão cidadã. A ciência precisa estar a serviço do nosso povo. De quem mais precisa das políticas públicas e da ação do Estado”.

(Ministra Luciana Santos, em seu discurso de posse no Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação - Brasília/2023)

“Um país que não colocar dinheiro em ciência e tecnologia, um país que não colocar dinheiro em pesquisa, não será nunca um país. Será um amontoado de gente sem perspectiva de futuro e sem perspectiva de competir em um mundo cada vez mais competitivo”.

(Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em discurso público - Belo Horizonte/2017)

“Vamos lutar por um mundo de razão, um mundo em que a ciência e o progresso vão levar à felicidade de todos”.

(Charles Chaplin, em “O Grande Ditador”/1940)

DIONOR, Grégory Alves. **Educação CTS/CTSA**: uma análise a partir das contribuições de Imre Lakatos e Hugh Lacey. 2024. Orientadores: Nei de Freitas Nunes-Neto; Dália Melissa Conrado; Liziane Martins. 144 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2023.

RESUMO

Entre as décadas de 1960 e 1970, inflama a preocupação em problematizar e pensar criticamente a atividade científica, principalmente observando os impactos sociais da mesma, dadas as consequências socioambientais de eventos/situações como a percepção dos efeitos da degradação ambiental provenientes da industrialização, das bombas atômicas e da guerra do Vietnã. Surgem, assim, os estudos que seriam denominados posteriormente de Movimento CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Dentre as frentes de atuação desse movimento, há uma voltada para estruturar uma educação na perspectiva de mobilização das esferas CTSA – a Educação CTSA. A partir disso, percebemos lacunas ainda pouco exploradas nas reflexões teórico-epistemológicas nos estudos da Educação CTSA dentro deste programa de pesquisa, considerando o contexto mais amplo do campo de pesquisa em Educação em Ciências. Quando falamos em “contexto mais amplo de pesquisa”, variadas são as interpretações, pois, a depender do aporte teórico no qual se embasam, a constituição dele se modifica. Uma das possibilidades de entendermos as bases fundamentais de um campo de pesquisa é por meio de análises epistemológicas a partir de áreas como a História e a Filosofia da Ciência, por meio de autores tais quais Imre Lakatos e Hugh Lacey. A escolha de Lakatos enquanto um dos autores centrais para a análise aqui se dá pela potencialidade que percebemos em sua obra para compreensão das teorias científicas e, assim, nos servir como norteador do nosso olhar sobre a pesquisa em Educação CTSA. Porém, devido a não percebermos uma discussão aprofundada em Lakatos acerca da relação entre valores e ciência, recorreremos a Lacey como o outro autor central para a nossa análise, já que ele tensiona justamente essa problemática nos estudos metacientíficos. Dessa forma, essa tese objetiva: Avaliar fundamentos teóricos da Educação CTSA a partir da complementariedade de arcabouços epistemológicos de Imre Lakatos e Hugh Lacey. Para isso, este objetivo é subdividido em dois específicos, sendo (i) Compreender as contribuições teórico-epistemológicas de dois autores da Filosofia/Sociologia da Ciência – Imre Lakatos e Hugh Lacey – e como suas abordagens podem se complementar na construção de uma visão mais abrangente para a de compreensão da ciência, sobretudo centrada em valores; (ii) Analisar, através de uma revisão integrativa da literatura, se e como as publicações do campo da pesquisa em Ensino de Ciências acerca da Educação CTSA apresentam em seus fundamentos contribuições epistemológicas características dos estudos de Lakatos e Lacey. Esta tese apresenta-se em formato de coletânea de artigos, sendo que cada artigo-capítulo contemplou um dos objetivos específicos. Seja por meio de Lakatos visando compreender como a ciência se (re)constrói e ainda reafirmar a importância dos entrelaçamentos entre a história e a filosofia da ciência, seja por meio de Lacey tensionando como valores epistêmicos e não-epistêmicos influenciam e são influenciados, na prática, pela/na Ciência e na Tecnologia, vemos os estudos metacientíficos avançando e

regredindo, simplificando e complexificando tais relações profundas, percebendo a complexidade que o campo da pesquisa em Educação CTSA vem desenvolvendo ao longo das décadas de sua existência. O campo da pesquisa em Educação CTSA, em seus fundamentos propostos na literatura, apresenta uma densa estrutura em sua constituição teórica, visível devido a exibir, mesmo que em maior ou menor desenvolvimento, contributos tanto de Lakatos, quanto Lacey.

Palavras-chave: Educação em Ciências; História e Filosofia da Ciência; Estudo Histórico-Epistemológico; Revisão Integrativa de Literatura.

DIONOR, Grégory Alves. **STS/STSE Education: an analysis based on the contributions of Imre Lakatos and Hugh Lacey.** 2024. Thesis advisors: Nei de Freitas Nunes-Neto; Dália Melissa Conrado; Liziane Martins. 144 s. Thesis (Doctorate in Teaching, Philosophy and History of Sciences) – Faculty of Education, Federal University of Bahia/State University of Feira de Santana, Salvador, 2023.

ABSTRACT

Between the 1960s and 1970s, there was a growing concern about problematizing and critically thinking about scientific activity, mainly observing its social impacts, given the socio-environmental consequences of events/situations such as the perception of the effects of environmental degradation resulting from industrialization, atomic bombs and the Vietnam War. Thus, studies emerged that would later be called the STSE Movement (Science-Technology-Society-Environment). Among the fronts of action of this movement, there is one aimed at structuring education from the perspective of mobilizing the STSE spheres – STSE Education. From this, we noticed gaps that are still little explored in theoretical-epistemological reflections in STSE Education studies within this research program, considering the broader context of the field of research in Science Education. When we talk about a “broader research context”, the interpretations are varied, because, depending on the theoretical contribution on which they are based, its constitution changes. One of the possibilities for understanding the fundamental bases of a field of research is through epistemological analyzes from areas such as History and Philosophy of Science, through authors such as Imre Lakatos and Hugh Lacey. The choice of Lakatos as one of the central authors for the analysis here is due to the potential that we perceive in his work to understand scientific theories and, thus, serve as a guide for our look at research in STSE Education. However, because we did not perceive an in-depth discussion in Lakatos about the relationship between values and science, we turned to Lacey as the other central author for our analysis, as he raises precisely this issue in meta-scientific studies. Therefore, this thesis aims to: Evaluate the theoretical foundations of STSE Education based on the complementary epistemological frameworks of Imre Lakatos and Hugh Lacey. To this end, this objective is subdivided into two specific ones, being (i) Understanding the theoretical-epistemological contributions of two authors from the Philosophy/Sociology of Science – Imre Lakatos and Hugh Lacey – and how their approaches can complement each other in the construction of a more comprehensive vision for understanding science, especially centered on values; (ii) Analyze, through an integrative literature review, whether and how publications in the field of Science Teaching research regarding STSE Education present in their foundations epistemological contributions characteristic of Lakatos and Lacey's studies. This thesis is presented in the format of a collection of articles, with each chapter-article covers one of the specific objectives. Whether through Lakatos aiming to understand how science (re)constructs itself and also reaffirming the importance of the intertwining between history and philosophy of science, or through Lacey tensioning how epistemic and non-epistemic values influence and are influenced, in praxis, through/in Science and Technology, we see meta-scientific studies advancing and regressing, simplifying and complexifying such deep relationships, realizing the complexity that the field of research in STSE Education has been developing over the decades

of its existence. The field of research in CTSA Education, in its foundations proposed in the literature, presents a dense structure in its theoretical constitution, visible due to exhibiting, even if in greater or lesser development, contributions from both Lakatos and Lacey.

Keywords: Science Education; History and Philosophy of Science; Historical-Epistemological Study; Integrative Literature Review.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
REFERÊNCIAS	24
ARTIGO-CAPÍTULO 1	28
1 PREPARANDO-SE PARA A CAMINHADA	28
2 INICIANDO A CAMINHADA: EMPIRISMO/POSITIVISMO LÓGICO	30
3 PRÓXIMA PARADA: KARL POPPER, O RACIONALISMO CRÍTICO E O FALSEACIONISMO	33
4 UM TRECHO SINUOSO: THOMAS KUHN E SUAS CRÍTICAS	38
5 CHEGANDO A LAKATOS E À METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA	41
6 SEGUINDO A ESTRADA: O EMBATE LAKATOS(+POPPER) X KUHN CONTINUA	48
7 PARA ONDE CAMINHAR DENTRO DESSE DEBATE? DE PERSPECTIVAS LAKATOSIANAS RECENTES ÀS DISCUSSÕES SOBRE VALORES NA CIÊNCIA.....	56
8 UMA PRÓXIMA PARADA: INTERLOCUÇÕES ENTRE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	62
9 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES DESSA TRILHA	64
REFERÊNCIAS	65
ARTIGO-CAPÍTULO 2	73
1 INTRODUÇÃO	73
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	83
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
3.1. Influência dos elementos históricos no empreendimento científico.....	89
3.2. Visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo.....	92
3.3. Definição de critérios para a pesquisa e parâmetros de cientificidade	95
3.4. Capacidade explicativa e preditiva	100
3.5. Negação à ideia de “ciência livre de valores”	101
3.6. Críticas ao predomínio de metodologias descontextualizadas	106
3.7. Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social	109
3.8. Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciência	112
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	118

REFERÊNCIAS	119
REFERÊNCIAS DO <i>CORPUS</i> DA PESQUISA	123
CONCLUSÕES.....	127
REFERÊNCIAS GERAIS DA TESE	129

APRESENTAÇÃO

No atual contexto sociopolítico em que nos encontramos, vemos a necessidade de repensarmos o ensino e nos voltarmos a refletir sobre um currículo que tenha como um dos seus princípios norteadores a formação de estudantes voltada para a tomada de decisão socioambientalmente responsável visando a ação sociopolítica para uma maior justiça socioambiental (CONRADO, 2017; HODSON, 2004; 2011; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; REIS, 2013; SANTOS; MORTIMER, 2001). Desse modo, contribuiríamos para a formação de cidadãos que compreendam a atividade científica; entendam as relações existentes entre as esferas da ciência, da tecnologia, da sociedade e do ambiente; e vivenciem dimensões do letramento científico¹ que não apenas signifiquem uma formação científica sólida e aprofundada, mas também os preparem para pensar e executar ações de caráter sociopolítico, para o julgamento moral acerca de questões envolvendo Ciência e Tecnologia (C&T), e para a compreensão dos interesses envolvidos na comunidade científica (HODSON, 2004; 2011).

Essa preocupação em problematizar e pensar criticamente a atividade científica, principalmente observando os seus impactos sociais, ganha força, em especial, entre as décadas de 1960 e 1970, dadas as consequências socioambientais de eventos/situações como a percepção dos efeitos da degradação ambiental provenientes da industrialização, das bombas atômicas e da guerra do Vietnã (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2002). Naquele período, alguns fatos acabaram por marcar fortemente o desenvolvimento de uma nova perspectiva reflexiva sobre a ciência. Dentre eles estão: a publicação dos livros *The Structure of Scientific Revolutions* (A Estrutura das Revoluções Científicas), escrito pelo físico, filósofo e historiador da ciência Thomas Kuhn, discutindo e questionando a concepção tradicional vigente sobre a ciência e sobre a, até então, atividade científica; e o *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), da bióloga Rachel Carson, que, além de fundamental importância para o ativismo

¹Entendemos “letramento científico”, de modo geral, como sendo as vias que possibilitem às pessoas terem conhecimento e consciência para que possam lidar com a atividade científica com confiança e competência (SAUNDERS; RENNIE, 2013). Na literatura, é possível encontrar também o termo “alfabetização científica”, tanto enquanto sinônimos ou com significados diferentes. Uma das primeiras diferenciações entre os referidos termos está nas afiliações teóricas dos autores: enquanto aqueles mais vinculados ao campo da linguagem optam pelo uso de ‘alfabetização científica’, aqueles com maiores vínculos com a literatura de língua inglesa, que muito se utilizam da terminologia *scientific literacy*, costumam utilizar ‘letramento científico’ (CUNHA, 2017; 2018); porém esse é só o início de um profícuo debate que encaram esses dois processos – alfabetização e letramento científico – como opostos, um como superação do outro, ou até como complementares para uma educação científica mais profunda (RUPPENTHAL; COUTINHO; MARZARI, 2020). Assim, o significado dos termos ainda se encontra em debate, além de trabalhos que mostram diferentes vertentes de letramentos científicos (ver CONRADO, 2017; CUNHA, 2017; HAND *et al.*, 2003; HODSON, 2010, 2011; ROBERTS, 2007; SANTOS, 2007; SHAMOS, 1995).

ambiental e para a Educação Ambiental, trouxe à tona a denúncia quanto ao uso de pesticidas sintéticos, como Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), de forma indiscriminada; além da realização da Conferência de Estocolmo, em 1972, na qual houve não só a definição de uma legislação comum internacional referente ao meio ambiente, como discutiu-se desde a exploração de componentes naturais até a produção e o uso de armamento nuclear (AULER; BAZZO, 2001; SILVA, 2016).

Surgem, assim, os estudos que seriam denominados posteriormente como Movimento CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade). Entre o final da década de 1980 e início dos anos 1990, no intuito de enfatizar os impactos na esfera ambiental, retomando-a como mais um foco principal de análise, estudiosos desses movimentos, inicialmente em países como Canadá e Israel, acrescentam um ‘A’ (Ambiente) à tríade CTS, resultando na sigla CTSA (AIKENHEAD, 2000; 2005; CAVALCANTI; COSTA; CHRISPINO, 2014; PEDRETTI, 2003; SANTOS, 2008; TOLLER, 1991). Ressaltamos, inclusive, que a inclusão do ‘A’ na sigla não significa que ele não estava contido em CTS, mas que se pretende dar uma maior ênfase às questões ambientais, de modo que esta esfera não fique subjugada ou abordada de forma insuficiente ou mesmo silenciada no contexto das práticas ligadas à Educação em Ciências (VILCHES; GIL-PÉREZ; PRAIA, 2011). Esta ênfase determinada pela inclusão do ‘A’ surge devido a essa preocupação com o Ambiente – um dos pontos centrais na gênese do movimento – ter se diluído nos estudos ao longo do tempo; em outras palavras, uma das principais razões para o início do Movimento CTS precisava voltar à tona, sendo resgatada com o devido destaque nas discussões².

Dentre as frentes de atuação desse movimento, está aquela que se ocupa em pensar essas relações pela óptica da prática científica, ou seja, uma abordagem do fazer-ciência numa perspectiva CTSA; assim como há a frente de atuação voltada para estruturar uma educação na perspectiva de mobilização das esferas CTSA – a Educação CTSA. Aqui, então, podemos encontrar também a intersecção entre essas duas frentes: a pesquisa em Educação CTSA. Desde então, uma parcela significativa dos materiais didáticos produzidos, dos esforços para a construção dos novos currículos, bem como para repensar a formação de professores, vem buscando, com maior ou menor comprometimento, alinhar-se com tal perspectiva de educação (SOLOMON; AIKENHEAD, 1994).

Entretanto, como abordado por autores como Levinson (2006), Kahn e Zeidler (2016) e Conrado (2017), destaca-se uma carência de pesquisas que visem à clarificação conceitual na

² Por nos alinharmos com tais perspectivas, utilizaremos a sigla CTSA a partir daqui, porém, em alguns momentos, por preferirmos preservar a escrita utilizada por algum autor citado, manteremos CTS.

pesquisa em Educação em Ciências³. Logo, se os conceitos utilizados não estão construídos de forma clara e explícita dentro da comunidade de investigadores, a elaboração e a aplicação/implementação de quadros teóricos na pesquisa pode ser edificada sobre uma base frágil, não solidificada, acarretando uma série de problemas nos encaminhamentos futuros das pesquisas e também em aplicações práticas, como na formação de professores e nas salas de aula da educação básica (o que tem relevância para a superação ou não da lacuna pesquisa-prática).

A partir disso, percebemos lacunas ainda pouco exploradas nas reflexões teórico-epistemológicas nos estudos vinculados à Educação CTSA dentro do contexto mais amplo do campo de pesquisa em Educação em Ciências. Quando falamos em “contexto mais amplo de pesquisas”, variadas são as interpretações, pois, a depender do aporte teórico no qual nos embasamos, a constituição dele se modifica. Uma das possibilidades de entendermos as bases fundamentais de um campo de pesquisa é por meio de análises epistemológicas a partir de áreas como a História e a Filosofia da Ciência – HFC.

Um dos principais autores que buscou contribuir para essa ampliação da compreensão de como a ciência funciona foi o húngaro, físico, filósofo da ciência e da matemática, Imre Lakatos (1922-1974), que elaborou seus estudos em torno de contribuições que buscassem não só aperfeiçoar o falseacionismo⁴ popperiano com base nas críticas realizadas por Thomas Kuhn, como também trazer uma visão histórica crítica mais forte dentro da compreensão de ciência, sem procurar definir regras metodológicas sobre a prática científica corrente, mas que auxiliasse em análises de caráter historiográfico dos campos e tradições de pesquisa (LAKATOS, 1971).

Entretanto, Lakatos, apesar de valorizar as análises de conhecimentos teóricos e as práticas utilizadas e frutos do trabalho científico, acaba por não considerar a importância de discutirmos os valores imbuídos no pensar e no fazer ciência.

Mais contemporaneamente, um dos autores que contribuiu para esse tópico – ciência e valores – é o filósofo da ciência australiano Hugh Lacey. Um dos pontos centrais de sua obra se dá ao realizar a crítica à ideia de ciência livre de valores, ideia essa que se baseia na concepção de que a ciência seria (ou deveria ser) imparcial, neutra e autônoma. Refletindo sobre

³ Uma certa confusão conceitual que acontece gira justamente em torno dos conceitos “Educação em Ciências” e “Ensino de Ciências”. Conforme Paixão (2021), em uma análise com base nos estudos da Educação em Química, coloca que a Educação em Ciências faz referência aos elementos fenomenológicos, teóricos e metodológicos da compreensão epistemológica dos processos de ensino e de aprendizagem dos conteúdos/temas científicos em todos os níveis e formas de educação; em contrapartida, o Ensino de Ciências relaciona-se aos fenômenos do aprender e ensinar as Ciências da Natureza nos variados níveis e espaços educacionais, porém sem estabelecer uma consociação direta, imediata e inerente às pesquisas da área.

⁴ Em algumas traduções, são usados os termos ‘falsificabilidade’ e ‘falsificacionismo’.

essas ideias, o referido autor afirma que, em nossa sociedade, devido à necessidade que a ciência tem de incentivos e financiamentos, que estão geralmente atrelados aos interesses de certos grupos, não há como ser possível ter uma ciência autônoma e imparcial, ainda que ele mesmo defenda a necessidade de a ciência ocorrer de forma imparcial durante suas avaliações e escolhas teóricas (justificando, inclusive, o próprio objetivo central da ciência); ou ainda defende a neutralidade como um ideal, mesmo reconhecendo a falta de neutralidade da prática científica (LACEY, 1999).

Dessa forma, em suma, a escolha de Lakatos enquanto um dos autores centrais para a análise aqui se dá pela potencialidade que percebemos (e melhor argumentaremos ao longo da tese) em sua obra para compreensão das teorias científicas e, assim, nos servir como norteador do nosso olhar sobre as pesquisas em Educação CTSA. Porém, por não percebermos uma discussão aprofundada em Lakatos acerca da relação entre valores e ciência, recorreremos a Hugh Lacey como o outro autor central da nossa análise, já que ele tensiona justamente essa problemática nos estudos metacientíficos.

Entretanto, os impactos das contribuições de Lakatos e Lacey não se restringem apenas às discussões sobre a epistemologia; essas contribuições acabam por alcançar também um outro campo atravessado pela ciência: a Educação em Ciências. Isso ocorre, pois, a área que busca relacionar o campo da História, Filosofia e Sociologia da Ciência – HFSC – com a Educação em Ciências vem ganhando cada vez mais espaço no âmbito das pesquisas e das práticas, necessitando cada vez mais de avanços teóricos, práticos e valorativos (GATTI; NARDI, 2016; MATTHEWS, 2014, 2015, 2018; PRESTES; SILVA, 2018).

Ademais, para além de constituir uma área própria de estudos, uma tendência de pesquisa que vem se ampliando é aquela que busca justamente aproximar a HFSC e a Educação em Ciências, especialmente a Educação CTSA. Dentre as seis vertentes de Educação CTSA elencadas por Pedretti e Nazir (2011), após um estudo sobre os 40 anos de produções da área, está a vertente ‘Histórica’, que está focada em “[...] compreender o enraizamento histórico e sociocultural das ideias científicas e do trabalho dos cientistas” (p. 607, tradução nossa).

Essa interface histórico-filosófica da ciência, quando presente no ensino de ciências, possibilita, para além de uma compreensão da atividade científica interna à ciência em si (CONRADO, 2017; PEDRETTI; NAZIR, 2011), problematizarmos os meandros do fazer ciência, destacando aspectos políticos, religiosos, culturais, econômicos, entre outros não-epistêmicos que influenciam e são influenciados pela dinâmica interna da ciência (BAGDONAS, 2020). Dessa forma, promoveremos uma educação estruturada de modo

fecundo para que, além dos conteúdos escolares específicos das disciplinas, realizemos discussões como:

As dificuldades inerentes ao desenvolvimento científico; a criação de novas abordagens ao longo do desenvolvimento da ciência; o papel da observação e do experimento na produção de novos conhecimentos; o papel da descoberta acidental; as condições nas quais ideias são modificadas ou substituídas; o papel do conhecimento prévio na realização, planejamento e controle de experiências; a relação entre ciência e tecnologia; o caráter dinâmico da ciência; o papel da comunidade científica; e a relação entre ciência e sociedade (ROZENTALSKI, 2018, p. 23-24).

Para isso, precisamos então desenvolver pesquisas não só no campo da Educação em Ciências ou no da História e Filosofia da Ciência, separadamente, mas buscar articulá-las para que pensemos em como conceber uma educação em ciências estruturada em uma abordagem histórico-filosófica, tal qual refletir sobre como poderíamos, a partir da História e Filosofia da Ciência, analisar para analisarmos a pesquisa em Educação em Ciências.

Trabalhos com este escopo (relacionar o campo da História e Filosofia da Ciência com a Educação em Ciências) são importantes, principalmente porque a inserção e a interrelação dos arcabouços históricos e filosóficos no ensino de ciências

podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor, auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Ademais, escassos são os trabalhos que buscam estabelecer conexões entre os estudos da epistemologia como, especificamente, os estudos de Imre Lakatos, e o ensino de ciências; como, por exemplo, nos trabalhos de Niaz (1998) e de Silva, Nardi e Laburú (2008), que buscaram, a partir das ideias lakatosianas, estruturar propostas estratégicas para o ensino de Química e de Física, respectivamente. Outros trabalhos, em uma revisão mais direcionada, podem ser encontrados na literatura, trazendo não só interlocuções com Lakatos, mas também com outros filósofos da ciência como Karl Popper, Thomas Kuhn ou Paul Feyerabend, mas, ainda assim, esta é uma agenda de pesquisa que carece de maiores investigações mais sistemáticas.

Dessa forma, evidencia-se a necessidade de pesquisas de caráter teórico que se voltem para essas discussões, como os estudos de revisão da literatura, pois estes estudos, como o

proposto nesta tese, nos auxiliam a “[...] dar uma imagem do estado do conhecimento e das principais questões na área” (BELL, 2005, p. 110, tradução nossa).

Esta tese, intitulada “Educação CTS/CTSA: uma análise a partir das contribuições de Imre Lakatos e Hugh Lacey”, fruto do meu trabalho de pesquisa durante o curso de doutorado, foi desenvolvida sob a orientação do Prof. Dr. Nei de Freitas Nunes-Neto (UFGD/UFBA/INCT In-Tree) e coorientação da Prof.^a Dr.^a Liziane Martins (UNEB/UFSB) e da Prof.^a Dr.^a Dália Melissa Conrado (UFGD/INCT In-Tree). Tivemos como ponto de partida a seguinte questão norteadora:

- ✓ Em uma análise epistemológica, partindo de contribuições de Lakatos e Lacey, como uma visão mais abrangente de compreensão de ciência, centrada em valores, se apresenta em publicações do campo de pesquisa em Educação em Ciências que estejam focadas na Educação CTSA?

Buscando responder tal questão, o objetivo geral desta pesquisa foi: Avaliar fundamentos teóricos da Educação CTSA a partir da complementariedade de arcabouços epistemológicos de Imre Lakatos e Hugh Lacey

Visando alcançá-lo, elencamos os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Compreender as contribuições teórico-epistemológicas de dois autores da filosofia da ciência – Imre Lakatos e Hugh Lacey – e como suas elaborações podem se complementar na construção de uma visão mais abrangente de compreensão da ciência, sobretudo centrada em valores;
- ✓ Analisar, através de uma revisão integrativa da literatura, se e como publicações do campo da pesquisa em Educação em Ciências acerca da Educação CTSA apresentam contribuições epistemológicas de Lakatos e Lacey em seus fundamentos.

Esta tese apresenta-se em formato de coletânea de artigos (BARBOSA, 2015; DUKE; BECK, 1999), sendo que, em cada artigo-capítulo, buscamos contemplar cada um dos objetivos elencados. Esta escolha surge da facilidade *a posteriori* de encaminharmos cada capítulo, após adaptações, para submissão em periódicos. Desse modo, os artigos se articulam de maneira que podem ser compreendidos se lidos separadamente, mas que, em conjunto, trazem um panorama teórico mais amplo acerca da questão norteadora, compondo, assim, a tese. Este modelo de organização do trabalho acarreta a repetição de algumas informações básicas, pressupostos teóricos e descrição de certos procedimentos metodológicos, assim como a inclusão da lista de referências específicas para cada capítulo. Além desta apresentação inicial, trarei, ao final, uma

conclusão geral da pesquisa, na qual retomarei os pontos de articulação entre os capítulos, bem como apontarei perspectivas e lacunas que ainda podem ser exploradas.

No primeiro artigo-capítulo, intitulado “**Contribuições de Imre Lakatos e Hugh Lacey para a filosofia da ciência: entre caminhos passados e trilhas futuras**”, buscamos, por meio de um estudo histórico-epistemológico, entender algumas das raízes de Lakatos a partir de uma exploração sobre o empirismo/positivismo lógico, de onde partimos, então, para o racionalismo crítico de Karl Popper (seu mentor) e o início da filosofia da ciência pós-positivista. Abordamos as críticas tecidas por Thomas Kuhn a Popper e aos positivistas lógicos (que também colaboraram nos escritos de Lakatos) e, a partir daí, chegamos em Lakatos, explicitando seus principais construtos. Discutimos alguns elementos que, a nosso ver, não são abordados na obra lakatosiana e apresentamos, então, algumas discussões de Hugh Lacey como uma possibilidade de avançarmos nesses pontos.

Já no segundo artigo-capítulo, titulado como “**Educação CTSA: uma análise a partir das contribuições de Lakatos e Lacey**”, buscamos investigar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, como, a partir das contribuições de Lakatos e Lacey, publicações do campo da pesquisa em Educação CTSA mobilizam suas bases teóricas, práticas e de valores. O levantamento foi realizado em quatro bases de dados – Periódico CAPES, SciELO, *ScienceDirect* e ERIC –, permitindo a construção de um *corpus* que nos possibilitasse, por meio da análise de conteúdo, identificar em artigos que objetivavam discutir fundamentos da Educação CTSA, como as bases desse campo de pesquisa são apresentadas segundo os próprios teóricos e autores da área.

Porém, visto que esta tese se trata de mais um trecho na caminhada de formação enquanto pesquisador, vejo como necessário apresentar para você, leitor, de modo breve, um pouco dessa estrada. Este caminho se inicia ainda na Educação Básica, quando, no terceiro ano do Ensino Médio (2010), no Colégio Anchieta/Objetivo, tive a chance de participar de um concurso, promovido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, como parte das atividades comemorativas do “Dia Mundial da Ciência pela Paz e pelo Desenvolvimento – 10 de novembro”. Minha participação se deu a partir da elaboração de um artigo acerca das atividades educativas e econômicas desenvolvidas em uma reserva extrativista na região do extremo sul da Bahia. Aqui, tive uma das minhas primeiras aproximações com o “fazer ciência” e com o “pensar a educação”. Este momento foi decisivo, inclusive na escolha dos meus rumos no Ensino Superior, ao optar por um curso de licenciatura na área das Ciências Naturais.

No ano seguinte, motivado pela experiência do concurso, ingressei no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, na Universidade do Estado da Bahia (UNEB) – Campus X (2011-2016). Durante a graduação, tive a oportunidade de atuar como monitor de ensino de disciplinas como *Prática Pedagógica* e *Epistemologia da Ciência*. Porém, foi durante minhas atividades no Programa de Iniciação Científica - IC (ambas como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB), sob a orientação da professora Liziane Martins, que decidi trilhar o caminho para me tornar não só um pesquisador, mas um pesquisador na área de Educação em Ciências. No meu primeiro ano de IC (2013-2014), elaborei uma ferramenta analítica que possibilitava identificar as abordagens de saúde predominantes em livros didáticos de Biologia. No segundo ano de IC (2014-2015), busquei compreender como os aspectos da História e Filosofia da Ciência (HFC) estão apresentados em livros didáticos de Ciências e de Biologia. A partir dos resultados obtidos na segunda IC, também elaborei o meu Trabalho de Conclusão de Curso. Paralelamente, participei de pesquisas que se ocupavam em analisar as abordagens de saúde nos currículos de cursos de formação docente na Universidade do Estado da Bahia e no Programa Saúde na Escola, além de realizar investigações acerca de educação em saúde, HFC, produção de materiais educativos e educação sexual.

Ainda durante a graduação, tive a oportunidade de atuar como professor de dois cursos preparatórios para exames, como vestibulares e ENEM – Alargando o Funil (projeto de extensão universitária da UNEB) e Universidade Para Todos (programa do governo do Estado da Bahia); e, durante os estágios obrigatórios do curso, lecionei tanto na educação básica regular, como em outros contextos educacionais como Educação de Jovens e Adultos, Ensino Técnico, Ensino Médio Integrado ao Técnico e oficinas formativas para bolsistas PIBID.

Com esse início no caminho da pesquisa, associado às experiências docentes que tive, percebi não só algumas fragilidades presentes em alguns dos materiais didáticos mais utilizados nas escolas, como também uma certa inação dos estudantes quanto à realidade sociopolítica, econômica, científica e ambiental que os cercava. Logo, refleti sobre a importância da utilização de encaminhamentos curriculares e metodológicos em sala de aula que proporcionassem uma visão mais globalizante dos conteúdos escolares, discutindo, por exemplo, as implicações socioambientais das relações existentes entre as esferas da Ciência e da Tecnologia, ou realizando a abordagem dos aspectos históricos e filosóficos dos conhecimentos científicos que estão por detrás dos conteúdos escolares, sempre visando desenvolver um espírito mais crítico, reflexivo e empoderado nos estudantes.

Na reta final da graduação, por intermédio de minha até então orientadora, tive contato com as discussões realizadas pelos professores Nei de Freitas Nunes Neto e Dália Melissa Conrado acerca da Educação CTSA e do ensino baseado em Questões Sociocientíficas. Vi, nesses estudos, uma possibilidade de pesquisar um campo da Educação em Ciências que poderia me ajudar com as inquietações surgidas durante minha formação inicial.

Foi quando, entre 2016-2018, cursei o mestrado do Programa Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA/UEFS), sob a orientação do professor Nei e coorientação das professoras Liziane e Dália, com um projeto de pesquisa acerca do ensino baseado em QSC. Com os estudos e amadurecimento durante o curso, principalmente na disciplina FISC19 – Questões Sociocientíficas e Argumentação no Ensino de Ciências, ministrada pelos professores Nei e Dália, refinamos a proposta de pesquisa em um novo projeto de caráter teórico, que buscou levantar junto à literatura da área, experiências educativas baseadas em QSC e propor uma ferramenta analítica, elaborada com base em referenciais da área, para avaliar essas sequências didáticas.

Em 2018, por meio de mudança de nível, defendo a dissertação “Propostas de Ensino Baseado em Questões Sociocientíficas: uma análise sistemática da literatura acerca do ensino de ciências na Educação Básica” e ingresso no curso de doutorado no mesmo programa.

Concomitante a minha progressão do mestrado para o doutorado aqui no mesmo programa, ingressei como professor substituto do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (UNEB – Campus X), ministrando disciplinas da área de prática pedagógica, formação para pesquisa e estágios supervisionados.

Os processos formativos nas disciplinas e atividades do doutorado, associadas às experiências docentes que estava vivenciando, me proporcionaram não só um maior aprofundamento teórico-prático no campo da Educação em Ciências, como foram um intenso momento de amadurecimento profissional e acadêmico. Frente às novas visões que construí e desenvolvi nos primeiros anos dessa dupla trajetória (doutorando e professor), ideias e ideais novos foram sendo maturados, em especial quanto à necessidade de compreendermos e reforçarmos nossas próprias bases fundamentais das teorias e práticas às quais nos alinhamos.

Foi quando, em novembro de 2018, ao participar da VII Escola de Formação de Pesquisadores em Educação em Ciências – EFPEC, durante as oficinas formativas e sessões de apreciação dos projetos, que as discussões sobre a necessidade de mais trabalhos que relacionem Filosofia da Ciência e Educação em Ciências me chamaram atenção. A partir dessa demanda, tão discutida naqueles dias de evento, eu reelaborei minha proposta de pesquisa do doutorado, chegando nos resultados e nas reflexões discutidos nesta tese.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. STS in Canada: From policy to student evaluation. *In: KUMAR, D. D.; CHUBIN, D. E. (Eds.). Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice.* New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2000. p. 49-89.
- AIKENHEAD, G. S. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, v. 16, n. 2, p. 114-124, abr. 2005
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- BAGDONAS, A. Propostas para a educação científica com base em estudos de história da física na primeira metade do século XX em uma abordagem transnacional. **Em Construção**, n. 7, p. 113-123, 2020.
- BARBOSA, J. C. Formatos insubordinados de dissertações e teses na Educação Matemática. *In: D'AMBROSIO, B. S.; LOPES, C. E. (Org.). Vertentes da subversão na produção científica em educação matemática.* Campinas/SP: Mercado de Letras, 2015. p. 347-367.
- BELL, J. **Doing your research Project: a guide for first-time researchers in education, health and social science.** 4. ed. England: Open University Press, 2005.
- CAVALCANTI, D. B.; COSTA, M. A. F. da; CHRISPINO, A. Educação Ambiental e Movimento CTS, caminhos para a contextualização do Ensino de Biologia. **Revista Práxis**, n. 12, dez. 2014.
- CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico.** 2017. 237f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017.
- CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou Letramento científico? Interesses envolvidos nas interpretações da noção de *scientific literacy*. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, jan.-mar, p. 169-186, 2017.
- CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.
- DUKE, N. K.; BECK, S. W. Education should consider alternative formats for the dissertation. **Educational Researcher**, v. 28, n. 3, p. 31-36, Apr., 1999.
- GATTI, S. R. T; NARDI, R. (Orgs.). **A História e a filosofia da ciência no ensino de ciências: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula.** São Paulo: Escrituras, 2016.
- HAND, B. *et al.* Message from the “Island Group”: What is scientific literacy? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, p. 607–615, 2003.

HODSON, D. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**, v. 3, n. 1, p. 2-7, 2004.

HODSON, D. Science education as a call to action. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 10, n. 3, p. 197–206, 2010.

HODSON, D. **Looking to the future**: building a curriculum for social activism. Rotterdam: Sense Publishers, 2011.

KAHN, S.; ZEIDLER, D. L. A case for the use of conceptual analysis in science education research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 54, n. 4, p. 538-551, 2016.

LACEY, H. **Is science value free?** Values and scientific understanding. London: Routledge, 1999.

LAKATOS, I. Reply to Critics. *In*: BUCK, R. C.; COHEN, R. S. (Eds.). **PSA 1970**: In Memory of Rudolf Carnap Proceedings of the 1970 Biennial Meeting Philosophy of Science Association. Dordrecht: Springer Netherlands, 1971. p. 174-182.

LEVINSON, R. Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 10, p. 1201-1224, 2006.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente**: ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora Unesp, 2012

MATTHEWS, M. R. (Ed.). **History, Philosophy and Science Teaching**: New Perspectives. Switzerland: Springer Nature, 2018.

MATTHEWS, M. R. (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer, 2014.

MATTHEWS, M. R. (Ed.). **Science Teaching**: The Contribution of History and Philosophy of Science. 2. ed. New York: Routledge, 2015.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

NIAZ, M. A lakatosian conceptual change teaching strategy based on student ability to build models with varying degrees of conceptual understanding of chemical equilibrium. **Science & Education**, v. 7, p. 107-127, mar. 1998.

PAIXÃO, G. A. Reflexões epistemológicas sobre a *Educação em e o Ensino de Ciências da Natureza*. **Cadernos de Pedagogia**, v. 15, n. 32, p. 56-68, maio/ago. 2021.

PEDRETTI, E. Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. *In*: ZEIDLER, D. (Org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 219-239.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, v. 95, p. 601-626, 2011.

PRESTES, M. E. B.; SILVA, C. C. (Eds.). **Teaching Science with Context: Historical, Philosophical, and Sociological Approaches**. Switzerland: Springer Nature, 2018.

REIS, P. Da Discussão à ação sóciopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.

ROBERTS, D. Scientific literacy/Science literacy. *In*: ABELL, S.; LEDERMAN, N. (Eds.). **Handbook of research on science education**. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2007. p. 729-780.

ROZENTALSKI, E. F. **Indo além da Natureza da Ciência: o filosofar sobre a Química por meio da ética química**. 2018. 432p. Tese (Doutorado em Ensino de Química) – Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

RUPPENTHAL, R.; COUTINHO, C.; MARZARI, M. R. B. Alfabetização e Letramento Científico: dimensões da educação científica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e7559109302, 2020.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 5, p. 513–536, 2004.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, set./dez., p. 474-550, 2007.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria**, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar., 2008.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, dez., 2002.

SAUNDERS, K. J.; RENNIE, L. J. A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science. **Research in Science Education**, v. 43, n. 1, p. 253-274, 2013.

SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SILVA, K. M. A. **Questões sociocientíficas e o pensamento complexo: tecituras para o Ensino de Ciências**. 2016. 303f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Educação, Brasília, 2016.

SILVA, O. H. M. da; NARDI, R.; LABURÚ, C. E. Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 09-26, jan-jun. 2008.

SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS education**: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994.

VILCHES, A., GIL-PÉREZ, D.; PRAIA J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 161-184.

TOLLER, U. Teaching/learning styles, performance, and students' teaching evaluation in S/T/E/S-focused Science teacher education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, p. 593-607, 1991.

ARTIGO-CAPÍTULO 1

CONTRIBUIÇÕES DE IMRE LAKATOS E HUGH LACEY PARA A FILOSOFIA DA CIÊNCIA: ENTRE CAMINHOS PASSADOS E TRILHAS FUTURAS

Grégory Alves Dionor

RESUMO

Com o caminhar dos debates metacientíficos, pesquisadores da área da Filosofia da Ciência têm percebido a necessidade de traçar interlocuções com outros campos do conhecimento, como a Sociologia da Ciência ou até mesmo de outros ramos da própria Filosofia. Dentre as variadas possibilidades de formas, temas e discussões que podem ser encaminhadas, aqui, neste trabalho, objetivamos compreender algumas das contribuições teórico-epistemológicas de dois autores – Imre Lakatos e Hugh Lacey – e como estes se complementam para uma compreensão mais acurada do empreendimento científico da ciência. Lakatos e sua proposição da Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica, para além de discutir a demarcação das disciplinas científicas das não-científicas, propôs uma estratégia que possibilitaria compreender como a ciência se (re)constrói, reafirmando os entrelaçamentos entre a História e a Filosofia da ciência. Avançando nessas discussões, temos Hugh Lacey apontando caminhos para as compreensões sobre como valores epistêmicos e não-epistêmicos modificam, na teoria e na prática, a Ciência & Tecnologia, contextualizando a tecnociência dentro das realidades sócio-históricas. Para além de um debate da ciência sobre a ciência, este trabalho busca também apontar alguns possíveis caminhos a serem trilhados no encontro entre a História e a Filosofia da Ciência e a Educação em Ciências. Tendo o conhecimento científico com um dos seus pilares centrais, as compreensões acerca da ciência acabam por ser fator determinante também nos conhecimentos e práticas desenvolvidos nas atividades de ensino de ciências.

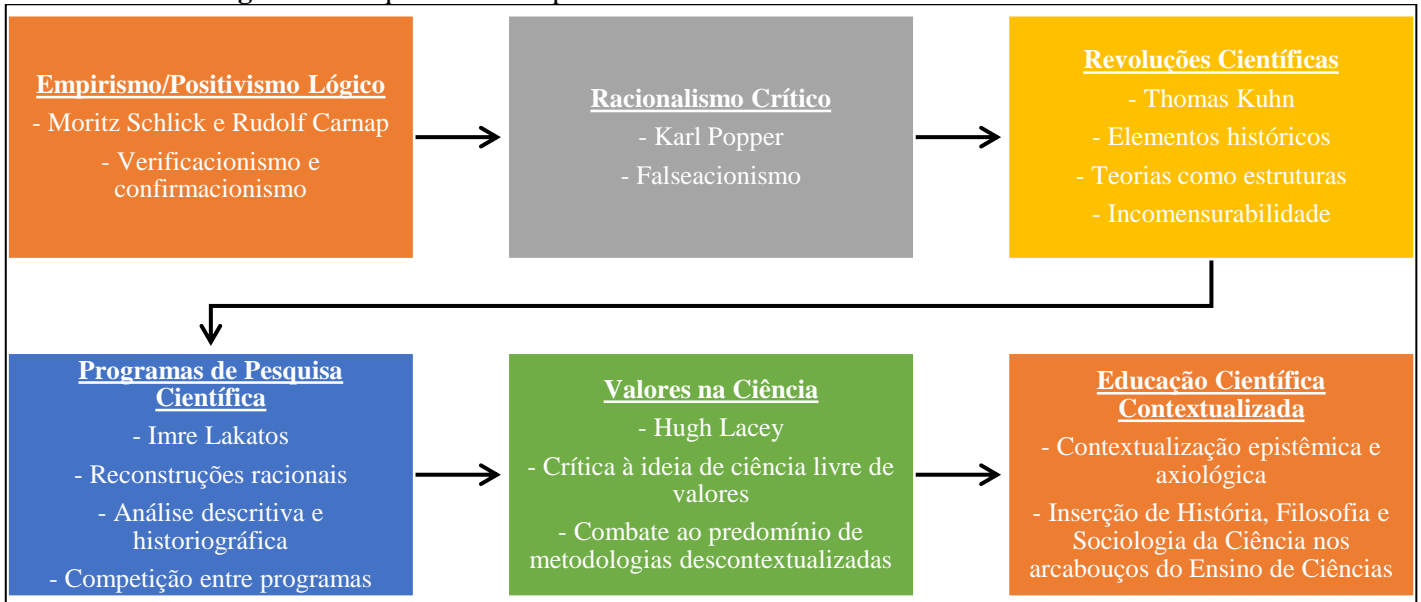
Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência; Programas de Pesquisa; Ciência e Valores; Educação em Ciências; Análise histórico-epistemológica.

1 PREPARANDO-SE PARA A CAMINHADA

Discussões epistemológicas vêm sendo travadas há décadas, buscando refletir, debater e confrontar ideias sobre diversos temas como: definições de ciência, progresso científico, caminhos de acesso à “verdade”, problema da demarcação da ciência, entre outros. Porém, a Filosofia da Ciência, além de vir percebendo a necessidade da contribuição de outras áreas – como a História da Ciência, por exemplo – para encaminhar seus debates e discussões, também vem traçando interlocuções com o campo da Sociologia da Ciência ou até mesmo com outros ramos da própria Filosofia. Muitas são as possibilidades, temas, caminhos, teorias e autores que podemos escolher como ponto de partida para dialogarmos, porém, aqui, este trabalho objetiva compreender as contribuições teórico-epistemológicas de dois autores da filosofia da ciência – Imre Lakatos e Hugh Lacey – e como suas elaborações podem se complementar na construção

de uma visão mais abrangente de compreensão da ciência, trazendo algumas reflexões e encaminhamentos de tal discussão, além de possíveis implicações para a Educação em Ciências e o Ensino de Ciências. Um roteiro para o caminho que traçamos pode ser visto na Figura 1:

Figura 1 – Esquema-síntese para roteiro da estrutura dos elementos centrais do texto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, começamos o trabalho entendendo algumas das raízes de Lakatos a partir de uma exploração sobre o empirismo/positivismo lógico, de onde partimos, então, para o racionalismo crítico de Karl Popper (seu mentor) e o início da filosofia da ciência pós-positivista. Abordamos as críticas tecidas por Thomas Kuhn a Popper e aos positivistas lógicos (que também colaboraram nos escritos de Lakatos) e, a partir daí, chegamos em Lakatos e seus construtos. Discutimos elementos não abordados na obra lakatosiana e apresentamos, então, Hugh Lacey como uma possibilidade de avançarmos nesses pontos. Em outras palavras, nosso trabalho está focalizado entre o período da crise do positivismo lógico, passando pela consolidação da filosofia da ciência clássica do século XX, e a fase historicista (MOULINES, 2020). Ainda traremos possíveis implicações da Filosofia da Ciência para a Educação em Ciências e alguns caminhos mais contemporâneos relacionados a esses debates.

A opção por esses dois autores como centrais em nosso trabalho se dá por acreditarmos que ambos – Imre Lakatos e Hugh Lacey – trazem, em suas diferenças e similaridades, arcabouços que se complementam de modo a possibilitar uma análise mais profunda e alinhada com o objetivo proposto. Por exemplo, ambos são filósofos da ciência pós-positivistas cujas teorias são construídas em meio a / com vistas à superação do positivismo lógico; porém Lakatos traz tal abordagem historicamente mais próxima dos próprios positivistas lógicos,

enquanto Lacey, por ser mais contemporâneo, abarca uma visão mais distante destes. Ademais, os dois filósofos da ciência são autores que se complementam de modo a possibilitar uma compreensão da atividade científica (e, conseqüentemente de uma Educação em Ciências contextualizada pelas teorias epistemológicas) em que Lakatos caminha por uma epistemologia mais relacionada a fatores internos (mais internalista) e ligada aos fatos (digamos, assim, mais próximo à própria epistemologia), enquanto Lacey avança em uma abordagem da ciência que a relaciona a fatores sociais e tecnológicos, de forma mais explícita (mais externalista), e também mais ligada aos valores (digamos mais próximo, portanto, à ética e a uma visão social da ciência).

2 INICIANDO A CAMINHADA: EMPIRISMO/POSITIVISMO LÓGICO

Dentre os ramos da Filosofia está a Filosofia da Ciência, ocupando-se, de forma geral, com as discussões acerca da construção e validação do conhecimento científico (PAPINEAU, 1996)⁵. No início do século XX, entre as décadas de 1910 e 1950, a tradição que dominou os trabalhos na Filosofia da Ciência foi o empirismo lógico, (também chamado de positivismo lógico⁶ ou neopositivismo), proposto por autores como Moritz Schlick (1882-1936) e Rudolf Carnap (1891-1970), no âmbito dos trabalhos do chamado Círculo de Viena. Com uma postura anti-metafísica e radicalmente empirista (BRANQUINHO; MURCHO; GOMES, 2006), em

⁵ Muito embora, na prática acadêmica, a Filosofia da Ciência e Epistemologia da Ciência sejam tratadas como sinônimos, muitas vezes, cabe fazer aqui uma distinção relevante (DUTRA, 2017). A Filosofia da Ciência, concebida como reflexão filosófica sobre a ciência, compreende estudar a ciência a partir de qualquer ponto de vista da filosofia que seja pertinente e relevante. Por exemplo, é parte da reflexão filosófica sobre a ciência examinar as premissas e decisões metafísicas e ontológicas dos cientistas (que tem a ver, diretamente, com o seu entendimento do que é o real, de que entidades ou processos existem). Apesar de relacionada à construção do conhecimento, tal aspecto (metafísico ou ontológico), exposto por uma reflexão metafísica da ciência, é diferente de reflexão sobre o conhecimento produzido pela ciência (ex. refletir sobre o que constitui a realidade para os cientistas. A realidade é reduzida ao visível/observável ou trata-se de um conjunto maior, que contém o visível/observável, mas não se restringe a ele?). Da mesma forma, um outro campo da Filosofia, a Filosofia Moral ou Ética lança questões relevantes sobre os valores e ações dos cientistas, do ponto de vista da sua importância ética, ou moral, não meramente epistêmica (ex. discussão se é certo ou errado eticamente que parte da ciência apoie a produção de agrotóxicos) e assim, por diante. Dessa forma, Filosofia da Ciência não se reduz, a rigor, a uma epistemologia da ciência somente. Por sua vez, a Epistemologia da Ciência está focada em estudar processos de construção, validação e difusão de conhecimento científico, presente em estruturas como modelos e teorias científicas.

⁶ Adotamos neste texto os termos ‘empirismo lógico’ e ‘positivismo lógico’ como se tratando de sinônimos, referindo-se ao mesmo movimento. Assumimos tal posição pois, segundo Uebel (2013), não há limites que os diferenciam explicitamente em linhas sociológicas ou doutrinárias, sendo que, quando feita alguma distinção, adota-se empirismo lógico como a denominação mais abrangente (CREATH, 2017). Os empiristas lógicos pertencentes ao grupo de Berlim (um grupo com separações mínimas do Círculo de Viena) nunca se denominaram positivistas lógicos, usando essa nomenclatura para se referirem a alguns integrantes do grupo vienense; já esses – os vienenses – chegaram a se chamar de positivistas, mas sempre com o cuidado de se diferenciarem dos positivistas do século XIX; Alfred J. Ayer talvez tenha sido o único deles a se afirmar enquanto positivista lógico (CREATH, 2017). Como aqui não nos posicionamos frente a tal discussão, ora utilizaremos o termo empirismo lógico, ora positivismo lógico.

suas proposições, o Empirismo Lógico buscava analisar não só as estruturas das teorias científicas já existentes, como também formular novas teorias para a confirmação e explicação científica, por meio das técnicas utilizadas na matemática e na lógica formal (PAPINEAU, 1996); e, por considerarem estas últimas como disciplinas analíticas, logo, tratavam-nas (em suas análises) de maneira empiricamente vazia e puramente formal (QUINTON, 1995), ou seja, apenas enquanto ferramentas para suas elaborações. Dessa forma, para os empiristas lógicos, a verdade só pode ser acessada por meio da verificação ou confirmação⁷ pela experiência proporcionada pela prova empírica dos sentidos e/ou pela prova lógica (por isso, empiristas lógicos). Assim,

Os juízos de valor, desprovidos de significado à luz deste critério, constituem imperativos (ou expressões de estados emocionais), e não asserções; as asserções de conteúdo religioso e teológico seriam, na melhor das hipóteses, manifestações poéticas (QUINTON, 1995, p. 668, tradução nossa).

Logo, temos um dos primeiros critérios, segundo o positivismo lógico, para demarcação das disciplinas que buscavam fazer afirmações de natureza científica: o critério de confirmabilidade. Além do grau de confirmação, o positivismo lógico baseava-se em outros dois pontos: os conhecimentos analítico e sintético, e a proposição de uma ideia de ciência unificada. Os explicaremos a seguir.

O verificacionismo tinha como uma das suas afirmativas básicas que o conhecimento (tratado em termos de ‘proposições’ ou ‘asserções’), para ser cognitivamente significativo, precisava ser empiricamente verificável. Isto acabou por criar vertentes dentre aqueles positivistas lógicos, afinal, o que é ser “empiricamente verificável”? Para tudo que é logicamente explicado, é possível determinar um procedimento finito baseado nos sentidos para determinar sua verdade?

A primeira vertente, a verificabilidade forte, defendida por Moritz Schlick, partia do pressuposto de que uma proposição somente é verificável se sua verdade puder ser conclusivamente estabelecida por um experimento, ou se tratar de uma proposição observacional ou combinação logicamente coerente dessas; porém foi criticada por ser muito restritiva, não permitir verificar asserções universais ou negativas, além de não aceitar asserções de experiências alheias ou sobre o passado, já que não são passíveis de verificação segundo seus critérios. Aqui percebemos também um dos motivos que acabaram por se tornar pontos

⁷ Ressaltamos que o critério verificacionista foi mais defendido nos primeiros anos do empirismo lógico, sendo enfraquecido pelo critério confirmacionista, de caráter mais probabilista.

centrais de críticas posteriores ao positivismo lógico: a não atenção aos elementos históricos no processo de compreensão da ciência (BRANQUINHO; MURCHO; GOMES, 2006).

Já a segunda vertente, a verificabilidade fraca (ou confirmabilidade), defendida por Carnap e Ayer, recebeu críticas opostas, visto que foi considerada muito abrangente por afirmar que uma proposição é verificável se, para avaliar a sua veracidade, fosse possível propor uma experiência para torná-la provável, ou seja, é necessário apenas que “exista um conjunto dessas proposições que possa simplesmente confirmar num certo grau de probabilidade a asserção em causa” (BRANQUINHO; MURCHO; GOMES, 2006, p. 552).

Percebemos aqui, então, um momento de transição dentro das teorias de confirmação: do verificacionismo ao confirmacionismo. Enquanto a metodologia de verificação de Schlick baseava-se na lógica dedutiva clássica, a metodologia de confirmação de Carnap apelava para a lógica indutiva (DUTRA, 2017).

Dito isso, e voltando ao primeiro ponto – o dos conhecimentos – os empiristas lógicos dirão que estes são: analíticos quando podem ser explicados por eles mesmos, portanto tautológicos, logo, podendo ser validados *a priori* através da matemática pura e da lógica; ou sintéticos, quando validados *a posteriori*, ou seja, pela observação empírica, pois são afirmações acerca do mundo real. As proposições consideradas como metafísicas, éticas e teológicas, tidas como pseudoproposições resultantes de pseudoproblemas, dessa forma, possuiriam, no máximo, um significado emotivo, destituídas de qualquer denotação cognitiva (BRANQUINHO; MURCHO; GOMES, 2006).

A busca por uma “teoria unificada da ciência”, de caráter reducionista, vinha do desejo destes positivistas em desenvolver uma linguagem comum possível de expressar todas as afirmações científicas, na qual tudo poderia ser reduzido por meio das explicações científicas. Inclusive, para alguns dos positivistas lógicos, a Física seria considerada a ciência exemplar, dada a solidez de suas leis, teorias e métodos (CHALMERS, 1994⁸). Porém, é importante ressaltar que eles não buscavam reduzir as proposições da Psicologia ou da Biologia, por exemplo, em asserções da Física; mas reduzi-las para uma linguagem basilar exemplificada pela linguagem da Física (BRANQUINHO; MURCHO; GOMES, 2006). A desconsideração dos elementos históricos se faz presente aqui também, sendo então uma ciência ahistórica, pois, na construção dessa ciência unificada, as explicações desenvolvidas deveriam aplicar-se não só às teorias atuais, mas também às passadas, assim como às futuras (CHALMERS, 1994). Ademais, esse ideal de ciência unificada também trazia em si a defesa de um posicionamento

⁸Para uma padronização no texto, indicaremos a data de publicação da edição consultada. Nos textos dos autores centrais, na lista de Referências, está indicada, entre colchetes, a data da publicação original.

metodologicamente monista advindo de um questionamento à separação entre ciências naturais e humanas; isso pois, apesar dos integrantes do Círculo de Viena admitirem a existência de diferenças nos objetos e fenômenos desses domínios, não concordavam em aceitar diferenças categóricas em suas metodologias e objetos finais de investigação, elementos que a tradição historicista das Ciências Sociais e a idealista da Filosofia defendiam (UEBEL, 2021).

Porém, após cerca de 30 anos como a tradição epistemológica predominante na Filosofia da Ciência, o Positivismo Lógico passou a receber várias críticas de filósofos que propunham outros construtos. Dentre essas críticas, estava o fato do próprio critério de verificabilidade ser inconsistente, já que ele mesmo não poderia ser verificado dentro de suas próprias definições, ou seja, era um critério auto-refutante (BRANQUINHO; MURCHO; GOMES, 2006). Outro ponto de contradição é que há verdades que não podem ser verificadas empiricamente, mas são factualmente verdadeiras (ver POPPER, 1986), como, por exemplo, a afirmação ‘todos os seres humanos envelhecem’. Entretanto, as duas críticas principais que derrubaram a hegemonia do Empirismo Lógico foram, de acordo com Chalmers (1993), as seguintes: (i) a crítica realizada por Karl Popper, ao afirmar que o critério de verificabilidade era falho, propondo, então, o critério de falseabilidade; e (ii) a ideia proposta por Thomas Kuhn, em relação à desconsideração dos empiristas em relação ao arcabouço oferecido pela História da Ciência. Discutiremos um pouco mais sobre essas críticas nas seções a seguir.

3 PRÓXIMA PARADA: KARL POPPER, O RACIONALISMO CRÍTICO E O FALSEACIONISMO

Austríaco contemporâneo (mas não integrante) ao Círculo de Viena e que ocupou local de destaque na Filosofia da Ciência foi o filósofo Karl Raimund Popper (1902-1994). Apesar de inicialmente integrar o grupo precursor do empirismo lógico, Popper era considerado um “racionalista crítico”. Para os racionalistas (ou intelectualistas), diferentemente dos empiristas, nossos processos de aprendizado são possíveis devido às funções superiores da linguagem, estruturas e atividades que nos são inatas e que nos diferenciam dos outros animais; dentre essas funções, as principais são “[...] a descritiva e a argumentativa, que possibilitaram a evolução da racionalidade e finalmente a ciência” (SILVEIRA, 1996a, p. 212). Os demais racionalistas (contemporâneos à ele e também de outrora) que argumentavam que o conhecimento produzido dessa maneira (descritiva e argumentativamente, colocando a construção racional como superior e mais relevante do que as experiências empíricas) era correto, inquestionável e sem sujeição ao erro; porém, ao contrário destes racionalistas, Popper afirmava que tais conhecimentos eram sim falíveis, passíveis de erros, sujeitos a correções e, por isso, precisamos

confrontá-los com a realidade empírica e tratá-los de forma crítica. Com efeito, K. Popper, assim, inaugura o chamado racionalismo crítico (SILVEIRA, 1996a).

Justamente por sua crença na falibilidade do conhecimento científico, Popper teceu uma série de críticas às ideias dos empiristas lógicos, propondo novos critérios de definição e análise dos problemas científicos. Seu principal questionamento recaía sobre a validade do critério de verificabilidade. A razão do verificacionismo era justamente traçar a demarcação do que poderia ser considerado ciência. Visando defender esse princípio, Popper elabora sua crítica, rejeitando o critério de verificação e seu inerente princípio da indução (BRANQUINHO; MURCHO; GOMES, 2006). Segundo a indução, base da lógica indutivista, através de enunciados particulares podemos inferir enunciados universais e, assim, a generalização de acontecimentos, tendo-os como fundamento e referência para que outros enunciados sejam elaborados. Dessa forma, o conhecimento produzido nessa perspectiva é construído considerando o tempo e o espaço em que os fatos foram empiricamente observados, porém, ainda assim aceito enquanto atemporal e universal (LAUX, 2012).

Entendemos uma inferência indutiva como sendo as generalizações elevadas ao estatuto de verdade por meio de enunciados singulares; tal processo de elevação ao estatuto de verdade pode ser elaborado por meio de observações e de conclusões, bem como por descrições de resultados obtidos pela experimentação que, por meio do princípio da indução, servem de base para justificar enunciados universais como hipóteses ou teorias (EUGÊNIO JÚNIOR, 2018). Por exemplo, considerando n enquanto um número significativo de repetições/observações, se observamos por n vezes cisnes brancos em uma determinada localidade, podemos inferir, indutivamente, que todos os cisnes daquele local são brancos; ou ainda, já que todos os dias por um n período de tempo o sol nasceu e se pôs, podemos afirmar, pela lógica indutivista, que amanhã e nos próximos dias o sol continuará a nascer e a se pôr.

Porém, tanto Popper quanto o filósofo escocês David Hume argumentaram que os conhecimentos que têm como base os sentidos e a lógica indutivista também são passíveis de erros, assim como a constância dos fenômenos da natureza também não são suficientes para embasar seguramente uma teoria, já que essa teoria poderia facilmente ser refutada caso um único fato destoante fosse observado (LAUX, 2012) (tal como um cisne não-branco na localidade ou se por um fenômeno astronômico em algum momento o sol não nascesse ou se pusesse).

O chamado Problema da Indução parte do ponto de que, para Popper (seguindo o raciocínio de Hume), tentar conferir feição lógica à indução é um trabalho destinado à falha. Para ele, inferências obtidas a partir da experiência de certas asserções particulares verificáveis

para a teoria não permite, de forma lógica, verificar empiricamente toda a teoria (POPPER, 1972). Na indução, entende-se que confluências repetidas de fenômenos podem resultar em generalizações; porém, dessa maneira, esta lei não se classifica enquanto uma tautologia e, por não ser tautológica, também não é um princípio analítico. Além disso, por ser passível de negação, também não se enquadra como um princípio sintético (ou acabaria sendo “sintético *a priori*”, o que é algo dogmático), pois necessitaria de certa fundamentação, fundamentação essa que demandaria uma indução de segunda ordem, que também exigiria outra fundamentação, caindo num regresso infinito (CHALMERS, 1993; COSTA, 2012). Logo, “previsão não é certeza, previsão, pelo seu caráter incerto, não pode servir de parâmetro para a ciência” (LAUX, 2012, p. 16).

Além do problema da indução, Popper acaba por ressaltar a importância de outro problema, o da demarcação, afirmando que:

Desses dois problemas – fonte de quase todos os outros problemas da teoria do conhecimento – o da demarcação é, a meu ver, o mais importante. Pois, a principal razão por que os epistemologistas de tendências empiricistas propendem para o “método de indução” está, aparentemente, em crerem que só tal método pode oferecer um critério adequado de demarcação (POPPER, 1972, p. 35).

Mas essa é uma discussão para mais adiante...

Outro aspecto negativo que Popper também levanta sobre os princípios empiristas recai que, em sua visão, o empirismo acaba por estar sempre sujeito às opiniões e vivências dos próprios cientistas (POPPER, 1972), ou seja, com elevado grau de enviesamento. Falseando, temos a chance de superar certos preconceitos e valores que os pesquisadores carregam e que podem ter entrado na elaboração das teorias.

É, então, que Popper propõe a substituição do critério de verificabilidade pelo critério da falseabilidade, dando origem, assim, à tradição do Falseacionismo⁹, procurando uma forma mais precisa para demarcar os problemas científicos dos metafísicos (POPPER, 1972). Segundo esse critério, não há mais a necessidade de que uma proposição ou teoria seja empiricamente ou logicamente verificável para que seja considerada cognitivamente significativa, mas, sim, que essa proposição ou teoria seja passível de ser falseada. Logo, não se espera que o sistema de proposições em análise seja definitiva e positivamente lógica, mas que sua forma lógica possua, metodologicamente, uma comprovação negativa, podendo, pela experiência, ser refutada (POPPER, 1972; BRANQUINHO; MURCHO; GOMES, 2006). Assim, os problemas metafísicos, apesar de separados, de certa forma, dos problemas científicos, não são colocados

⁹ Em algumas traduções, são usados os termos ‘falsificabilidade’ e ‘falsificacionismo’.

como desprovidos de importância, mas, sim, como outro foco de estudo que não caberia à filosofia da ciência.

Há sempre a possibilidade futura de que a teoria seja refutada por alguma hipótese ou condição específica que a falsifique por não ser condizente com os fatos; em outras palavras, devemos sempre abordar as teorias científicas enquanto conjecturas, virtualmente provisórias, e passíveis de reconstruções e reformulações a qualquer momento (SILVEIRA, 1996a).

Nesse momento histórico-filosófico, ainda estamos no escopo das teorias de confirmação, porém, aqui, Popper propõe a mudança da metodologia da confirmação de Carnap para a sua metodologia de falseamento (DUTRA, 2017). As teorias da confirmação estão baseadas nas hipóteses e nas evidências que são contra ou a favor de tais hipóteses; a diferença entre Carnap e Popper vai estar justamente que, enquanto o primeiro buscava confirmar as hipóteses para analisar os enunciados universais, o segundo visava falsear tais hipóteses para realizar a mesma análise (DUTRA, 2017).

Para Popper, a construção das teorias científicas também estava ligada a elementos não totalmente racionais (criatividade, imaginação, intuição, vontades etc.), porém, entender as inspirações dos cientistas não seria alçada da Filosofia da Ciência, mas sim da Psicologia da Ciência (SILVEIRA, 1996a). A preocupação dos filósofos da ciência deveria estar em compreender “as provas posteriores pelas quais se descobriu que a inspiração era uma descoberta ou veio a ser reconhecida como conhecimento” (POPPER, 1972, p. 32), ou seja, focar no que está *a posteriori* do “*start*” da ideia. Ademais, seu sistema também se diferenciava do empirismo lógico pelo seu caráter progressivo, ao defender que o conhecimento é gerado num processo de conjecturas e refutações (ver POPPER, 1987) em que “todo conhecimento é modificação de algum conhecimento anterior” (SILVEIRA, 1996a, p. 217) após este ser falseado (ou não). Dessa forma, dá-se certa ênfase, então, à importância da História da Ciência na produção e compreensão da atividade científica em si, mas não a tendo ainda como elemento primário nesse processo.

Sobre isso, Popper propõe, então, um esquema que sintetiza suas ideias sobre o crescimento científico, que pode ser expresso da seguinte forma: $P1 \rightarrow TS \rightarrow EE \rightarrow P2$ na qual: P1 é o problema inicial sobre um determinado tema; TS é a tentativa de solução, as hipóteses e proposições levantadas visando a solução/explicação do problema; EE é o processo de eliminação de erros, os exames críticos e severos feitos nas conjecturas colocadas; e P2 são os novos problemas que venham a surgir dos ensaios realizados e das soluções encontradas. Resumindo, “o crescimento do conhecimento inicia de velhos problemas para novos problemas

surgidos da solução encontrada por meio de ensaio e tentativas de eliminação de erros” (BETTIN, 2014, p. 76).

Outro aspecto do racionalismo crítico se coloca quando Popper afirma que “todo o nosso conhecimento é impregnado de teoria, inclusive nossas observações” (POPPER, 1975, p. 75), logo, para Popper, os fatos e os dados nunca são puros e livres de teoria (SILVEIRA, 1996a). Dessa maneira, o progresso da ciência seria dependente da objetividade científica. Mas como manter a objetividade dos cientistas se estes estão envolvidos por suas crenças? É por isso que a ciência (e sua objetividade) deve, segundo Popper, ser conduzida a partir de uma perspectiva social, abarcando, inclusive, a crítica recíproca entre os cientistas, pois “a divisão hostil-amistosa de trabalho entre cientistas, ou sua cooperação e também sua competição” (POPPER, 2004, p. 23) é necessária para que a inspiração dos pesquisadores faça parte do ponto de partida e da força para que os mesmos continuem seu trabalho, mas que façam isso sem perder de vista a objetividade necessária.

Apesar de toda a sua elaboração, Popper sofreu críticas acerca de certas inconsistências em seu trabalho, como: a visão holista de Willard van Orman Quine sobre a construção do conhecimento, questionando os testes falseacionistas (ver QUINE, 1961); ou ao recuperarmos Pierre Duhem, defensor de que, ao menos na Física, uma hipótese não pode, isoladamente, ser testada (ver DUHEM, 1962); ou ainda os problemas do falseacionismo gerados pela Revolução Copernicana (ver KUHN, 1957; KOYRÉ, 1968; FEYERABEND, 1977). Porém, nos debruçaremos sobre aquelas críticas que, de uma forma talvez mais direta, estão ligadas a um dos temas centrais deste trabalho: Lakatos e seus programas de pesquisa.

Por se considerar um anti-convencionalista e ser contra a visão positivista/empirista, Popper coloca, como já discutido, que as proposições são sempre passíveis de falha, bem como sofrem influências das crenças e referenciais que cada cientista possui. Porém, isso acaba por gerar um problema em sua teoria, pois, se uma determinada teoria é testável, então deveria ser possível definir se suas proposições básicas são falsificáveis ou não, logo, saber se seus potenciais falseadores são, de fato, falseadores (THORNTON, 2019). Mas, como descobrir isso se não pela verificação empírica? Para Popper, como este colocou posteriormente, a solução é que “[...] enunciados básicos não são justificáveis através de recurso a nossas experiências imediatas, mas que, do ponto de vista lógico, eles são aceitos por um ato, por uma decisão livre” (POPPER, 1972, p. 117). Apesar das negações dele em se colocar enquanto um convencionalista, essa colocação sugere um convencionalismo mais refinado, já que Popper coloca a aceitação de um falseador (e, conseqüentemente, a aceitação da teoria como falseável) como uma escolha arbitrária (THORNTON, 2019).

Outra crítica recai sobre a composição das teorias científicas. Algumas teorias científicas possuem hipóteses auxiliares utilizadas para preencher (temporariamente) certas lacunas existentes e, às vezes, tais hipóteses possuem uma característica mais generalista do que particular. Sobre essas situações Hilary Putnam (1974) coloca que, se as hipóteses auxiliares podem ser mais generalistas, em caso de falseamento, não saberemos se o que foi falseado foram as hipóteses ou a teoria em si; e, como os cientistas envolvidos tendem a assumir inicialmente que foram as hipóteses, é por isso que algumas teorias são tão resistentes à refutação, o que, conseqüentemente, enfraqueceria o critério popperiano de demarcação. Respondendo a essa crítica, Popper reconhece a limitação do critério falseacionista no problema da demarcação e coloca a importância dos testes *ad hoc*¹⁰ como forma de minimizar esse enviesamento (POPPER, 1974); aspecto esse que também foi incorporado por Lakatos em seu trabalho.

Além dessas, as (provavelmente) principais críticas ao trabalho popperiano foram feitas propostas por Thomas Kuhn, e pelo próprio Imre Lakatos no processo de elaborar sua teoria.

4 UM TRECHO SINUOSO: THOMAS KUHN E SUAS CRÍTICAS

O estadunidense, físico e epistemólogo Thomas Kuhn (1922-1996) dedicou parte de sua vida em compreender a produção científica utilizando a História da Ciência como um dos elementos centrais de seu pensamento, percebendo, dessa forma, que as teorias científicas precisam ser analisadas enquanto estruturas.

São três as principais razões pelas quais as teorias devem ser compreendidas enquanto estruturas (CHALMERS, 1993), ou seja, como organizações complexas ordenadas segundo certos princípios (como leis e teorias), passíveis de serem compreendidas/analizadas de forma independente e/ou sob a ótica de contextos mais amplos: a) o fato da análise da História da Ciência demonstrar que essa característica estruturada é imanente às teorias nos seus processos de evolução e progresso (fator que não é apreendido pelas análises indutivistas e falseacionistas, como pelo próprio Popper); b) para que os conceitos integradores das teorias adquiram um sentido mais preciso, faz-se necessário que essas teorias estejam organizadas de uma forma coerentemente estruturada; e c) a possibilidade do crescimento da ciência ser melhor organizado e compreensível se as teorias que constituem as ciências forem concebidas a partir de estruturas

¹⁰ Do latim "para isso", ou seja, produzido ou elencado para uma situação específica.

que contenham receitas e indícios claros e explícitos de como elas devem ser ampliadas e desenvolvidas.

A utilização da História da Ciência como ferramenta vem da ideia de que,

Em vez de tentar entender a ciência a partir de critérios lógicos e metodológicos para seu discurso, Kuhn faz uma sugestão muito simples: examinar a história e deixar que ela nos conte o que é a ciência, tal como ela se dá efetivamente, e compreender, a partir do comportamento dos cientistas, os mecanismos pelos quais suas decisões são tomadas. [...]. O que importa na ciência é a forma como ela se comporta, em decorrência de sua lógica interna (ALVES, 2015, p. 211).

No decorrer do seu trabalho, Kuhn percebe não só a necessidade da compreensão das teorias como estruturas, mas, também, defende a condição revolucionária do progresso científico, elaborando este pensamento em sua obra “A Estrutura das Revoluções Científicas” (1970). Para ele, a maneira como a ciência progride pode ser expressa da seguinte forma: Pré-ciência → Ciência normal → Crise-revolução → Nova ciência normal → Nova crise

Segundo esse esquema aberto, tudo se inicia com a pré-ciência, uma atividade desorganizada e dispersa que sofre um processo de organização a partir do momento em que os cientistas envolvidos se filiam a um paradigma. Esses paradigmas são formados por teorias mais generalistas associadas a leis e técnicas que conduzem suas aplicações, sendo a atividade desenvolvida nos paradigmas chamada de ciência normal, voltada para a resolução de problemas de natureza experimental ou teórica. No processo de desenvolvimento das pesquisas dentro dos paradigmas no período de ciência normal, os cientistas acabarão por ter contato com objetos e fenômenos que não serão explicados dentro dos arcabouços e ferramentas existentes. Se essas dificuldades e limitações fugirem ao controle, estes cientistas passarão então para um momento de crise. Crise essa que só é resolvida pelo surgimento de um paradigma completamente novo que passa a atrair os cientistas até que o paradigma anterior seja abandonado e o novo paradigma passe a ancorar um novo período de ciência normal, num processo denominado de revolução científica. O novo paradigma vigorará até que se depare com novos problemas não solucionáveis e uma nova crise se estabeleça, reiniciando o ciclo (KUHN, 1970).

Assim, fica nítida a importância que Kuhn coloca sobre a necessidade das revoluções, a incomensurabilidade dos paradigmas e o questionamento acerca da continuidade e acúmulo da ciência, reformulando assim a ideia de crescimento linear e estático do conhecimento para uma perspectiva dinâmica, com foco nas revoluções e no progresso, sendo considerado, então, um dos principais nomes das teorias do progresso (ver DUTRA, 2017).

Apesar de ter sido um dos maiores críticos do trabalho de Karl Popper, Tomas Kuhn parte de um local (até certo ponto) comum ao austríaco (ALVES, 2015; ALBIERI; TONIOL, 2019): (i) tanto Popper quanto Kuhn enfocam mais na origem e nos métodos científicos utilizados, do que nos resultados encontrados e, para isso, acabam por recorrer às ferramentas da História da Ciência para tentar compreender fatos e motivações da vida científica; (ii) ainda sobre a História da Ciência, os dois epistemólogos concordam quanto ao caráter revolucionário e não-linear no processo de substituição das teorias vigentes, rejeitando, assim, a concepção linear e acumulativa das abordagens hegemônicas desse campo de estudo até aquele momento; (iii) outro local aspecto/ponto de concordância é sobre como as observações pessoais estão intrinsecamente ligadas às teorias científicas, pois nossas observações sempre são interpretadas a partir de teorias preconcebidas, bem como a observação só pode ser o início de uma pesquisa se nos levar a um problema real; (iv) eles também acabam por concordar sobre os processos de substituição de teorias, pois ambos preconizam que uma teoria mais antiga fracassa quando não se sustenta perante os embates lógicos, experimentais e observacionais; mas é a partir daqui que as discordâncias entre eles começam a surgir.

O primeiro questionamento que Kuhn levanta sobre os pressupostos popperianos gira em torno da função e alcance da “crítica”. Enquanto Popper apontava a crítica como elemento fundamental, pois seria a partir dela que poderíamos alcançar os graus de falseabilidade de uma teoria científica, Kuhn nega a ideia de que meramente através da crítica proposta a uma teoria (ou até mesmo de sua possível refutação) seja admissível exigir sua rejeição ou eliminação (ALBIERI; TONIOL, 2018). Para isso, Kuhn focaliza atenção, principalmente, na importância dos aspectos sócio-históricos para a falha ou êxito de uma teoria científica, trazendo, então, a importância de fatores extra-científicos nesse processo (BORTOLLOTTI, 2013; ALBIERI; TONIOL, 2018).

A segunda crítica também está relacionada aos fatores extra-científicos e suas relações com o potencial refutador dos experimentos colocado por K. Popper. Como vimos anteriormente, o falseacionismo popperiano colocava que a veracidade de uma teoria não é garantida pela quantidade de testes pelos quais ela passou, pois um teste crucial, um experimento definitivo, poderia sujeitar toda a teoria ao abandono. Porém, para Kuhn um experimento potencialmente refutador não necessariamente levaria os cientistas a abandonarem suas teorias, pois haveria uma série de outros fatores externos como “financiamentos de pesquisas, grupos e estruturas grandes, a própria trajetória intelectual do pesquisador ou até cargos importantes” (RUFATTO; CARNEIRO, 2009, p. 271). Na presença de um elemento com potencial de refutação, às vezes até inconscientemente, o cientista encontraria uma forma

de manter suas ideias ou persistir nas teorias a que ele está vinculado (RUFATTO; CARNEIRO, 2009).

A terceira crítica de Kuhn reside na (in)comensurabilidade dos paradigmas: para Kuhn, um novo paradigma surge para tentar solucionar o momento de crise criado pelas anomalias de um paradigma anterior, sendo, dessa forma, incomensurável a este; porém, Popper afirmava que teorias conflitantes podem e devem existir em um mesmo momento para que, a partir do conflito e dos resultados obtidos, a ciência possa progredir (ALBIERI; TONIOL, 2018).

Em suma, enquanto na estrutura de progresso científico de Kuhn um novo paradigma não precisa ser capaz de solucionar todos os problemas ao qual seja exposto, Popper coloca que, ao escolhermos entre uma teoria mais antiga e uma concorrente mais nova, a última deve ser capaz de contemplar todo o conteúdo bem-sucedido da anterior e ainda abarcar um maior poder explicativo que a mesma (POPPER, 2004; ALBIERI; TONIOL, 2018). Nesse processo, Popper então coloca a importância de se ter critérios objetivos para a definição de qual das teorias concorrentes apresenta maior cientificidade, pois,

[...] para Popper, o crescimento científico pode ser racionalmente reconstruído, enquanto que, para Kuhn, a substituição de um paradigma científico por outro não é – nem pode ser – orientada apenas por critérios racionais, sendo necessário abordá-la a nível da psicologia social da descoberta (ALBIERI; TONIOL, 2018, p. 103).

Deu-se início então a um “cabo de guerra” em que, de um lado, Popper propunha uma visão epistemológica da ciência mais ahistórica, embasada em uma metodologia enfatizadora de aspectos lógicos e racionais, enquanto, do outro lado, Kuhn tensionava o debate a partir de uma abordagem mais historiográfica (e, portanto, baseada em descrições históricas da ciência real) e, assim, mais aberta do ponto de vista metodológico (COSTA; KIPNIS, 2014). É importante ressaltar que esse embate só estava começando, pois acabará sendo retomado pelo discípulo de Popper, Imre Lakatos, personagem central que adentra nessa história e que traz para o jogo uma possibilidade de avançarmos no cabo de guerra que havia sido formado.

5 CHEGANDO A LAKATOS E À METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA¹¹

Húngaro, físico, filósofo da ciência e da matemática, Imre Lakatos (1922-1974) é considerado um dos principais epistemólogos do século XX. Apesar de ter sido discípulo de

¹¹É possível encontrar na literatura o termo Metodologia dos Programas de Investigação Científica.

Popper, Lakatos era crítico do critério de falseabilidade que o como seu mentor havia proposto por considerá-lo

[...] bastante deslumbrante. Uma teoria pode ser científica mesmo se não houver um fragmento de evidência a seu favor, e pode ser pseudocientífica mesmo se todas as evidências disponíveis estiverem a seu favor. Ou seja, o caráter científico ou não científico de uma teoria pode ser determinado independentemente dos fatos (LAKATOS, 2005, p. 102, tradução nossa).

Visando a análise e aperfeiçoamento do falseacionismo popperiano, principalmente após as críticas realizadas por Kuhn, Lakatos propôs, então, uma elaboração teórica ainda alinhada aos ideais de Popper, mas que trouxesse uma visão histórica crítica, ainda dentro da abordagem racional; isso porque Lakatos, parafraseando Kant, afirma que “filosofia da ciência sem história da ciência é vazia; história da ciência sem filosofia da ciência é cega” (LAKATOS, 1987, p. 11, tradução nossa). É assim que ele traz para o cenário os “Programas de Pesquisa”. Esses programas de pesquisa correspondem a estruturas teóricas, pois, para ele, conforme colocado por Chalmers (1993), as teorias científicas fazem parte de um todo estruturado, não sendo possível analisá-las de forma individual e desconectada de um quadro maior¹². Como colocado anteriormente, Chalmers (1993) aponta três motivos centrais para corroborar a ideia de vermos as teorias enquanto todos estruturados e é, principalmente, a partir da terceira razão (pela necessidade de que a ciência cresça, é preciso que as teorias formem estruturas que contenham as formas e caminhos que conduzam a ciência para um crescimento mais eficiente), que Lakatos desenvolve então seu conceito de Programa de Pesquisa.

Essas estruturas teóricas que caracterizam os campos de pesquisa são compostas, segundo o autor (LAKATOS, 1989), por: um núcleo firme (também chamado de núcleo duro, rígido ou irredutível), que contém ou trata dos princípios, conceitos e teorias fundamentais aceitas convencionalmente por uma determinada comunidade científica, incluindo crenças metafísicas, que sustentam todo o programa de pesquisa, ou seja, é o cerne imutável e mais geral que o compõe e alicerça as atividades do programa; e um cinturão protetor, responsável por proteger o núcleo firme de refutações, por meio de hipóteses auxiliares, condições iniciais, exceções temporárias etc., de forma a promover a continuação dos estudos daquele programa, sem falseá-lo (logo, sem invalidá-lo). Ao contrário do núcleo firme, o cinturão protetor é constantemente modificado, complexificado e alterado; dessa forma, pode refutar anomalias

¹² É importante ressaltar que Lakatos traz de Thomas Kuhn a ideia de teorias enquanto estruturas. Este último, apesar de criticar as ideias falseacionistas de Popper (de quem Lakatos era discípulo), foi precursor ao tratar, em sua obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, as teorias dentro de uma abordagem estrutural a partir dos paradigmas de pesquisa, como colocado na seção anterior. Lakatos, apesar dos embates com Kuhn, faz uso dessa visão de estrutura, mas construindo sua própria visão – os Programas de Pesquisa.

(ou contraexemplos) ou, ainda, explicar essas situações anômalas de modo a aprimorar o programa de pesquisa, sendo esses processos norteados pelas heurísticas positivas e negativas (LAKATOS, 1989).

Por um lado, a heurística negativa, ligada ao convencionalismo clássico, estipula quais caminhos os cientistas não devem seguir, em outras palavras, determina quais assertivas básicas daquele programa não podem ser modificadas ou refutadas pois acarretariam a quebra de todo o programa (LAKATOS, 1989; CHALMERS, 1993; SILVEIRA, 1996b). Sendo assim, permite aos cientistas vinculados ao programa decidirem, de forma racional, quais anomalias/refutações serão consideradas ou não, visando manter a integridade do núcleo firme; o critério utilizado para tais deliberações é que se ignore as anomalias/refutações desde que o conteúdo empírico corroborado pelas hipóteses auxiliares do cinturão protetor aumente.

Inclusive, estas decisões de escolha e consideração das anomalias vem de um refinamento da teoria popperiana. Uma das críticas que Popper recebeu recaía sobre a ideia de que, a partir do momento em que uma anomalia que falseasse as proposições fosse encontrada, toda a teoria seria falseada. Sobre essa objeção, Popper colocou que uma teoria de alto nível que se depara com uma observação anômala isolada (ou um conjunto pequeno delas) não será totalmente refutada, pois uma não-corroboração não se trata necessariamente de um falseamento (THORNTON, 2019) (Estaria Popper já desenvolvendo uma espécie de “cinturão protetor” para sua teoria?). E é frente a isso que Lakatos propõe que uma teoria é falseada não somente pelos testes críticos de refutabilidade (como coloca Popper), mas, sim, por testes, elaborações e construções, dentro dos programas de pesquisa, que aumentam ou diminuem as lacunas entre os fatos (LAKATOS, 1989). Assim, tem-se a importância da heurística negativa pois,

A existência de tais anomalias não é usualmente tomada pelo cientista em exercício como uma indicação que uma teoria em questão é falsa; ao contrário, ele usualmente, e necessariamente, assumirá que as hipóteses auxiliares que estão associadas com a teoria podem ser modificadas para incorporar e explicar as anomalias existentes (THORNTON, 2019, s/p, tradução nossa).

Por outro lado, a heurística positiva indica quais caminhos teórico-metodológicos podem e devem ser seguidos para ampliação e desenvolvimento do programa de pesquisa, ou seja, de que modo os cientistas podem conduzir novos problemas, soluções, experimentações e discussões teóricas para que o programa de pesquisa progrida positivamente, tornando-se mais sólido e com maior capacidade preditiva e explicativa. A necessidade de definirmos quais caminhos devem ser seguidos se dá, em especial, na tentativa de explicar as anomalias encontradas, já que estas não são escolhidas aleatoriamente no processo de construção e

complexificação do cinturão protetor, auxiliando os cientistas a não se perderem no chamado “oceano de anomalias” (LAKATOS, 1989; CHALMERS, 1993). Se a heurística positiva for consistentemente construída e claramente entendida pelos seus adeptos, as dificuldades encontradas no aprimoramento do programa são menos de caráter empírico e mais matemáticos.

Em suma, enquanto

A heurística negativa especifica o “núcleo firme” do programa que é “irrefutável” pelas decisões metodológicas dos seus proponentes; a heurística positiva consiste num conjunto parcialmente articulado de sugestões ou conselhos sobre como modificar, desenvolver, as “variantes refutáveis” do programa de investigação, como modificar, sofisticar, o cinturão protetor “refutável” (LAKATOS, 1989, p. 50, tradução nossa).

Dessa forma, enquanto a heurística negativa seleciona anomalias encontradas e caminhos que serão tomados no aprimoramento do cinturão protetor, a heurística positiva procurar prever possíveis anomalias que ainda sequer foram encontradas, visando a progressão do programa na sua capacidade de prever e explicar fatos.

No desenvolvimento da Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica – MPPC, Lakatos destaca sua preocupação com o desenvolvimento histórico das teorias, característica da filosofia da ciência pós-positivista, pois é a partir do caráter progressivo ou degenerescente delas que podemos determinar o surgimento, o desenvolvimento ou o fim de um programa de pesquisa (LAKATOS, 1989; LIMA-TAVARES, 2002). Ademais, a preocupação com os elementos históricos vem de uma problemática enfrentada por alguns falseacionistas, já que, para eles, a incapacidade de encontrar as origens dos problemas estudados acabava por gerar um caos não-metódico, ou seja, uma situação na qual as decisões epistemológicas são tomadas com base em consensos e convenções não alinhadas com a concepção estrutural da ciência (CHALMERS, 1993; LAKATOS; MUSGRAVE, 1979; VALLE; OLIVEIRA, 2012). Assim, a rigidez do núcleo duro e as heurísticas positivas estabelecidas proporcionavam uma estrutura capaz de estabelecer ordem perante os problemas investigados.

Como um programa de pesquisa exige certa robustez para que não acabe sendo dissolvido facilmente pelo oceano de anomalias, eles costumam iniciar como um *modelo* (LAKATOS, 1989), sendo este um conjunto primariamente organizado a partir de teorias observacionais, de modo a guiar as formulações dos elementos que compõem um programa (núcleo, cinturão e heurísticas), inclusive sabendo até como este modelo virá a ser substituído posteriormente.

Segundo a MPPC, podemos considerar um programa enquanto científico – assim avaliando-o com relação a sua cientificidade – quando este “mostra uma transferência progressiva de problemas, com a constante produção de conteúdo empírico excedente e a

eventual corroboração de pelo menos parte das novas previsões derivadas do programa” (LIMA-TAVARES, 2002, p. 202). É a partir disso que um programa de pesquisa será considerado progressivo ou degenerescente.

Um programa progressivo continua exercendo seu papel de explicar e prever/antecipar novos fatos, por isso, progressivo. Caso ele não seja mais capaz de tais atos (explicar e prever), este torna-se um programa degenerescente e “[...] o seu núcleo firme poderá ter de ser abandonado” (LAKATOS, 1989, p. 49, tradução nossa), sendo esta decisão tomada de maneira lógica e empírica.

Entretanto, é preciso estar atento pois, num programa de pesquisa, a partir das modificações e adições de hipóteses auxiliares do cinturão protetor, uma série de “refutações” pode não significar, futuramente, um insucesso para o programa. Isso acontece visto que, mesmo com tais “refutações”, a partir, por exemplo, da revisão de fatos tidos como falsos ou da inserção de novas hipóteses auxiliares, tem-se uma alteração de problemática teórica consistentemente progressiva produtora de um aumento do conteúdo empírico (LAKATOS, 1989). Mas, como colocado pelo próprio Chalmers, “quais os tipos de adições e modificações que devem ser permitidos por uma boa metodologia científica e quais os tipos que devem ser excluídos como não-científicos?” (CHALMERS, 1993, p. 118). Tentaremos responder minimamente essa pergunta em dois momentos deste texto, já que ela pode ser analisada em dois focos: primeiro num olhar mais específico, do ponto de funcionamento direto de um programa de pesquisa; e segundo, noutra olhar mais amplo no campo da epistemologia, ao abordarmos o problema da demarcação, que discutiremos numa seção mais adiante.

Para esta questão, levantada por Chalmers, Lakatos já havia proposto uma solução: seriam elencados alguns critérios que possibilitariam o julgamento das inovações teóricas que surgissem, os chamados “*problem-shifts*” (LAKATOS, 1968; 1989), em tradução, “alterações de problemas”¹³, ou ainda “problemas que mudam o curso do programa de pesquisa”. As alterações de problemas progressivas podem ser de dois tipos: as *intra*, quando tais mudanças alteram progressivamente apenas as hipóteses auxiliares e o cinturão protetor, e as *inter* que correspondem a mudanças mais complexas e difíceis, porém, às vezes necessárias, nas quais, a partir da competição de programas, aquele em análise chega a ter que realizar mudanças em seu núcleo duro. Para que tais modificações sejam válidas e aceitas, estas não poderiam ser feitas numa abordagem *ad hoc*, ou seja, não poderiam ser elaboradas especificamente com a

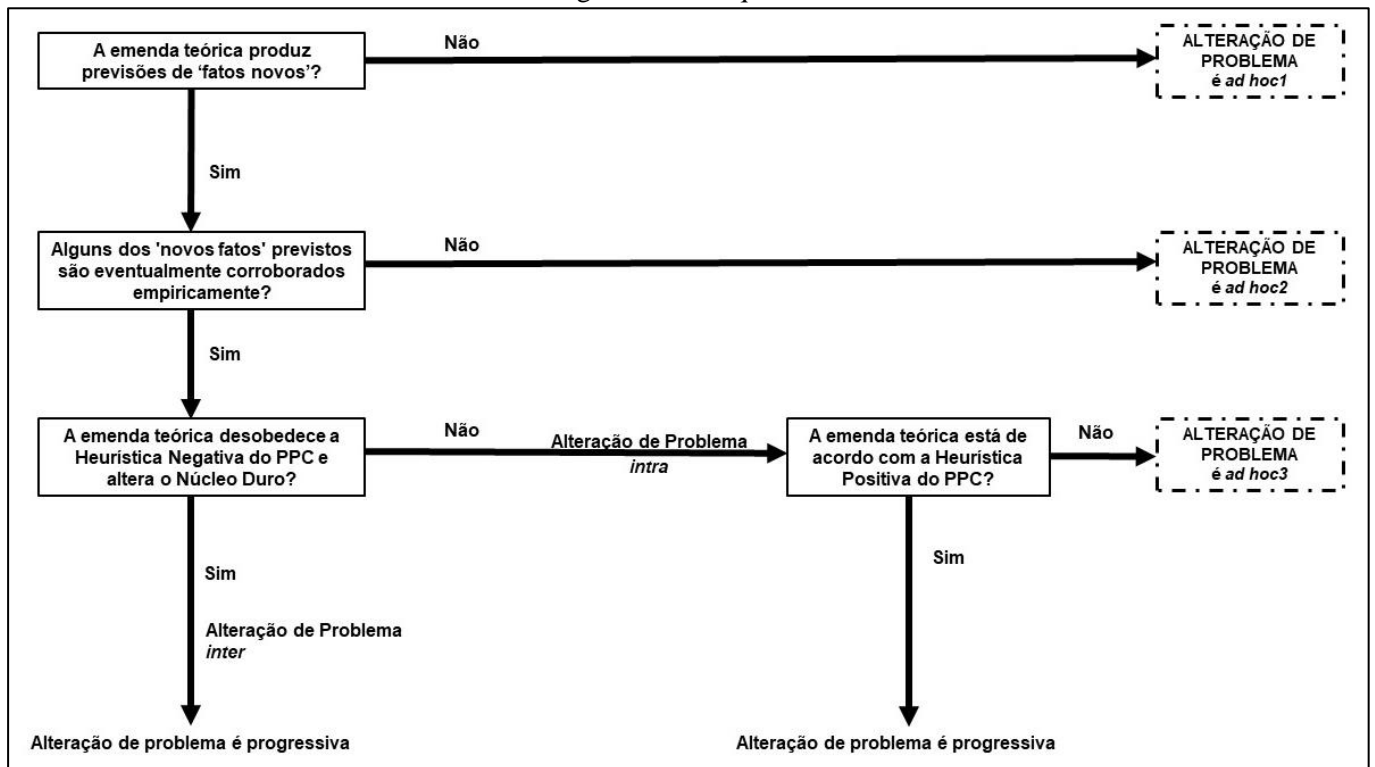
¹³Esta tradução é a encontrada na seguinte tradução da obra Lakatos: LAKATOS, I. **Falsificação e Metodologia dos Programas de Investigação Científica**. Tradução de Emília Picado Tavares Marinho Mendes. Revisão de Artur Morão. Lisboa: Edições 70, 1999.

finalidade de se realizar a modificação. Conforme Elman (2002, p. 236, tradução nossa) sintetizou, há três classificações de ad-hocidade:

Ad hoc1: [não apresenta] nenhuma nova previsão em comparação com seu antecessor; ad hoc2: nenhuma das novas previsões da nova teoria foi realmente "verificada" (e. g. ou seja, confirmada por evidências empíricas); e ad hoc3: as hipóteses auxiliares são modificadas de maneiras que não ficam de acordo com o espírito da heurística positiva do programa.

Dessa maneira, as alterações no cinturão devem poder ser testadas de forma independente, além de possibilitarem novos testes que oportunizem novas descobertas, conforme Figura 2. Resumindo, para Lakatos (1989), há duas proibições: as hipóteses *ad hoc* e as hipóteses não-independentemente testáveis.

Figura 2 – Determinando se uma alteração de problema é ad hoc (degenerativa) ou progressiva em um PPC – Programa de Pesquisa Científica.



Fonte: Elman (2002, p. 237, tradução nossa).

Com toda essa elaboração dos programas de pesquisa, Lakatos conseguiu definir uma estrutura capaz de solucionar alguns problemas postos (o caos não-metódico falseacionista e a cientificidade das hipóteses), proporcionando uma ordem para o fazer-ciência, cujas decisões são tomadas de forma lógica, passíveis de serem testadas independentemente e com uma linguagem de observação bastante estável. Além disso, sua proposta era capaz de oportunizar conjecturas que ocasionalmente eram bem-sucedidas, levando ao progresso científico e análises mais sólidas (LAKATOS, 1989; CHALMERS, 1993).

A partir da MPPC podemos entender a posição, as relações e os encaminhamentos/direcionamentos futuros, bem como as modificações sofridas pelos programas de pesquisa (LAKATOS, 1989; CHALMERS, 1993; SILVEIRA, 1996b; LIMA-TAVARES, 2002). Porém, falar sobre a MPPC não é só discutir os trabalhos internos de desenvolvimento científico dos programas. A MPPC também está relacionada, em alguns casos, com os embates entre programas de pesquisa competitivos, ou seja, que buscam explicar e prever os mesmos fenômenos e questionamentos.

Esse processo de comparação acaba por ser uma disputa complexa, pois como determinar quando um programa se degenerou a ponto de ser substituído por um programa rival que esteja progredindo? Um fator determinante nesse processo é o tempo. Mas temos aí outra questão: quanto tempo leva para definirmos que um programa não consegue mais prever novos fenômenos dada a sua degeneração? Dessa forma, não podemos afirmar veementemente que um programa se degenerou a ponto de ser superado em sua totalidade, pois, em algum momento, podem ocorrer modificações no seu cinturão que o tornem novamente capaz de explicar e prever os fenômenos. Ou seja, um momento degenerescente de um programa não é a condição única e suficiente que o faça ser abandonado pelos seus adeptos (ABRANTES, 2020). Dessa forma, a razão objetiva (e não sociopsicológica) para rejeitarmos um programa de pesquisa se dá quando há “um programa de investigação rival que explica o anterior sucesso do seu rival e o suplanta por uma exibição adicional de poder heurístico” (LAKATOS, 1989, p. 80), enquanto o outro chega a seu ponto de saturação natural.

Ainda acerca desse ponto, Lakatos acaba também apontando o uso do “bom senso” e de outros indicadores, tais quais a periodicidade de congressos realizados e a aquisição de verba e financiamento; porém, esses critérios abrem precedentes para fatores da história externa (algo de que o próprio Lakatos discordava em suas análises) (FURLAN, 2003).

Ademais, não seria possível estabelecer um consenso sobre esse “bom senso”, visto que isso varia até a depender da área de atuação do pesquisador, já que “os juízos básicos de valor aceitos por um experimentalista diferirão dos aceitos por um teórico” (FEYERABEND, 1977, p. 307). Frente a isso, Feyerabend afirmava que a MPPC tem uma abordagem retrospectiva, auxiliando muito mais o trabalho de reconstruir o desenvolvimento da ciência, do que no processo de orientação da prática científica (FURLAN, 2003). Porém, o próprio Lakatos já apontava que os critérios de análise devem ser aplicados *a posteriori* da competição entre os Programas de Pesquisa, ou seja, quando um deles já sobrepujou o outro, não havendo a possibilidade de uma análise em tempo real (LAKATOS, 1979). Assim, seus critérios atuam mais no processo de análise histórico-epistemológica, confirmando (ou não) a vitória do

Programa progressivo que se manteve¹⁴, até mesmo porque ele não acreditava em uma racionalidade de caráter instantâneo (ABRANTES, 2020). Inclusive, o próprio Lakatos afirma não ter a intenção de definir regras metodológicas sobre a prática científica corrente, ou seja, sua proposição é de caráter historiográfico (LAKATOS, 1971). Desse modo, a proposição lakatosiana apresenta um caráter não só descritivo, mas também prescritivo, visto que sua MPPC poderia, por exemplo, mostrar a partir das reconstruções a irracionalidade de certas decisões passadas, logo, não são descrevendo-as, mas as compreendendo; ademais, apesar de ser retrospectiva, isso não é suficiente para restringir a MPPC a uma abordagem descritivista, pois, se as decisões de alguns cientistas contrariassem a MPPC, isso não seria apenas uma descrição, mas também uma crítica e, portanto, com elementos normativos.

6 SEGUINDO A ESTRADA: O EMBATE LAKATOS(+POPPER) X KUHN CONTINUA

Lakatos, apesar de avançar em muitos aspectos, também acabou por gerar algumas opiniões contrárias, sendo um dos principais críticos das suas ideias justamente Thomas Kuhn. Um dos primeiros pontos de divergência entre eles é que, enquanto Lakatos defendia o uso da história da ciência como forma de encontrar a racionalidade, (se apoiando, inclusive na distinção entre história interna e externa da ciência), Kuhn enfatizava, no processo de desenvolvimento da ciência, o caráter psicossocial da história, além de apoiar-se na ideia da incomensurabilidade entre diferentes (parcial) dos paradigmas (FURLAN, 2003).

Outro ponto que trazemos é que, como colocado por Lakatos (1989), o que Kuhn chama de “ciência normal” nada mais seria que um programa de pesquisa que conseguiu o monopólio daquele campo de investigação durante um determinado período. Todavia, ainda segundo Lakatos, tal monopólio é algo raro na história da ciência, além dele ser considerado problemático por também acabar resultando numa espécie de “inflexibilidade científica” (p. 80), no qual o ‘monismo teórico’ suplanta o ‘pluralismo teórico’. Dessa forma, Lakatos traz a ideia de Kuhn enquanto equivocada, pois

A história da ciência tem sido e devia ser uma história de competição entre programas de investigação (ou, se preferir, “paradigmas”), mas não tem sido e não se deve transformar numa sucessão de períodos de “ciência normal”: quanto mais cedo se inicia a competição, melhor para o progresso (LAKATOS, 1989, p. 80).

¹⁴Muito deste debate ocorreu durante o Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, realizado em Londres, em 1965. Trouxemos aqui aqueles elementos que, ao nosso ver, estavam mais diretamente ligados à discussão proposta em nosso trabalho. Porém, outras contribuições e questionamentos à Filosofia da Ciência também foram levantadas durante o evento, como a ideia do Anarquismo Epistemológico de Feyerabend ou, ainda, a resposta de Thomas Kuhn às críticas que sofreu. Os textos referentes às arguições ocorridas foram sumarizados no livro organizado por Imre Lakatos e Alan Musgrave (1979).

Entretanto, esse talvez tenha sido apenas o início de um ferrenho embate entre Imre Lakatos e Thomas Kuhn; embate esse que, conforme Lakatos, poderia ter até mesmo consequências políticas pois, para ele, a posição de Kuhn no sentido de defender que a validade de uma teoria é possível de ser estabelecida por critérios externos¹⁵ a ela poderia ocasionar que a defesa da verdade da teoria fosse baseada no poder político do grupo que a defende, principalmente nas ciências sociais (ALBIERI; TONIOL, 2018).

Para compreendermos esse famoso confronto filosófico-científico, iniciaremos com dois conceitos fundamentais neste momento: relativismo e racionalismo.

Bagdonas (2015), com base no filósofo Hans Reichenbach (um positivista lógico), diferencia duas visões sobre a prática científica: a primeira trata-se do “contexto da descoberta”, que vê a ciência sendo mais impactada por fatores externos, como os culturais, psicológicos, sociais e econômicos; em contrapartida, o “contexto de justificação” trata-se de uma visão da prática científica determinada majoritariamente pelos aspectos epistemológicos e da lógica, ou seja, a influência dos fatores externos é secundária. Dessa forma, um racionalista “tende a atribuir maior valor ao *contexto da justificação*, argumentando que as influências não exclusivamente racionais teriam menor importância por só acontecerem no *contexto da descoberta*” (BAGDONAS, 2015, p. 55, grifos do autor).

De maneira geral, o relativismo se baseia na formulação de que todo conhecimento tem sua veracidade condicionada não só aos nossos equipamentos mentais e empíricos, como também aos contextos históricos, psicológicos e socioculturais (SANTOS, 2016). Ou seja, parâmetros como verdade ou falsidade, procedimentos de justificação e padrões de raciocínio, certo e errado, são frutos de convenções e situações contextuais (SWOYER, 2015).

Já o racionalismo é a posição filosófica que defende o papel central da razão no processo da construção do conhecimento (TEIXEIRA, 2016), sendo considerado, inclusive, o oposto do empirismo (como abordado anteriormente). Ao contrário dos ideais racionalistas gregos, de caráter muito radical e que negam qualquer participação dos sentidos na aquisição do conhecimento, as vertentes mais contemporâneas e moderadas defendem a importância de ambas as fontes (razão e sentidos), sem confundir o fato de que podemos conhecer o mundo a partir de ideias *a priori* com o pensamento de que não podemos conhecer sem a experiência empírica (TEIXEIRA, 2016). Há três teses centrais do racionalismo (MARKIE, 2017): (i) Tese da Intuição/Dedução, na qual a intuição e a dedução são formas de construção *a priori* do

¹⁵ É importante frisar que esse é uma leitura do posicionamento de Lakatos acerca de Kuhn, porém, encaramos essa como sendo uma visão equivocada da abordagem de Kuhn, visto que ele defendia que há critérios racionais para a escolha de teorias, destacando que esses critérios não são regras lógicas, mas valores epistêmicos.

conhecimento; (ii) Tese do Conhecimento Inato, em que todos nós temos, como parte inerente de nossa natureza racional, certos conhecimentos inatos a nós, independentemente das experiências; e a (iii) Tese do Conceito Inato, defendendo que conseguimos empregar alguns conceitos advindos também de nossa natureza racional.

Entretanto, a principal diferença entre as duas correntes (e que talvez seja o ponto mais relevante para este trabalho) se trata de como elas se posicionam quanto à forma de avaliação e comparação de teorias científicas rivais. Por um lado, os relativistas negam a possibilidade de se estabelecer um parâmetro ou critério universal capaz de comparar e julgar se uma teoria é melhor, mais adequada ou mais verdadeira do que outra, pois estabelecer o que é melhor, mais adequado ou mais verdadeiro está condicionado aos indivíduos e às comunidades na qual estes estão inseridos e àquilo que é importante para eles (CHALMERS, 1993). Ou seja, as crenças, valores, objetivos e visões de mundo são variáveis que definirão, em cada momento e lugar, qual teoria científica é a mais adequada ou necessária, não havendo, portanto, um critério de julgamento universal. Dessa forma, estabelecer um parâmetro de demarcação da ciência se torna, então, relativo, ocupando um papel (quase) secundário.

Por outro lado, alguns racionalistas (em especial os positivistas extremados) defendem que é possível estabelecer um critério universal, atemporal (não-histórico) e único de se avaliar o desenvolvimento de teorias rivais; critério esse que torna objetivo o processo de demarcar os estudos científicos dos não-científicos (CHALMERS, 1993). Em outras palavras, a partir de um critério direto poderíamos definir se uma teoria é verdadeira (ou provavelmente ou aproximadamente verdadeira) ou, ao comparar teorias, definir qual é a mais verdadeira¹⁶. E como nossos personagens – Lakatos e Kuhn – entram nesse debate? Eles se tornam importantes figuras representativas dessas posições: Kuhn considerado por alguns autores como relativista¹⁷ enquanto Lakatos é caracterizado como um racionalista.

Foi após Thomas Kuhn publicar “A Estrutura das Revoluções Científicas”, em 1962, que as discussões relativistas ganharam espaço dentro do campo da ciência, pois ele trouxe, então, uma reflexão sobre os impactos sócio-históricos na mudança e progresso da ciência (KUHN, 1970; BAGHRAMIAN; CARTER, 2019).

¹⁶A ‘verdade’ é um conceito controverso e ponto-chave de vários debates filosóficos. Para saber mais sobre essa discussão, ver o capítulo XIII da obra de Chalmers (1993).

¹⁷ Apesar de alguns autores apresentarem Kuhn como um relativista, consideramos, assim como outros estudiosos, que essa caracterização não faz jus à abordagem kuhniana, em especial levando em conta seus trabalhos posteriores à Estrutura das Revoluções Científicas. Para Kuhn, por exemplo, a racionalidade não é algorítmica, ou seja, ela surge da prática e da reflexão corporificada dessa prática. Dessa forma, a racionalidade que podemos estabelecer é inevitavelmente situada e deriva da fecundidade na resolução de problemas. Porém, com fins didáticos de compreensão desse momento das discussões epistemológicas do nosso trabalho, optamos por apresentar o debate nesses termos.

Entretanto, o próprio Kuhn negava essa alcunha de relativista (OLIVA, 2012). Inclusive, quanto a isso, ele apontou estar ciente de ter sido interpretado sob essa visão e explicita seu posicionamento contrário a receber tal denominação em trechos como: “O primeiro [assunto] examina a acusação de que a concepção de ciência desenvolvida neste livro é totalmente relativista” (KUHN, 1970, p. 219); “Eles consideram relativista minha perspectiva, particularmente na forma em que está desenvolvida no último capítulo deste livro” (KUHN, 1970, p. 251), ou ainda

As teorias científicas mais recentes são melhores que as mais antigas, no que toca à resolução de quebra-cabeças nos contextos freqüentemente diferentes aos quais são aplicadas. Essa não é uma posição relativista e revela em que sentido sou um crente convicto do progresso científico. [...] Embora a tentação de descrever essa posição como relativista seja compreensível, a descrição parece-me equivocada. Inversamente, se esta posição é relativista, não vejo por que falte ao relativista qualquer coisa necessária para a explicação da natureza e do desenvolvimento das ciências (KUHN, 1970, p. 252-253).

Porém, trechos como “Na escolha de um paradigma, - como nas revoluções políticas - não existe critério superior ao consentimento da comunidade relevante” (KUHN, 1970, p. 128) ou a colocação feita no encerramento do livro “o conhecimento científico, como a linguagem, é intrinsecamente a propriedade comum de um grupo ou então não é nada. Para entendê-lo, precisamos conhecer as características essenciais dos grupos que o criam e o utilizam” (KUHN, 1970, p. 257) denotam certo posicionamento relativista, já que colocam a racionalidade científica subordinada a valores e posicionamentos da vida comunitária. Inclusive, como afirmam Shinn e Ragouet (2008, p. 56), “é certo que, diz Kuhn, os argumentos empíricos ou teóricos são, geralmente, os mais significativos e os mais persuasivos, mas não são obrigatórios, nem individualmente nem coletivamente”.

Ademais, ele também se posiciona contrário à possibilidade de estabelecer regras *a priori* para a definição da cientificidade de teorias, ao colocar que

Não existem algoritmos neutros para a escolha de uma teoria. Nenhum procedimento sistemático de decisão, mesmo quando aplicado adequadamente, deve necessariamente conduzir cada membro de um grupo a uma mesma decisão. Nesse sentido, pode-se dizer que quem toma a decisão efetiva é antes a comunidade dos especialistas do que seus membros individuais. [...] Entretanto, precisamos entender a maneira pela qual um conjunto determinado de valores compartilhados entra em interação com as experiências particulares comuns a uma comunidade de especialistas, de tal modo que a maior parte do grupo acabe por considerar que um conjunto de argumentos é mais decisivo que outro (KUHN, 1970, p. 246).

Entretanto, visando se afastar desse posicionamento considerado por muitos como relativista, Kuhn tentou apontar certos elementos que, para ele, poderiam ser utilizados como critérios analíticos das teorias: quantidade de problemas diferentes resolvidos, precisão,

previsão (principalmente previsões quantitativas), balanço entre temas cotidianos e “esotéricos”; e, em segundo plano, escopo e compatibilidade com outras áreas, e simplicidade (KUHN, 1970). Porém, todos esses critérios não são colocados como de demarcação, mas como valores que devem ser considerados em termos psicológicos ou sociológicos. Dessa forma, a análise da cientificidade de uma teoria continuaria recaindo no poder de grupos dominantes (abordagem relativista)¹⁸.

Sendo assim, o critério para definirmos se uma disciplina, campo ou teoria é científica vai estar vinculado à apresentação de conformidade com a descrição de ciência característica da estrutura das revoluções científicas (CHALMERS, 1993). Tal critério também acaba por ser criticado por Lakatos, visto que Kuhn não aborda, com a devida importância, o problema da competição entre os paradigmas/programas de pesquisa, por acreditar na incomensurabilidade (completa ou parcial) entre eles (OLIVEIRA, 2015). Além disso, Lakatos coloca que “a mudança [de paradigmas] é um efeito de adesão de última hora. Assim sendo, de acordo com a concepção de Kuhn, a revolução científica é irracional, uma questão de psicologia das multidões” (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979, p. 221).

Lakatos, por sua vez, enquanto racionalista, defende o estabelecimento de critérios objetivos que permitam a demarcação da ciência, bem como a racionalidade como elemento central do processo de construção do conhecimento científico. Inclusive, ele coloca tal questão como problema central da Filosofia da Ciência:

O problema central em filosofia da ciência é [...] o problema de estabelecer as condições universais sob as quais uma teoria é científica. O problema não deixa de ser importante e ainda há muito a fazer para a sua solução. [...] O problema da demarcação generalizada está intimamente ligado ao problema da racionalidade da ciência. Sua solução deve nos orientar sobre quando a aceitação de uma teoria científica é racional ou irracional (LAKATOS, 1989, p. 168-169).

Para isso, ele aponta a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica como um forte critério para a cientificidade, principalmente por estabelecer formas objetivas para definir se um programa de pesquisa está progredindo ou degenerando, orientando racionalmente os processos de escolhas entre as teorias rivais (LAKATOS, 1989).

Outro ponto em que Lakatos coloca em xeque as ideias elaboradas por Kuhn é referente aos fundamentos conceituais de qualquer estrutura teórica (paradigmas ou programas de pesquisa): enquanto Kuhn coloca que tais fundamentos serão descontínuos ao longo da história da ciência, pois acabam sofrendo rupturas nos períodos de crise, Lakatos defende que, durante

¹⁸ O próprio Kuhn revisita este posicionamento em sua obra “*Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice*”, de 1977.

toda a tradição ativa de pesquisa, esses fundamentos (ou alguns deles) permanecerão intactos ou pouco modificados (OLIVEIRA, 2015). Isso está ligado, de certa forma, com a incomensurabilidade colocada por Kuhn, pois, se um paradigma assume monopólio, ao ser mudado, toda a tradição vinculada a ele também seria abandonada. Porém, além desse total abandono não acontecer ao longo da história da ciência, Kuhn também não conseguiu indicar nenhum período consideravelmente extenso em que um paradigma ou programa de pesquisa vigorou sozinho em um campo científico, ou no qual os partidários do novo paradigma abandonassem por completo os questionamentos ou fundamentos da ciência normal anterior (OLIVEIRA, 2015).

Mas até mesmo antirrelativistas (como Karl Popper, por exemplo) reconhecem que conceber as ideias e observações como sendo ausentes de influências teóricas externas é um pensamento ingênuo sobre esse processo (BAGHRAMIAN; CARTER, 2019). Contudo, Lakatos, com sua formulação racionalista da MPPC, defendia a possibilidade de estabelecermos critérios analíticos e de demarcação para avaliarmos a ciência de modo não dependente das influências de indivíduos ou grupos.

É importante ressaltar que, como colocado por Lakatos ao se posicionar, tais discussões não tratam de “um mero ponto técnico da epistemologia. Refere-se aos nossos valores intelectuais centrais, e tem implicações [...] até para a filosofia moral e política” (LAKATOS, 1989, p. 9, tradução nossa). E precisamos estar atentos a isso, pois se nos alinharmos fielmente à uma posição que estabelece a cientificidade de uma teoria com base apenas em critérios exteriores, a verdade de uma teoria (em especial nas ciências sociais) poderia estar sujeita aos grupos sociais poderosos e, dessa maneira, partiríamos da premissa de que a “verdade reside no poder” (LAKATOS, 1989, p. 10, tradução nossa), se tornando, assim, um mero instrumento de manutenção de relações de poder. Assim, como questionado por Rufatto e Carneiro (2009), haveria alguma forma de definir atitudes ou condições ligadas à identidade da atividade científica? Ou o fazer ciência é uma prática tão livre e diversa que acaba por dissolver suas fronteiras de outras maneiras de compreender a realidade? Tendo essa preocupação como um dos pontos de partida, o problema de demarcação, como levantado por Lakatos, torna-se uma das questões centrais da Filosofia da Ciência.

Se compararmos, por exemplo, a ciência, a filosofia, a religião, a arte e a matemática, todos campos com seus próprios valores cognitivos ou próprios arcabouços de conhecimentos, como diferenciá-los entre si? E, principalmente, como diferenciá-los da ciência? Tal problema de demarcação foi, inicialmente, chamado por Popper de *problema de Kant*, visto que, na obra “Crítica da Razão Pura”, o autor determina possíveis limites para as categorias do

entendimento, diferenciando as ciências da natureza da metafísica de filósofos tradicionais (DUTRA, 2017).

Essa discussão voltada a caracterizar e demarcar o que seria essa atividade conhecida hoje como ciência tem seu embrião no período helênico com alguns estudos de Aristóteles (LAUDAN, 1983), mas é só no século XX é que esse debate toma força de modo mais contundente (HANSSON, 2017). Os positivistas lógicos do Círculo de Viena começam a se preocupar com a demarcação, mas em um foco mais restrito do que o abordado nesta seção, visto que eles estavam empenhados em diferenciar apenas a ciência da metafísica, enquanto, a partir de Popper, já havia uma preocupação maior em diferenciar a ciência de outras áreas/disciplinas que buscavam fazer afirmações sobre o mundo (HANSSON, 2017).

Desse modo, filósofos da ciência buscaram, ao longo das últimas décadas, propor, sistematizar, testar e analisar criticamente qual seria/é a melhor forma de conseguirmos definir quais disciplinas são científicas, quais não são ou, ainda, quais se colocam equivocadamente como científicas (ACHINSTEIN, 2004). Em outras palavras, recai sobre a Filosofia da Ciência a complexa tarefa de fornecer uma visão crítica e analítica sobre a definição dos critérios necessários para estabelecer as fronteiras científicas.

Aqui mesmo, ao longo do texto, já vimos algumas tentativas de se estabelecer alguns critérios capazes de fazer com que se estabeleça tal distinção, a exemplo da verificabilidade dos positivistas lógicos, da falseabilidade de Popper, da estrutura das revoluções científicas de Kuhn, e da MPPC de Lakatos¹⁹; todos numa perspectiva mono-criterial. Há ainda outros autores que também buscaram estabelecer outros critérios demarcativos ou, até mesmo, estabelecer perspectivas multi-criteriais (ver HANSSON, 2017).

Em meio a tanto empenho na tentativa de estabelecer tal(is) critério(s), a própria validade sobre essa discussão começou a ser questionada. Laudan²⁰, por exemplo, coloca que, sobre esse debate,

¹⁹Paul Karl Feyerabend, motivado pelas suas discussões com seu amigo Imre Lakatos, também propõe, em sua obra “Contra o Método”, uma ideia de demarcação tida como revolucionária. Inclusive, inicialmente, a proposta era de que, após as publicações de Feyerabend, Lakatos publicaria uma réplica. Porém, Lakatos morre prematuramente e o projeto é interrompido, vindo para a comunidade científica apenas a obra de Feyerabend (COSTA; KIPNIS, 2014). Por essa interlocução com Lakatos ter sido interrompida e por acreditarmos que não nos debruçarmos, aqui, sobre as ideias de Feyerabend, não trará prejuízos ao nosso texto, não adentraremos em suas elaborações (para isso, ver FEYERABEND, 1977).

²⁰Em seu texto “*The demise of the demarcation problem*”, de 1983, Larry Laudan questiona se o problema da demarcação seria, de fato, algo que merece o esforço de ser debatido, pois, para ele, não há um denominador comum entre todas as atividades e práticas científicas, logo, é inviável insistir na tentativa de encontrar critério(s) que possam demarcar a ciência. Entretanto, o próprio Laudan também afirma que não devemos deixar de nos preocupar com as credenciais epistêmicas da ciência, mas que essas análises sejam conduzidas a partir do modelo das tradições de pesquisa (seu construto) (LAUDAN, 1983).

No entanto, parece bem claro que a filosofia tem em geral falhado em apresentar resultados. Quaisquer que sejam as forças e deficiências específicas dos numerosos esforços bem conhecidos de demarcação, é provavelmente justo dizer que não existe uma linha de demarcação entre ciência e não-ciência, ou entre ciência e pseudociência, que ganharia o consentimento da maioria de filósofos. Nem existe um que deva ser aceito por filósofos ou qualquer outra pessoa (LAUDAN, 1983, p. 111-112, tradução nossa).

Mas, depois de tantos anos travando essas discussões, o debate acerca do problema da demarcação ainda é algo válido para discussão? Como poderíamos definir qual o melhor critério (ou critérios) para demarcar a ciência? Seria a Filosofia da Ciência, por si só, capaz de elaborar esse(s) critério(s)? Provavelmente não, ao menos não na forma como ela vem se colocando no mosaico dos campos de estudo.

Questionando o “falecimento do problema de demarcação” colocado por Laudan, Pigliucci (2013) afirma que as críticas levantadas por ele eram válidas, mas com uma visão restrita do quadro; porém, para que as discussões caminhem, é preciso que pensemos, de outras formas e com outros aportes, em definições práticas para traçar as fronteiras do que é ou não parte da atividade científica. Outros autores buscaram retomar o debate sobre a demarcação (e.g. PIGLIUCCI; BOUNDARY, 2013; ALMEIDA, 2016; CARVALHO, 2017), porém, para Videira (2005), o arcabouço estudado e mobilizado pela Filosofia da Ciência não é um espaço exclusivo, somente seu, pois aquilo que ela busca entender (de modo geral e muito simplificado: o que é a ciência) não pode ser compreendido sem a interlocução com outras disciplinas, como a história e a sociologia da ciência, ou até mesmo com outros ramos da própria filosofia; crítica essa que vem surgindo desde Kuhn, seguido posteriormente por Lakatos, quando este traz a importância da história da ciência em sua elaboração.

A partir das discussões dessa fase historicista, em especial pelas ideias de Kuhn e Feyerabend (também Lakatos, mas em menor destaque), inicia-se um “relativismo sócio-epistêmico” da filosofia da ciência. Logo, fica a cargo do sujeito (coletivo) da ciência a tarefa de determinar “a natureza do objeto da pesquisa científica. Daí que o único estudo que tem sentido em relação às teorias científicas é o estudo sociológico dos usuários dessas teorias, com seus preconceitos, rituais, relações mútuas, conflitos, ‘negociações’” (MOULINES, 2020, p. 160). Porém, não vemos isso como uma conversão da Filosofia da Ciência em uma “sociologia ou etnologia da ciência” (MOULINES, 2020, p. 160), mas, sim, como uma ampliação da forma de olhar para a ciência, em que cada área pode fornecer instrumentos e perspectivas de análise que se complementem. Inclusive, esta “divisão do trabalho” entre Filosofia e Sociologia da ciência é uma ideia proposta por Robert K. Merton, em um período contemporâneo ao empirismo lógico, na qual enquanto a epistemologia se preocuparia com os conteúdos e as

formas da ciência, a sociologia da ciência se ocuparia da organização social das ciências; ideia essa que, mesmo sendo criticada, foi retomada em alguns outros momentos (SHINN; RAGOUET, 2008).

Frente a essa necessidade de ampliação das discussões feitas pela Filosofia da Ciência, surge, por exemplo, os chamados *Science Studies*, que buscam analisar e compreender o empreendimento científico a partir de uma ótica não só filosófica, mas também histórica e sociológica, bem como suas inter-relações com outras esferas como a social e a política (SILVA, 2010). Nas últimas décadas, esse campo cresceu, podendo ser encontrado, nas publicações mais recentes, como o campo do *Science and Technology Studies* (ver FULLER, 2006; HACKETT *et al.*, 2008; SISMONDO, 2009; FELT *et al.*, 2017; CAUDILL *et al.*, 2019). Não é objetivo deste trabalho nos debruçarmos sobre esse campo; apenas o indicamos como uma possibilidade já existente de não só entender a ciência a partir de um olhar mais amplo, como também perceber suas interlocuções com outras áreas.

7 PARA ONDE CAMINHAR DENTRO DESSE DEBATE? DE PERSPECTIVAS LAKATOSIANAS RECENTES ÀS DISCUSSÕES SOBRE VALORES NA CIÊNCIA

Desde suas primeiras publicações, são inegáveis as contribuições que Lakatos trouxe ao debate acadêmico, seja instigando novos trabalhos, seja provocando opiniões contrárias a ele mesmo, contribuições essas que até hoje vêm se fazendo presentes no meio científico. Por exemplo, no ano de 2015, até o dia 25 de janeiro, o *Google Scholar* já havia registrado 33 trabalhos citando o autor (MUSGRAVE; PIGDEN, 2016); enquanto, em 2021, até o dia 14 de dezembro, em uma rápida busca feita por nós na mesma base, encontramos 751 resultados.

Outras pesquisas também vêm trazendo as proposições lakatosianas, utilizando-as tanto como objeto analisado (sobre Lakatos), quanto como perspectiva de análise (a partir de Lakatos), como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Pesquisas que se relacionam aos estudos lakatosianos.

Análises sobre Lakatos	Análises a partir de Lakatos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Discutir a tensão existente na obra lakatosiana entre falibilismo e otimismo epistemológico, além da posição do epistemólogo quanto às leis da natureza (BORGE, 2017); ✓ Estudar as mudanças sofridas no uso e no conceito das heurísticas, enfocando em obras de Lakatos (KISS, 2006); 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mostrar como a MPPC pode ser usada para avaliar a pesquisa no campo das Relações Internacionais (ELMAN; ELMAN, 2002); ✓ Propor adaptações da MPPC para que seja melhor utilizada na área da História (KUUKKANEN, 2017); ✓ Examinar a progressão e a degeneração da enfermagem (como campo

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisar as raízes pré-inglesas de Lakatos e sua formação marxista (SHIBARSHINA, 2018); ✓ Argumentar sobre a influência sofrida, por Lakatos e Feyerabend, pelos protestos estudantis ocorridos no final dos anos 1960 (MARTIN, 2019); ✓ Abordar as convergências epistemológicas entre Imre Lakatos e Gaston Bachelard (MACHADO <i>et al.</i>, 2021). 	<p>científico), a partir da MPPC (YOUNAS, 2021);</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender como a epistemologia de Lakatos pode contribuir para as pesquisas com Investigação Matemática (GONÇALVES; SCHELLER, 2021); ✓ Correlacionar as proposições atuais da evolução biológica com a epistemologia lakatosiana (ZABOTTI; LEITE; JUSTINA, 2021).
---	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para além dos exemplos mencionados nos parágrafos acima, há também trabalhos que elaboraram, sobre os estudos lakatosianos, críticas diferentes das já tratadas nas seções anteriores. Até aqui, podemos perceber que, dentre as várias contribuições de Lakatos, está a ideia de junção entre os arcabouços da Filosofia da Ciência e da História da Ciência para os estudos epistemológicos. Porém, Arabatzis (2017) afirma que a maneira que Lakatos traça essa conexão pode, de certo modo, ter prejudicado os estudos nessa área.

Para esse autor (ARABATZIS, 2017)²¹, há duas possibilidades de integrar essas duas áreas: a “filosofia histórica da ciência”, voltada mais aos debates metafísicos e epistemológicos, em assuntos como a realidade de entidades inobserváveis ou a racionalidade das revoluções científicas, analisando-os a partir de referenciais do desenvolvimento histórico da ciência; e a “história filosófica da ciência”, se preocupando com algumas questões historiográficas e a reconstrução de certos episódios específicos, tais quais as mudanças conceituais ou o papel da experimentação, tendo um viés filosófico atravessando os estudos. Em suma, “a primeira visa o esclarecimento filosófico, enquanto a última é motivada por preocupações historiográficas” (ARABATZIS, 2017, p. 70, tradução nossa), estando concentrada, na primeira, os maiores esforços atuais, mesmo com uma recente maior preocupação com a segunda.

Isso se dá, em especial, por um afastamento dessas discussões por parte dos historiadores da ciência, resultando, assim, em mais estudos que apenas utilizam a historiografia para avaliar e compreender as afirmações filosóficas, além de um subaproveitamento de todo o potencial historiográfico para a reflexão filosófica sobre a ciência (ARABATZIS, 2017). E onde entra Lakatos? Para alguns autores (ARABATZIS, 2017; DIMITRAKOS, 2020), foi justamente a tentativa de Lakatos de associar História e Filosofia que acabou por causar o afastamento da historiografia, ao abordar a prática dos historiadores da ciência como uma caricatura da história

²¹ Os termos que trouxemos são traduções nossas para “*historical philosophy of science*” e “*philosophical history of science*”, respectivamente.

e pôr a história apenas na posição de fornecedora de evidências para a Filosofia da Ciência, o que acabou por alienar e “[...] ofender a sensibilidade dos historiadores da ciência” (ARABATZIS, 2017, p. 70, tradução nossa), colocando a história em papel secundário e auxiliar nas análises, mostrando um possível desconhecimento dele sobre como esse campo realiza seus objetivos científicos, numa possível incompreensão do que vem a ser, de fato, a História (enquanto disciplina do saber). O próprio Kuhn, em 1970, já havia levantado essa possível crítica que retorna atualmente, pois, segundo ele, a forma como Lakatos concebe a história “[...] não é história, mas exemplos de fabricação de filosofia. Feita dessa maneira, a história não poderia, em princípio, ter o menor efeito sobre a posição filosófica anterior que a moldou exclusivamente” (KUHN, 1971, p. 143, tradução nossa).

Apesar da crítica, primeiro, precisamos ter em mente que as formulações lakatosianas da relação entre história e filosofia da ciência vieram como resposta a uma necessidade de sua época de tentar resolver um problema muito complexo para seu tempo: o problema da demarcação (DIMITRAKOS, 2020). Segundo, o próprio Arabatzis (2017) aponta que esta crítica, mesmo sendo um ponto importante, pode ser mitigada e, para isso, de modo geral, basta que (i) os filósofos da ciência se abram mais para arcabouços historiográficos, inclusive aceitando seus autores cânones e possibilitando um maior protagonismo desta área nas análises; e (ii) que os historiadores da ciência reconheçam a sua própria importância nesses estudos, e percebam a necessidade que sua área também tem de ser mais filosoficamente orientada. Ou ainda, se adaptarmos a abordagem *quasi*-empírica²² para uma prática de testes céticos mais apropriados (testes esses que podem ser fornecidos pela história da ciência), conseguiríamos que as teorias da racionalidade científica possam ser avaliadas a partir do uso da História da Ciência, mas sem perder necessariamente seu conteúdo normativo; dessa maneira, as investigações filosóficas contemporâneas podem se tornar cada vez mais sofisticadas a partir

²² Segundo Cardoso (2018), podemos entender a ciência *quase*-empírica (ou quase empírico) como sendo um sistema de caráter dedutivo em que a falsidade dos resultados afirmados conflui para todo o sistema através da regra do *modus tollens*, entretanto, neste modelo, a verdade é passível de falha. Em outras palavras, pode-se formular hipóteses passíveis ou não de serem falseadas pela experiência; porém, quando estas hipóteses não são falseadas, ainda assim não podemos afirmar que a teoria é (ou pode ser) considerada “verdadeira”, mas que, até aquele momento, é a melhor teoria. A abordagem *quase*-empírica também se embasa “[...] nas teses do falibilismo e do racionalismo. Na tese falibilista, Lakatos afirma que a Matemática é falível, no sentido de ter falseadores potenciais. Na tese racionalista, a Matemática cresce pelo método (racional e lógico) de Provas e Refutações” (CARDOSO, 2018, p. 836). A partir do *quase*-empirismo, Lakatos consegue equilibrar o status epistemológico entre a Matemática e as Ciências Naturais, “superando uma dificuldade de Popper, ao tratar do seu critério de demarcação para as Ciências Naturais” (p. 836).

“Alguns autores, como Ernest (1991), chamam de Quase Empirismo a Filosofia da Matemática de Lakatos. Com essa noção, Lakatos coloca no mesmo status epistemológico as Ciências Naturais e a Matemática, superando uma dificuldade de Popper, ao tratar do seu critério de demarcação para as Ciências Naturais.

do processo de confronto de episódios históricos específicos com os relatos em questão (DIMITRAKOS, 2020).

Porém, depois dessa longa caminhada histórico-filosófica até onde estamos, o que nos espera adiante? Quais trilhas ainda estão por ser desbravadas no aprimoramento e na (re)construção desses estudos? Algumas perspectivas já foram apontadas anteriormente, como os *Science Studies*. Mas, gostaríamos também de apontar outra possibilidade de direção. Até aqui, muito falamos sobre como os conhecimentos e práticas acerca do fazer ciência foram elaborados, mas onde estiveram/estão os valores dessa atividade humana?

Desde Popper, já encontramos uma elaboração que buscava relacionar a atividade científica com o campo da ética, questionando uma suposta neutralidade moral da ciência defendida naquele momento (SGANZERLA; OLIVEIRA, 2012). Nesse contexto, Popper defende então a “responsabilidade moral do cientista”, na qual todo conhecimento científico parte de um contexto moral influenciado pelo cientista que elabora esse conhecimento; assim, não só os artefatos tecnológicos advindos da aplicação desses conhecimentos devem ser entendidos a partir de uma ótica moral (POPPER, 1999). Em outras palavras, ele não estabelece relação entre a importância das análises éticas e os conhecimentos puros da tecnologia, já que, em sua visão, a atividade científica, em todos os seus momentos, está impregnada dos valores morais dos cientistas envolvidos, pois,

Em qualquer campo do saber, mesmo naqueles domínios mais remotos em relação a uma aplicação direta do conhecimento, o pesquisador não consegue escapar ou subtrair-se da esfera moral. Sua atitude diante do próprio conhecimento e do fazer científico já denotam um certo horizonte moral, sustentado numa determinada base ética (SGANZERLA; OLIVEIRA, 2012, p. 343).

Outras relações entre ciência e valores surgem posteriormente, como em Kuhn, ao questionar como as escolhas e determinações teóricas são realizadas na ciência, pois, para ele, os valores agem como influências nas escolhas científicas, uma abordagem diferente da de critérios e regras determinantes (BEZERRA, 2012). Segundo o autor estadunidense, mesmo com toda a ambiguidade característica dos valores, estes podem nos indicar uma série de elementos como “[...] o que cada cientista deve considerar ao chegar a uma decisão, o que ele pode ou não considerar relevante e o que ele pode legitimamente ser obrigado a relatar como base para a escolha que fez” (KUHN, 1977, p. 331, tradução nossa). Embora ele não explicita como ocorreria, de fato, a influência dos valores sobre as escolhas teóricas (BEZERRA, 2012), suas instigações já possibilitam a ampliação de caminhos a serem discutidos nos estudos da área.

A partir de Kuhn, inaugura-se, como já discutido antes, uma nova perspectiva de se pensar a ciência; uma perspectiva cujos elementos histórico-sociológicos fazem-se não só presentes, mas assumem uma posição central nas análises. Mas, como isso se relaciona com a dimensão dos valores? Se afirmações científicas, vistas como embasadas nos fatos e tendo nisso a sua veracidade, passam a ser vistas como resultados também das influências sócio-históricas, aquilo que é factual e o que é interpretativo passam a ocorrer ao mesmo tempo; um processo de certo modo retroalimentar em que “[...] as conclusões moldam as descrições dos fatos e as descrições dos fatos moldam as conclusões deles extraídas” (LOPES, 2014, p. 12). E qual seria um dos principais determinantes das influências sócio-históricas? A nosso ver, os valores. Mesmo na obra lakatosiana, não percebemos um tensionamento de discussões que tragam, de forma explícita e direta, essa relação entre valores e ciência, sendo esse, talvez, um dos pontos em que precisamos avançar na perspectiva de Filosofia da Ciência abordada por esse autor.

Mais contemporaneamente, outro autor que trabalha intensamente nessa interlocução – ciência e valores – é o filósofo da ciência australiano, residente nos EUA, Hugh Lacey. Para ele, os valores sociais podem influenciar tanto no processo de adoção de estratégias ou regras metodológicas quanto na aplicação do conhecimento científico; porém, não este grupo de valores – os sociais – não devem impactar o processo epistemológico de aceitação ou não de teorias, processo esse no qual somente valores cognitivos e os dados empíricos devem ter protagonismo (LACEY, 2003). Mas qual a diferença entre esses dois grupos de valores? Neste mesmo trabalho (LACEY, 2003), o autor busca esmiuçar essas diferenças de modo detalhado e relacionando-as com os meandros da atividade científica, porém, de forma geral, nas palavras do autor

os valores cognitivos são características que as teorias e hipóteses científicas devem ter para o fim de expressar bem o entendimento – ou, como afirma Laudan, eles são atributos que “representam as propriedades de teorias que supomos serem constitutivas de uma ‘boa’ teoria” (Laudan, 1984, p. xii) – enquanto os valores sociais designam as características julgadas constitutivas de uma “boa” sociedade (LACEY, 2003, p. 121).

Em sua obra “*Is science value free?*”, o referido autor parte de uma crítica às três teses da ideia de ciência livre de valores, nas quais a ciência seria (ou deveria ser): (i) imparcial, sendo o processo de escolha e avaliação de teorias conduzido apenas por valores cognitivos; (ii) neutra, logo, as consequências das teorias escolhidas (como os conhecimentos gerados e as tecnologias produzidas) seriam aplicáveis e viáveis em qualquer contexto; e (iii) autônoma, pois a atividade científica não responderia, nem dependeria institucionalmente de grupos sociais

específicos, e estaria preocupada apenas com a produção do conhecimento de forma imparcial e neutra. Apesar de defender a necessidade de a ciência ocorrer de forma imparcial durante suas avaliações e escolhas teóricas, (justificando, inclusive, o próprio objetivo central da ciência), Lacey coloca que a falta de autonomia da ciência na sociedade, visto que ela se dá em grande parte pelos incentivos e interesses de grupos, acaba também impedindo o ideal de neutralidade de se concretizar (LACEY, 1999).

Outro ponto a ser pensado é que a ciência moderna hegemonizou uma forma de ciência aceita (quase que) exclusivamente se for passível de ser exprimida em teorias racionalmente aceitáveis, colocando essa ordem de modo implícito aos fenômenos (LACEY, 2009). Essa perspectiva é positiva se pensarmos nos avanços tecnocientíficos obtidos em diversas áreas do conhecimento; porém ela também modificou a forma como os seres humanos interagem, vivem e refletem sobre o mundo. Ou seja, as metodologias utilizadas por essa ciência desconsideram (ou intencionam desconsiderar) todas as forças sociopolíticas e econômicas que as influenciam, sendo, então, chamadas por Lacey (2009, p. 683) de “metodologias descontextualizadas”, que “[...] implicam a desconexão dos objetos investigados de seu lugar no mundo dos valores e da experiência humana” (p. 687). Um dos motivos para o estabelecimento dessa hegemonia metodológica está no fato de que muito do incentivo e do investimento na pesquisa vem justamente de grupos políticos e econômicos que têm interesse que seus valores e posições estejam encarnados nessa produção (LACEY, 2009).

Contudo, como sabemos, a prática científica é realizada por pessoas e as ações realizadas por esses agentes humanos são compreendidas através de seus estados intencionais, como suas deliberações, seus desejos, percepções e, principalmente, seus valores (LACEY, 2009). Logo, os objetos/artefatos e conhecimentos produzidos pela tecnociência acabam por refletir diretamente os interesses dos seres humanos (e, em especial, das instituições e esferas das quais eles participam).

Assim, dada a busca pela viabilidade dos ideais da ciência moderna, mas levando em consideração que não podemos negar a influência na prática científica dos contextos e elementos extra-científicos, questionamos: é possível que esses conhecimentos e artefatos, que reproduzem interesses e valores humanos específicos, sejam construídos e analisados a partir de abordagens que abarquem esses elementos extra-científicos? Não nos delongaremos na tentativa de responder essa pergunta, mas apresentaremos uma possibilidade elaborada pelo próprio Lacey e que consideramos frutífera para o debate, em especial como base para investigações vindouras. Mas, já adiantamos que não é por meio das metodologias descontextualizadas que poderemos responder satisfatória e adequadamente essa questão.

Um dos passos está, então, no posicionamento dos cientistas frente a essa situação. Estes devem tomar para si a responsabilidade de realizar uma investigação científica de modo imparcial e aqui ressaltamos que uma investigação imparcial não é aquela que exclui/desconsidera os valores sociais e éticos, mas, sim, aquela que insere apropriadamente toda a variedade de valores que são relevantes nos processos de tomadas de decisão, visando a democracia (LACEY, 2011). Compreendida e praticada essa responsabilidade, os cientistas podem então procurar estratégias para articular valores epistêmicos e não-epistêmicos com a atividade científica, viabilizando, assim, um ideal de ciência moderna (neutra, imparcial e autônoma) que seja também abrangente e considere, em sua estrutura, os elementos extra-científicos²³. Em seu texto sobre linhas epistemológicas contemporâneas, Tesser (1995, p. 98) afirma que, ao considerarmos elementos sociais na ciência,

Não se trata de negar a especificidade da Ciência, a sua dimensão social no desenvolvimento do progresso, trata-se de mostrar que ela não constitui um mundo à parte, neutro, desinteressado, mas de mostrar que todo conhecimento é portador de interesses, e de que a racionalização científica moderna é instrumental e coisificante. Portanto, a Ciência e a Técnica são hoje instrumentos ideológicos de poder, manipulação e legitimação da sociedade dominante. A Epistemologia exerce seu papel de reflexão e crítica quando ela tenta mostrar aos cientistas suas filosofias implícitas nas Ciências, quando ela submete a Ciência a um estudo crítico, pois a Ciência utilizada sem consciência torna-se a ruína da alma.

Assim, os estudos de H. Lacey abriram caminhos para diversas possibilidades de pensar, fazer e analisar a ciência, todas em uma abordagem epistemológica mais engajada aos problemas reais que as sociedades enfrentam (OLIVEIRA, 1999), a partir de um pluralismo estratégico/metodológico (REIS, 2019), e preocupada com a relação entre ciência e valores (LOPES, 2014).

8 UMA PRÓXIMA PARADA: INTERLOCUÇÕES ENTRE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Uma área do conhecimento que vem continuamente crescendo em esforços para agregar os estudos em História, e Filosofia e Sociologia da Ciência é a Educação em Ciências. Tendo o conhecimento científico com um dos seus pilares centrais, as compreensões acerca da ciência acabam por ser fator determinante também nos conhecimentos e práticas desenvolvidos nas

²³Aprofundando-se nos estudos sobre o tema, Lacey, em parceria com Pablo Mariconda, propõe o modelo da interação entre a ciência e os valores (M-CV), “[...] que trata das várias funções desempenhadas pelos valores – éticos, sociais, políticos, cognitivos (epistêmicos), religiosos etc. – nas atividades científicas, e do seu impacto na viabilidade dos ideais da tradição da ciência moderna” (LACEY; MARICONDA, 2014, p. 644). Para maior compreensão do modelo, sugerimos consultar a obra citada.

atividades de Ensino de Ciências. Logo, todas essas discussões que trilhamos até este ponto do texto (e muitas outras que não entraram aqui) impactam diretamente o ensino.

Eventos como a *First International Conference on History and Philosophy of Science and Science Teaching* (Universidade da Flórida, em 1989) e o lançamento da *Science & Education: Contributions from History, Philosophy and Sociology of Science and Mathematics* em 1992 (periódico que fomentava e ainda fomenta publicações voltadas à inserção de abordagens filosóficas, históricas e sociológicas no ensino de ciências e matemática), além da publicação de documentos oficiais e textos de sociedades organizadas de países como EUA, Reino Unido e Brasil, que reforçavam essa perspectiva sobre o educar em ciências, foram decisivos para o estabelecimento desse campo de estudos (PRESTES; CALDEIRA, 2009). Mais recentemente, a comunidade de pesquisadores de Educação em Ciências se voltou com mais afinco para discussões acerca das visões de ciência que promovemos e conceitos-chave relacionados, como o de “natureza da ciência” (BAGDONAS, 2020).

Desde então, o uso dos estudos em História, Filosofia e Sociologia da Ciência como referenciais para a Educação em Ciências tem sido visto como elemento de grande potencial, por exemplo, o uso das ideias lakatosianas.

Zimmermann e Bertani (2003) sugerem uma analogia entre a estrutura dos PPC de Lakatos e os modelos educativos, em que um programa vigente tem, nas práticas docentes tradicionais, o seu núcleo rígido, protegido por um cinturão, que propõe uma heurística na qual ensinar é a transmissão de conteúdos a serem recebidos pelos estudantes, que reproduzirão e memorizarão essas informações. Enquanto isso, um programa concorrente tem, em seu núcleo, a defesa por uma formação crítica e reflexiva e, para que esse programa progrida, uma de suas heurísticas está na concepção de uma nova identidade docente em que o professor coopere junto aos estudantes no processo formativo.

Em uma outra abordagem desse uso da HFC no ensino, Arthury e Peduzzi (2013) discutem as potencialidades que o aprendizado das ideias lakatosianas apresenta para uma educação em ciências com visões mais apropriadas de como a ciência funciona, já que a MPPC de Lakatos possibilita a discussão de episódios históricos em uma abordagem epistemológica mais interessante para a compreensão das atividades científicas. Ainda nessa interlocução entre Lakatos e Ensino de Ciências, Guimarães *et al.* (2008) apontam como a estrutura lakatosiana pode ser utilizada para avaliarmos epistemologicamente a cientificidade de conhecimentos que ensinamos (ou que seria interessante ensinarmos) em sala de aula, a partir de evidências do progresso teórico e empírico de teorias, como a Teoria Gaia.

Porém, na busca por implementar as intersecções de História, e Filosofia e Sociologia das Ciências com o Ensino de Ciências, enfrentamos certas dificuldades. Por isso, precisamos pensar em certos princípios ou diretrizes que nos indiquem possíveis direções a seguir nesse caminho. A seguir, indicamos de forma breve algumas ideias que podem futuramente nos ajudar nesse processo:

- ✓ Reelaborar aspectos da cultura didática docente, refletindo suas crenças, habilidades e atitudes frente às teorias e aos fundamentos que orientam suas práticas no contexto do Ensino de Ciências (VITAL; GUERRA, 2014);
- ✓ Promover uma educação que possibilite aos cidadãos a compreensão da divulgação científica sob um olhar reflexivo e crítico, de modo a combater posturas que não diferenciam charlatanismo, opinião pessoal e pseudociências das afirmações trazidas pela ciência (BAGDONAS, 2020);
- ✓ Formar docentes com bases mínimas em História, Filosofia e Sociologia da Ciência, tanto na formação inicial quanto na continuada (PEREIRA; GURGEL, 2020);
- ✓ Articular o ensino de ciências com outros estudos, como os de linguagem e discurso, divulgação e popularização da ciência, argumentação e identificação cultural (MOURA; GUERRA, 2016);
- ✓ Incentivar momentos de ensino explícito e contextualizado de temas como natureza da ciência, visão humanizada e sócio-histórica dos cientistas, processos de criação e avaliação de teorias científicas, e ética sem subjugar os conteúdos escolares já esperados nos currículos (ARTHURY; PEDUZZI, 2013; BAGDONAS, 2020; PEREIRA; GURGEL, 2020).

9 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES DESSA TRILHA

No caminhar da história da Filosofia da Ciência, uma discussão sempre latente e central é a determinação das fronteiras que demarcariam o que se considera ciência daquilo que não se considera ciência. De Popper aos *Science Studies*, da “morte” à continuidade dessa discussão, de perspectivas monistas a pluralistas, muitas são as vertentes, abordagens e tentativas de fazer esse debate caminhar ou estagnar.

Dentre tantos caminhos e descaminhos, está Imre Lakatos e a sua proposição da Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica que, para além de ter visado traçar a demarcação das disciplinas científicas das não-científicas, estava preocupado em contribuir apresentando uma estratégia que possibilitasse compreender como a ciência se (re)constrói e ainda reafirmar a importância dos entrelaçamentos entre a História e a Filosofia da Ciência.

Mas e agora? Para onde seguir? Pensando nessa pergunta, vemos a necessidade de algumas reformulações e revisitações nas contribuições lakatosianas, além de pensarmos em como ampliar a visão de ciência ali concebida. Para essa ampliação, há, a nosso ver, a necessidade de pensar sobre como os valores epistêmicos e não-epistêmicos influenciam as concepções, na teoria e na prática, a Ciência e Tecnologia, inclusive, com as elaborações de Hugh Lacey enquanto uma possibilidade viável de compreendermos a tecnociência de modo mais apropriado aos contextos sócio-históricos, como talvez já apontavam, de um modo embrionário, epistemólogos precursores, como Thomas Kuhn e o próprio Lakatos.

Dessa maneira, como forma de finalizar este texto, deixamos aqui possibilidades para refletirmos e encaminharmos pesquisas futuras. Pensando na educação em ciências, postulados como o de Lacey de distinção entre estratégias descontextualizadoras e estratégias sensíveis ao contexto destacam que a ciência moderna tem privilegiado as primeiras e que precisamos fortalecer pesquisas guiadas por estratégias sensíveis ao contexto. E o ensino em Ciências, também não estaria privilegiando estratégias também descontextualizadas? Ou ainda, que implicações tem para a educação em ciências, enquanto como campo de pesquisa, as proposições de Lakatos e Lacey?

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, P. C. **Método e ciência: uma abordagem filosófica**. 2. ed. Belo Horizonte: Fino Traço, 2020.
- ACHINSTEIN, P. O problema da demarcação. Tradução Paulo Sousa. *In*: CRAIG, E. (Org.). **Routledge Encyclopedia of Philosophy**. Londres: Routledge, [1998]2004. Disponível em: https://criticanarede.com/cien_demarcacao.html. Acesso em: 09 out. 2020.
- ALBIERI, S.; TONIOL, A. P. N. Razão ou revolução: resgatando o debate Popper-Kuhn na História da Ciência. **Khronos – Revista de História da Ciência**, n. 6, p. 100-112, dez. 2018.
- ALMEIDA, V. H. S. de. **O problema da Demarcação como Problema Central da Filosofia da Ciência**. 2016. 79f. Dissertação (Mestrado em História e Filosofia das Ciências) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.
- ALVES, R. **Filosofia da ciência: uma introdução ao jogo e a suas regras**. 19. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2015.
- ARABATZIS, T. What's in It for the Historian of Science? Reflections on the Value of Philosophy of Science for History of Science. **International Studies in the Philosophy of Science**, v. 31, n. 1, p. 69-82, 2017.

ARTHURY, L. H. M.; PEDUZZI, L. O. Q. A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos: Recepção de um texto para graduandos em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2405, 2013.

BAGDONAS, A. A favor e contra o método: a tensão entre racionalismo e anarquismo epistemológico na controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1250-1277, dez. 2020.

BAGDONAS, A. **Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre Cosmologia**. 2015. 266 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BAGHRAMIAN, M.; CARTER, J. A. Relativism. *In*: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2019. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/relativism/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

BETTIN, R. **Pluralidade de Mundos do Conhecimento em Karl Popper**. 2014. 84f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

BEZERRA, V. A. Valores e incomensurabilidade: meditações kuhnianas em chave estruturalista e laudiana. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 455-488, 2012.

BORGE, B. Verdad y leyes de la naturaleza en la metodología de los programas de investigación científica. **Signos Filosóficos**, v. 19, n. 37, p. 146-169, ene-jun 2017.

BORTOLLOTTI, L. **Introdução à Filosofia da Ciência**. Lisboa: Gradiva Publicações, 2013.

BRANQUINHO, J.; MURCHO, D.; GOMES, N. G. **Enciclopédia de Termos Lógico-Filosóficos**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

CARDOSO, V. C. Revisitando o Quase Empirismo de Imre Lakatos e refletindo sobre a Educação Matemática. **Revista Eventos Pedagógicos**, Sinop, v. 9, n. 2), p. 822-846, ago./out. 2018.

CARVALHO, R. R. **O problema da demarcação em Popper, Kuhn e Laudan**. 2017. 66f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

CAUDILL, D. S.; CONLEY, S. N.; GORMAN, M. E.; WEINEL, M. (Ed.). **The Third Wave in Science and Technology Studies: Future Research Directions on Expertise and Experience**. London: Palgrave Macmillan, 2019.

CHALMERS, A. F. **A Fabricação da Ciência**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, [1990]1994.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, [1976]1993.

COSTA, C. F. Falseacionismo e anti-indutivismo popperianos. **Theoria** – Revista Eletrônica de Filosofia, Porto Alegre, v. 4, n. 9, p. 17-24, 2012.

COSTA, J. M. da; KIPNIS, B. O debate epistemológico na formação do pesquisador da educação: reflexões a partir de alguns epistemólogos modernos. **Educação em Perspectiva**, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan./jun. 2014.

CREATH, R. Logical Empiricism. *In*: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/logical-empiricism/>. Acesso em: 30 jan. 2020.

DIMITRAKOS, T. Reconstructing rational reconstructions: on Lakatos's account on the relation between history and philosophy of science. **European Journal for Philosophy of Science**, v 10, n. 29, p. 1-29, 2020.

DUHEN, P. **The Aim and Structure of Physical Theory**. New Jersey: Princeton University Press, [1906]1954.

DUTRA, L. H. A. **Introdução à Teoria da Ciência**. 4. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2017.

ELMAN, C.; ELMAN, M. F. How not to be Lakatos intolerant: appraising progress in IR Research. **International Studies Quarterly**, v. 46, p. 231-262, 2002.

EUGÊNIO JUNIOR, C. **O problema da indução e a falseabilidade em Karl Popper**. 2018. 57f. Monografia (Licenciatura em Filosofia) – Universidade Federal da Lavras, Lavras, 2018.

FELT, U.; FOUCHÉ, R.; MILLER, C. A.; SMITH-DOERR, L. (Eds.). **The handbook of science and technology studies**. 4. ed. Cambridge: The MIT Press, 2017.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, [1975]1977.

FULLER, S. W. **The philosophy of science and technology studies**. New York: Routledge, 2006.

FURLAN, R. Uma revisão/discussão sobre a filosofia da ciência. **Paidéia**, v. 12, n. 24, p. 125-138, 2003.

GONÇALVES, A.; SCHELLER, M. Investigações Matemáticas sob a ótica da epistemologia de Lakatos: percepções a partir de uma meta-análise. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 18, p. 1-19, e021051, 2021.

GUIMARÃES, M. D. M. *et al.* A Teoria Gaia é um conteúdo legítimo no ensino médio de Ciências? **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 73-104, 2008.

HACKETT, E. J.; AMSTERDAMSKA, O.; LYNCH, M.; WAJCMAN, J. **The handbook of science and technology studies**. 3. ed. Cambridge: The MIT Press, 2008.

HANSSON, S. V. Science and Pseudo-science. *In*: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/pseudo-science/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

KISS, O. Heuristic, Methodology or Logic of Discovery? Lakatos on Patterns of Thinking. **Perspectives on Science**, v. 14, n. 3, p. 302-317, 2006.

KOYRÉ, A. **Metaphysics & Measurement**: Essays in Scientific Revolution. Cambridge: Harvard University Press, 1968.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, [1962]1970.

KUHN, T. S. Notes on Lakatos. *In*: BUCK, R. C.; COHEN, R. S. (Eds.). **PSA 1970**: In Memory of Rudolf Carnap Proceedings of the 1970 Biennial Meeting Philosophy of Science Association. Dordrecht: Springer Netherlands, 1971. p. 137-146.

KUHN, T. S. Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice. *In*: KUHN, T. S. **The Essential Tension**: selected studies in scientific tradition and change. Chicago: The University of Chicago Press, 1977. cap. 13, p. 320-339.

KUHN, T. S. **The Copernican Revolution**: planetary astronomy in the development of Western thought. Cambridge: Harvard University Press, 1957.

KUUKKANEN, J. M. Lakatosian Rational Reconstruction Updated. **International Studies in the Philosophy of Science**, v. 31, n. 1, p. 83-102, 2017.

LACEY, H. A imparcialidade da ciência e a responsabilidade dos cientistas. **Scientiae Studia**, v. 9, n. 3, p. 487-500, 2011.

LACEY, H. Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais? **Scientiae Studia**, v. 1, n. 2, p. 121-149, 2003.

LACEY, H. **Is science value free?** Values and scientific understanding. London: Routledge, 1999.

LACEY, H. O lugar da ciência no mundo dos valores e da experiência humana. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 681-701, 2009.

LACEY, H.; MARICONDA, P. R. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 643-668, 2014.

LAKATOS, I. (Ed.). **The Problem of Inductive Logic**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1968.

LAKATOS, I. **Historia de las ciencias y sus reconstrucciones racionales**. Madrid: Tecnos, 1987.

LAKATOS, I. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. *In*: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Cultrix, 1979. p. 109-243.

LAKATOS, I. Reply to Critics. *In*: BUCK, R. C.; COHEN, R. S. (Eds.). **PSA 1970**: In Memory of Rudolf Carnap Proceedings of the 1970 Biennial Meeting Philosophy of Science Association. Dordrecht: Springer Netherlands, 1971. p. 174-182.

LAKATOS, I. Science and pseudoscience. *In*: BROWN, S.; FAUVEL, J.; FINNEGAN, R. (eds.). **Conceptions of Inquiry**. Abingdon: Taylor & Francis, [1981]2005. p. 99-105

LAKATOS, I. **The methodology of scientific research programmes**: philosophical papers – volume 1. Cambridge: Cambridge University Press, [1978]1989.

LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Cultrix, [1970]1979.

LAUDAN, L. The demise of the demarcation problem. *In*: COHEN, R.; LAUDAN, L. **Physics, Philosophy and psychoanalysis**: Essays in Honour of Adolf Grünbaum. Dordrecht: Reidel, 1983. p. 111-127.

LAUX, E. R. T. O problema da indução: de Hume a Popper – A confiabilidade da ciência na visão de Hume e Popper, tendo por base a questão da indução. **Controvérsia**, v. 8, n. 1, p. 12-21, jan.-abr. 2012.

LIMA-TAVARES, M. de. **Gaia e Ciência**: uma análise da cientificidade da Teoria Gaia de acordo com a Metodologia dos Programas de Pesquisa de Lakatos. 2002. 194f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2002.

LOPES, B. I. **O papel dos valores na ciência**: Thomas Kuhn e Hugh Lacey. 2014. 97f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

MACHADO, S. F. R. *et al.* Gaston Bachelard e Imre Lakatos: uma convergência epistemológica fundamentada na dinamicidade da história da ciência. **Pensando** – Revista de Filosofia, v. 12, n. 25, p. 23-41, 2021.

MARKIE, P. Rationalism vs. Empiricism. *In*: **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/rationalism-empiricism/>. Acesso em: 10 ago. 2020.

MARTIN, E. C. “The Battle is on”: Lakatos, Feyerabend, and the student protests. *European Journal for Philosophy of Science*, v. 9, n. 28, p. 1-33, 2019.

MOULINES, C. U. **O desenvolvimento moderno da filosofia da ciência (1890-2000)**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia, 2020.

MOURA, C. B. de. GUERRA, A. História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 725-748, dez. 2016.

MUSGRAVE, A.; PIGDEN, C. Imre Lakatos. *In*: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2016. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/lakatos/>. Acesso em: 02 dez. 2020.

OLIVA, A. O relativismo de Kuhn é derivado da história da ciência ou é uma filosofia aplicada à ciência? **Scientiae Studia**, v. 10, n. 3, p. 561-592, 2012.

OLIVEIRA, M. B. de. A epistemologia engajada de Hugh Lacey. *In*: OLIVEIRA, M. B. de. **Da ciência cognitiva à dialética**. São Paulo: Discurso Editorial, 1999. cap. 13, p. 209-222.

OLIVEIRA, M. R. A. **O confronto entre Thomas Kuhn e Imre Lakatos sobre a Racionalidade Científica**. São Luís: EDUEMA, 2015.

PAPINEAU, D. A epistemologia da ciência. *In*: PAPINEAU, D. (org.). **The Philosophy of Science**. Oxford: Oxford University Press, 1996. p. 1-20.

PEREIRA, F. P. C.; GURGEL, I. O ensino da Natureza da Ciência como forma de resistência aos movimentos Anticiência: o realismo estrutural como contraponto ao relativismo epistêmico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1278-1319, dez. 2020.

PIGLIUCCI, M. The demarcation problem: a (belated) response to Laudan. *In*: PIGLIUCCI, M.; BOUDRY, M. (Org.). **Philosophy of Pseudoscience: reconsidering the demarcation problem**. Chicago: Chicago University Press, 2013. p. 9-28.

PIGLIUCCI, M.; BOUDRY, M. (Eds.). **Philosophy of Pseudoscience: reconsidering the demarcation problem**. Chicago: Chicago University Press, 2013.

POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Cultrix, [1934]1972.

POPPER, K. R. **Autobiografia intelectual**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, [1976]1986.

POPPER, K. R. **Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária**. São Paulo: EDUSP, [1972]1975.

POPPER, K. R. **Lógica das ciências sociais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, [1978]2004.

POPPER, K. R. **O mito do contexto: em defesa da ciência e da racionalidade**. Lisboa: Edições 70, [1994]1999.

POPPER, K. R. **O Realismo e o Objectivo da Ciência**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, [1956]1987.

POPPER, K. R. The Problem of Demarcation: *Ad hoc* Hypotheses and Auxiliary Hypotheses. The Falsifiability of Newton's Theory. *In*: SCHILPP, P. A.; POPPER, K. R. (Eds.). **The Philosophy of Karl Popper**. La Salle: Open Court, 1974. v. 2, p. 986.

PRESTES, M. E. B.; CALDEIRA, A. M. A. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009.

PUTNAM, H. The 'Corroboration' of Theories. *In*: SCHILPP, P. A.; POPPER, K. R. (Eds.). **The Philosophy of Karl Popper**. La Salle: Open Court, 1974. v. 1, p. 221-240.

QUINE, W. V. O. Two dogmas of empiricism. *In*: QUINE, W. V. O. **From a logical point of view**. 2. ed. New York: Harper Torchbooks, 1961. p. 20-46.

QUINTON, A. Analytical Philosophy. *In*: **Oxford Companion to Philosophy**. Oxford: Oxford University Press, 1995. p. 666-670.

REIS, C. R. M. dos. **Ciência e Valores: em defesa de um pluralismo sensível ao contexto**. 2019. 73f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

RUFATTO, C. A.; CARNEIRO, M. C. A concepção de ciência de Popper e o ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 269-289, 2009.

SANTOS, P. Relativismo. *In*: ALMEIDA, A. **Dicionário escolar de filosofia**. (On-line). Crítica na Rede, 2016. Disponível em: <https://criticanarede.com/r.html>. Acesso em: 10 ago. 2020.

SGANZERLA, A.; OLIVEIRA, P. E. de. Da relação entre ética e ciência: uma análise a partir da epistemologia de Karl Popper. **Princípios – Revista de Filosofia**, Natal, v. 19, n. 31, p. 327-349, Jan./Jun. 2012.

SHIBARSHINA, S. V. On some Conceptual Background of Imre Lakatos' Thought. **Epistemology & Philosophy of Science**, v. 55, n. 3, p. 52-56, 2018.

SHINN, T.; RAGOUET, P. **Controvérsias sobre a ciência: por uma sociologia transversalista da atividade científica**. São Paulo: Associação Filosófica Scientia Studia: Editora 34, 2008.

SILVA, R. O. Origens do science studies: política e interdisciplinaridade na constituição do movimento. **Revista Conhecimento & Diversidade**, Niterói, n. 3, p. 10-18, jan./jun 2010.

SILVEIRA, F. L. da. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 197-218, dez. 1996a.

SILVEIRA, F. L. da. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, dez. 1996b.

SISMONDO, S. **An introduction to Science and Technology Studies**. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell Publishing, 2009.

SWOYER, C. Relativism. *In*: **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2015. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/relativism/>. Acesso em: 10 ago. 2020.

TEIXEIRA, C. Racionalismo. *In*: ALMEIDA, A. **Dicionário escolar de filosofia**. (On-line). Crítica na Rede, 2016. Disponível em: <https://criticanarede.com/r.html>. Acesso em: 10 ago. 2020.

TESSER, G. J. Principais linhas epistemológicas contemporâneas. **Educar**, Curitiba, n. 10, p. 91-98, 1995.

THORNTON, S. Karl Popper. *In*: **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2019. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/popper/>. Acesso em: 06 fev. 2020.

UEBEL, T. “Logical Positivism” – “Logical Empiricism”: What’s in a Name? **Perspectives of Science**, v. 2, n. 1, p. 58-99, 2013.

UEBEL, T. Vienna Circle. *In*: **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2021. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/vienna-circle/>. Acesso em 06 abr. 2022.

VALLE, B.; OLIVEIRA, P. E. de. **Introdução ao pensamento de Imre Lakatos e Thomas Kuhn**. Curitiba: Champagnat, 2012.

VIDEIRA, A. A. P. A filosofia da ciência sob o signo dos *Science Studies*. **Abstracta – Linguagem, Mente e Ação**, v. 2, n. 1, p. 70-83, 2005.

VITAL, A.; GUERRA, A. A natureza da ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 225-257, ago. 2014.

YOUNAS, A. Examining progression and degeneration of nursing science using Imre Lakatos's methodology of scientific research programs. **Nursing Philosophy**, e12342, p. 1-9, 2020.

ZABOTTI, K.; LEITE, R. F.; JUSTINA, L. A. D. Epistemologia de Lakatos e as proposições atuais da evolução biológica. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 6, p. 1085-1097, 2021.

ZIMMERMANN, E.; BERTANI, J. A. Um novo olhar sobre os cursos de formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 43-62, abr. 2003.

ARTIGO-CAPÍTULO 2

EDUCAÇÃO CTSA: UMA ANÁLISE DO CAMPO A PARTIR DAS CONTRIBUIÇÕES DE LAKATOS E LACEY

Grégory Alves Dionor

RESUMO:

A área que busca relacionar os campos História, Filosofia e Sociologia da Ciência com a Educação em Ciências vem ganhando cada vez mais espaço no âmbito da pesquisa e da prática, necessitando cada vez mais de avanços teóricos, práticos e valorativos. Uma possibilidade educacional que, a nosso ver, viabiliza essa interlocução das concepções epistemológicas com a Educação em Ciências é por meio da Educação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Assim, este trabalho visa analisar, por meio de revisão integrativa da literatura, como publicações do campo da pesquisa em Educação CTSA apresentam contribuições epistemológicas de Imre Lakatos e Hugh Lacey em seus fundamentos. Muitos poderiam ser os focos de análise e aqui consideramos os estudos de Lakatos e Lacey por considerarmos que tais teóricos possibilitam uma análise epistemológica acerca dos fundamentos do campo da pesquisa em Educação CTSA. Após uma seleção criteriosa nas bases de dados, selecionamos um total de 30 trabalhos que discutem os fundamentos da Educação CTSA enquanto campo de pesquisa e prática, formando, assim, o *corpus* da pesquisa. A partir das análises feitas, pudemos perceber que as publicações do campo da pesquisa em Educação CTSA apresentam, em maior ou menor alinhamento, contribuições epistemológicas de Imre Lakatos e Hugh Lacey em seus fundamentos, principalmente a visão de ciência estruturada e parte de um todo e o incentivo à participação pública nas decisões e regulamentações da ciência.

Palavras-chave: Educação em Ciências; História e Filosofia das Ciências; Revisão Integrativa da Literatura; Análise de conteúdo.

1 INTRODUÇÃO

“Meu filho nunca tomou vacina e está ótimo”, “Mas a evolução é só uma teoria”, “Essa vacina vai alterar o DNA humano”, “Esse ano fez tanto frio e ainda dizem que existe aquecimento global”, “A Terra não é redonda, ela é plana”, “Tem um *chip* de inteligência artificial na vacina”, “Se a evolução é verdadeira, por que não vemos mais macacos virando homens?”. Essas e tantas outras frases, que há alguns anos poderiam ser motivo de chacota, se ditas em público, agora estão, a cada dia, mais e mais presentes nas ruas, redes sociais, sites e até dentro das casas de muitas pessoas; e assim como adentram os lares de milhares que assumem essas afirmações como verdadeiras, elas também acabam chegando nas nossas salas de aula.

Os movimentos negacionistas que atacam a ciência não são um elemento novo. Bernard

Dixon, em sua obra de 1973, intitulada “*What Is Science For?*” (em tradução: Para que serve a Ciência?), já abordava a temática do negacionismo científico. Em período um pouco mais recente, em 1996, Hilton Japiassu, em “A Crise da Razão e do Saber Objetivo: as Ondas do Irracional”, retoma essa discussão frente a uma nova emergência do negacionismo científico.

Ao nos questionarmos como pode a ciência, que por muito tempo foi tida como uma das instituições sociais mais sólidas, confiáveis e de imagem ilibada, agora ser alvo das *fake news* de movimentos negacionistas, temos que pensar em como essa própria relação entre ciência e sociedade foi construída e mobilizada. Não estariam as próprias críticas sobre a visão que elaboramos de ciência servindo como plataforma para que os discursos negacionistas cresçam dentro e fora das escolas? Há quase 20 anos, Bruno Latour colocou que

Nesse caso, o perigo não estaria mais vindo de uma confiança excessiva em argumentos ideológicos postulados como questões de fato - como aprendemos a combater tão eficientemente no passado -, mas de uma *desconfiança* excessiva em boas questões de fato disfarçadas de preconceitos ideológicos ruins! Enquanto passamos anos tentando detectar os preconceitos reais ocultos por trás da aparência de declarações objetivas, temos agora de revelar os fatos reais objetivos e incontestáveis ocultos por trás da *ilusão* de preconceitos? Programas de pós-graduação inteiros ainda estão funcionando para garantir que as boas crianças americanas aprendam da maneira mais difícil que os fatos são inventados, que não existe acesso natural, não mediado e imparcial à verdade, que somos sempre prisioneiros da linguagem, que sempre falamos de um ponto de vista particular, e assim por diante, enquanto extremistas perigosos estão usando o mesmo argumento da construção social para destruir evidências duramente conquistadas que poderiam salvar nossas vidas (LATOUR, 2004, p. 227, tradução nossa, grifos do autor).

Uma formação científica ou ainda uma formação para o Ensino de Ciências não assegura que as imagens de ciência difundidas dentro dos meios acadêmicos ou das salas de aula sejam as mais coerentes com as construídas dentro da prática científica e das discussões epistemológicas (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

É notável que o terraplanismo, o movimento antivacinas e tantas outras visões anticientíficas, assim como a atual constante desvalorização e injúria imposta às universidades públicas vêm crescendo de forma organizada/capitaneada por grupos e instituições que têm as *fakenews* e a pós-verdade como armas principais, influenciando inclusive pleitos eleitorais, como no Brasil e nos EUA (BAGDONAS, 2020). Assim, “[...] não podemos mais acreditar somente em autoridades como fonte de legitimação, pois está claro que indivíduos, partidos políticos e grupos coletivos têm seus interesses específicos” (BAGDONAS, 2020, p. 1253).

Entretanto, faz-se extremamente necessário mantermos e fortalecermos os debates que caminham em direção a visões cada vez mais adequadas do empreendimento científico, pois então seremos capazes não só de entender o que está por detrás dessa propagação de ideais do “[...] negacionismo científico, assim como de diferenciar a desconfiança dos negacionistas

sobre as evidências factuais, das dúvidas e indagações sobre os processos e os fatos inerentes ao trabalho científico” (VILELA; SELLES, 2020, p. 1730), mas de aprimorar o trabalho na educação em ciências realizada em nossas escolas.

Entender esses processos de construção e validação do conhecimento científico é a ocupação da “Filosofia da Ciência”, mais especificamente da “epistemologia”, a área da filosofia que, dessa forma, está vinculada aos debates sobre natureza, evolução e funcionamento da ciência (DUTRA, 2017; PAPINEAU, 1996). Porém, atualmente, sabemos que apenas a Filosofia da Ciência, por si só, não é suficiente para compreendermos toda a dimensão e a complexidade envolvidas, havendo a necessidade da colaboração de outros campos, como da História da Ciência e da Sociologia da Ciência, e de até outros ramos da própria filosofia, como a ética (MOULINES, 2020; SGANZERLA; OLIVEIRA, 2012).

Um dos principais autores que buscou contribuir para essa ampliação da compreensão de como a ciência funciona foi o húngaro, físico, filósofo da ciência e da matemática, Imre Lakatos (1922-1974). Ele elabora seus estudos em torno de contribuições que buscavam não só aperfeiçoar o falseacionismo²⁴ popperiano com base nas críticas realizadas por Thomas Kuhn, como também trazer uma visão histórica crítica mais forte dentro da compreensão de ciência, sem procurar definir regras metodológicas sobre a prática científica corrente, mas que auxiliasse em análises de caráter historiográfico (LAKATOS, 1971).

Para além de defender a importância da história nos estudos epistemológicos, Lakatos traz também a relevância de vermos as discussões da epistemologia com um olhar político sobre as mesmas, pois, para ele, compreender a ciência não é apenas “[...] um mero ponto técnico da epistemologia. Refere-se aos nossos valores intelectuais centrais, e tem implicações [...] até para a filosofia moral e política” (LAKATOS, 1989, p. 9, tradução nossa). Logo, estabelecer a cientificidade de uma teoria somente por critérios internos à ciência é uma visão ingênua e descontextualizada da ciência, enquanto que delimitações apenas por critérios exteriores fazem com que a verdade de uma teoria (em especial nas Ciências Sociais) poderia estar sujeitada aos interesses de grupos sociais poderosos e, dessa maneira, a “verdade reside no poder” (LAKATOS, 1989, p. 10, tradução nossa); dessa forma a cientificidade torna-se, assim, um mero instrumento de manutenção de relações de poder.

Apesar de propor um construto de definição de ciência tido como mono-criterial – a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica (ver artigo-capítulo 1), os estudos de Lakatos acabaram por contribuir, mesmo que indiretamente, para a ideia de que perspectivas

²⁴ Em algumas traduções, são usados os termos ‘falsificabilidade’ e ‘falsificacionismo’.

multi-criteriais e elementos analíticos que extrapolem a seara da Filosofia da Ciência se fazem fortemente necessários, já que compreender “o que é a ciência?” e tantas outras questões que circulam a epistemologia não podem ser respondidas em um espaço particular desse campo (VIDEIRA, 2005).

Entretanto, Lakatos, apesar de valorizar as análises de conhecimentos teóricos e as práticas utilizadas e frutos do trabalho científico, acaba por não considerar a importância de discutirmos os valores imbuídos no pensar e fazer ciência. Em Karl Popper já é possível percebermos vínculos da epistemologia com outras divisões da filosofia como a ética, visto que ele questionava uma alegada neutralidade moral da ciência, indo contra o que era defendido em seu tempo (SGANZERLA; OLIVEIRA, 2012). Assim, Popper traz a “responsabilidade moral do cientista”, em que o contexto moral do qual o cientista advém acaba sendo um ponto de partida para todo conhecimento científico (POPPER, 1999). Isso porque, como colocado por Sganzerla e Oliveira (2012, p. 343):

Em qualquer campo do saber, mesmo naqueles domínios mais remotos em relação a uma aplicação direta do conhecimento, o pesquisador não consegue escapar ou subtrair-se da esfera moral. Sua atitude diante do próprio conhecimento e do fazer científico já denotam um certo horizonte moral, sustentado numa determinada base ética.

Também para Kuhn, as escolhas científicas são diretamente influenciadas pelos valores dos cientistas, por isso, devemos questionar e avaliar mais atentamente as escolhas e determinações teóricas realizadas (KUHN, 1977). Dessa forma, apesar de não citar explicitamente como se dá essa influência dos valores na ciência, o autor estadunidense fomenta uma visão mais abrangente nas possibilidades de repensarmos a própria ciência (BEZERRA, 2012).

A partir de Lakatos e Kuhn, encontramos mais destaque às influências sócio-históricas nas definições da ciência, e um dos elementos mais determinantes das questões sócio-históricas são justamente os valores. Dessa forma, aumenta-se a importância dos valores para a compreensão do empreendimento científico (LOPES, 2014). Apesar disso, as contribuições lakatosianas não avançam nesse ponto, assim, a relação entre ciência e valores talvez seja então um dos principais pontos não abordados da obra desse autor. Porém, é importante ressaltarmos que não estamos apontando isto enquanto uma limitação ou desqualificação da obra de Imre Lakatos, mas, indicando essa ausência como um possível tema que o autor, em seu tempo, não aderiu à sua agenda de pesquisa, mas que, hoje, vemos como necessário tensionarmos.

Avançando um pouco mais nessa discussão, cronologicamente e teoricamente, um dos autores que vem contribuindo fortemente para esse tópico – ciência e valores – é o filósofo da

ciência australiano Hugh Lacey. Um dos pontos centrais de sua obra se dá ao realizar a crítica à ideia de ciência livre de valores, ideia essa que se baseia na concepção de que a ciência seria (ou deveria ser): (i) imparcial, sendo o processo de escolha e avaliação de teorias conduzido apenas por valores cognitivos; (ii) neutra, logo as consequências das teorias escolhidas (como os conhecimentos gerados e as tecnologias produzidas) seriam aplicáveis e viáveis em qualquer contexto; e (iii) autônoma, pois a atividade científica não responderia, nem dependeria institucionalmente de grupos sociais específicos e estaria preocupada apenas com a produção do conhecimento de forma imparcial e neutra.

Criticando essas ideias, Lacey afirma que, em nossa sociedade, devido à dependência da ciência em relação a incentivos e financiamentos, geralmente atrelados aos interesses de certos grupos, não há como ser possível termos uma ciência autônoma e imparcial, ainda que ele mesmo defenda a necessidade da ciência ocorrer de forma imparcial durante suas avaliações e escolhas teóricas, (justificando, inclusive, o próprio objetivo central da ciência) (LACEY, 1999).

Outro ponto levantado por Lacey é sobre o que ele chama de “metodologias descontextualizadas” (LACEY, 2009, p. 683). Esse termo refere-se às construções teórico-metodológicas científicas que atingiram uma certa hegemonia na qual as metodologias utilizadas nas práticas científicas visam desconsiderar todas as forças sociopolíticas e econômicas que as influenciam, de forma que elas “[...] implicam a desconexão dos objetos investigados de seu lugar no mundo dos valores e da experiência humana” (p. 687). Como grande parte do incentivo e investimento na pesquisa vem de grupos políticos e econômicos que têm interesse que seus valores e posições estejam embutidos nas produções tecnocientíficas e seus artefatos, essa desconexão acaba sendo uma das principais razões para o estabelecimento dessa hegemonia metodológica (LACEY, 2009).

A escolha por esses dois autores da filosofia da ciência como pilares da nossa análise não se deu de forma arbitrária. Tal decisão buscou abarcar teóricos que, partindo de uma similaridade, complementam-se em suas diferenças. Tanto Imre Lakatos quanto Hugh Lacey partem de uma perspectiva da ciência pós-positivista, em que seus estudos trazem relações com a superação do positivismo lógico. Entretanto, enquanto Lakatos se localiza em um tempo-espaço mais próximo dos positivistas lógicos, Lacey está em um momento mais distante das perspectivas dos positivistas. Outra distância entre esses filósofos está na abordagem de compreensão da ciência, pois, ao passo que Lakatos parte de uma perspectiva epistemológica mais internalista, ligada a fatores internos para explicar o desenvolvimento da ciência relacionada aos fatos (se aproximando da própria epistemologia em si), Lacey defende um

entendimento da ciência que relaciona mais explicitamente fatores internos e externos (fatores sociais e tecnológicos), bem como mais ligada aos valores, (conectando-se, assim, à ética e a uma visão social da ciência).

Entretanto, as contribuições de Lakatos e Lacey não se restringem apenas às discussões da epistemologia; elas acabam por alcançar também um outro campo atravessado pela ciência: a Educação em Ciências. Isso ocorre, pois, a área que busca relacionar os campos da História, da Filosofia e da Sociologia da Ciência – HFSC – com a Educação em Ciências vêm ganhando cada vez mais espaço no âmbito da pesquisa e da prática, necessitando cada vez mais de avanços teóricos, práticos e valorativos (GATTI; NARDI, 2016; MATTHEWS, 2014, 2015, 2018; PRESTES; SILVA, 2018).

Nesse sentido, as questões epistemológicas, no contexto escolar, consistem

[...] em ensinar aos alunos a pensar criticamente, ir além das interpretações literárias e dos modos fragmentados de raciocínio. Aprender não apenas a compreender, mas ter acima de tudo a capacidade e competência de problematizar dialeticamente a teoria e a práxis educacional. Os alunos deverão aprender uma Epistemologia que lhes permita a busca de elementos de diferentes áreas do conhecimento, e de engajar-se em novos tipos de questionamentos de formulação de problemas apropriados para a transformação da realidade educacional (TESSER, 1995, p. 97).

Ensinar questões tidas como controversas na ciência é essencial para a formação de cidadãos que compreendam os limites das autoridades científicas, mas cientes das potencialidades e utilidades do conhecimento científico; capazes de avaliar de forma crítica as afirmações (consideradas) adequadas, segundo certos especialistas e estudos sobre o que precisamos e queremos para o futuro da sociedade (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2014).

Desde a crise do positivismo lógico, passando pela consolidação da filosofia da ciência clássica do século XX, e a fase historicista (MOULINES, 2020), muitas discussões epistemológicas avançaram; concomitantemente, diversas mudanças nas teorias e práticas no ensino de Ciências e Matemática também estavam acontecendo, em especial, começou-se a questionar as influências da filosofia positivista sobre o ensino de ciências (VILLANI, 2001). Ou seja, a ideia positivista de que a melhora no ensino de ciências dependeria somente de adequações metodológicas e de conteúdos foi contraposta por novos estudos, como as pesquisas inspiradas no Construtivismo ou no Modelo da Mudança Conceitual (VILLANI, 2001). A partir disso, é perceptível que os pensamentos de autores da epistemologia, como Popper, Kuhn e Lakatos, começaram a influenciar diretamente aqueles que construía novas formas de se conceber a Educação em Ciências.

Assim, os grandes projetos da década de 60 não escondiam sua filiação com posições empiristas e o domínio do behaviorismo na correspondente pesquisa não foi casual. Analogamente, o resgate das ideias alternativas dos alunos e da necessidade de superá-las parece ecoar os esforços de Popper na promoção das ideias falsificacionistas, assim como a proposta do Modelo de Mudança Conceitual reconhece explicitamente a inspiração nas teses de Lakatos. Analogamente, as críticas ao modelo e as novas propostas apresentam fortes ressonâncias com algumas das teses de Kuhn e Feyerabend (VILLANI, 2001, p. 176).

Como apontado por Duarte e Zanatta (2016), ainda que involuntariamente, os professores tendem a estruturar suas práticas educativas a partir das suas crenças epistemológicas, reproduzindo concepções científicas de forma equivocada ou que, muitas vezes, já são foram superadas no campo da Filosofia da Ciência. Por exemplo, a ideia de aulas de ciências pensadas de modo a reproduzir os passos do chamado “método científico”, pautado na concepção empírico-indutivista que dominou a ciência por certo tempo (DUARTE; ZANATTA, 2016), algo que consideramos uma certa reprodução de teses empírico-positivistas acríticas.

Também não podemos nos esquecer das relações entre o ensino de ciências, as concepções de sociedade e de ciência existentes, e os valores que as permeiam, pois a práxis do “[...] ensinar ciência faz parte de uma atividade humana inevitavelmente ligada a concepções sobre a sociedade, a cultura, os valores e a política, estando, portanto, sujeita a múltiplas influências que devem ser reconhecidas e avaliadas” (RUFATTO; CARNEIRO, 2009, p. 270).

Ademais, a inserção dos arcaísmos históricos e filosóficos no ensino de ciências pode

[...] humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Corroborando com algumas dessas vantagens, Silveira (1996) afirma que utilizar a epistemologia racionalista crítica de Popper e Lakatos possibilitaria: (i) perceber que um ensino de ciências que parta somente do “método indutivo” é inadequada, pois somente a experimentação e a observação não são suficientes para abordar a construção do conhecimento científico em toda a sua abrangência e diversidade; (ii) utilizar, quando possível e necessário, a observação e a experimentação de forma adequada, ressaltando que elas estão impregnadas de teoria e influenciadas pelos nossos conhecimentos prévios; (iii) apresentar o conhecimento científico como uma construção humana que visa à descrição, às compreensões e às ações sobre

a realidade; e (iv) entender que a obtenção de novos conhecimentos acontece a partir de conhecimentos anteriores, inclusive pelo abandono de teorias antigas que se tornam inadequadas e, para isso, podemos utilizar de nossas capacidades criativas, racionais e intuitivas.

Assim, conseguiríamos contribuir no combate à imagens deformadas da ciência (concepção atórica e empírico-indutivista, exata, infalível, algorítmica, rígida, aproblemática, ahistórica, dogmática, fechada, exclusivamente analítica, de crescimento linear, individualista, elitista e socialmente neutra) e na promoção de visões adequadas e das características essenciais do trabalho científico (recusa do “método científico” e de uma ideia de conhecimentos obtidos por “dados puros” advindos de inferência indutiva, importância da investigação no pensamento divergente, e desenvolvimento científico com coerência global e socialmente contextualizada) (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Porém, há trabalhos que buscam estabelecer conexões entre os estudos da epistemologia da ciência - especificamente os estudos de Imre Lakatos - e o ensino de ciências, como nos trabalhos de Niaz (1998) e de Silva, Nardi e Laburú (2008), que buscaram, a partir das ideias lakatosianas, estruturar propostas estratégicas para o ensino de Química e de Física, respectivamente, ou ainda o estudo de Chang e Chiu (2008) que, por meio dos programas de pesquisa, construíram uma estrutura para análise de indicadores argumentativos sobre questões sociocientíficas. Dessa forma, vemos a necessidade de que mais trabalhos busquem, não só elaborar estratégias e ferramentas didáticas a partir dos construtos da HFSC, mas também visem analisar arcabouços teórico-epistemológicos da Educação em Ciências. Ademais, vemos como promissor o uso de elaborações lakatosianas, visto que os programas de pesquisa por ele propostos conseguem abarcar características tanto empíricas, quanto interpretativas dos modelos e teorias utilizados no ensino de ciências (CHANG; CHIU, 2008); porém, desde que realizados avanços até mesmo quanto às críticas aqui colocadas anteriormente.

Basear a construção de um ensino de ciências que se aproprie das discussões da epistemologia pode também trazer outras possibilidades, como, por exemplo as normas propostas por Lakatos para a construção de conhecimento matemático (LAKATOS, 1978), que podem servir como base para a proposição de aulas que estimulem debates mais profícuos entre os alunos, além de auxiliar nos processos de confronto entre os conceitos científicos e as chamadas concepções alternativas (DUARTE; ZANATTA, 2016).

Das universidades e dos laboratórios de pesquisa até o ensino de ciências na educação básica, muito já se avançou na quebra da influência dessa visão equivocada de neutralidade do conhecimento científico (DELIZOICOV; AULER, 2011), mas ainda temos uma estrada a ser

percorrida até que em todos os âmbitos uma visão de ciência de certa forma mais adequada (que considera aspectos sócio-históricos e políticos da/ciência - como aquela proposta por Lakatos, e que traz a preocupação com a dimensão dos valores, assim como enfatizado por Lacey) se popularize. Uma possibilidade educacional que, a nosso ver, viabiliza essa inserção das concepções epistemológicas de Lakatos e Lacey na Educação em Ciências é por meio da Educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade)²⁵.

Originado entre as décadas de 1960-1970, o Movimento CTS analisa e atua nas relações entre as esferas da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade em áreas como epistemologia, educação, políticas públicas, entre outras (DIONOR, 2018). Esse movimento objetiva, como um dos seus focos, compreender e tecer críticas acerca dos efeitos negativos e prejudiciais do uso de artefatos tecnocientíficos por meio de lentes como a da ética, ressaltando a importância desses entendimentos para uma Educação em Ciências mais crítica e empenhada com a participação popular e com os valores democráticos (VILELA; SELLES, 2020; TEIXEIRA, 2003).

Inclusive, Vilela e Selles (2020) apontam que o ensino das Relações CTS é uma das perspectivas que priorizam a politização da Educação em Ciências que mais dialogam com pensadores educacionais brasileiros, visto que, por exemplo, possui congruências tanto com a obra de Paulo Freire, quanto com a de Demerval Saviani.

Ainda conforme a CTS/CTSA, também precisamos, para além de nos voltarmos aos estudos dos processos científicos por si sós e de sua socialização, não perder de vista a compreensão de como se dá a participação de diferentes sujeitos nesses mesmos processos científicos (AULER; BAZZO, 2001; VILELA; SELLES, 2020; TEIXEIRA, 2003). Em outras palavras, a forma como entendemos e estudamos a ciência precisa estar direcionada a questionar a maneira como a ciência se elitizou e preocupada em construir uma imagem de cientista não como detentor do conhecimento, mas, sim, como produtor; “[...] e que a sociedade precisa conhecer e valorizar os processos de produção de conhecimentos para participar da tomada de decisões sobre suas aplicações nas políticas públicas” (VILELA; SELLES, 2020, p. 1733), de forma consciente e justificada. Ademais, as abordagens oriundas da Educação CTS também contribuíram para uma Educação em Ciências que propõe um ensino de ciências como uma construção carregada de valores (HODSON, 1998).

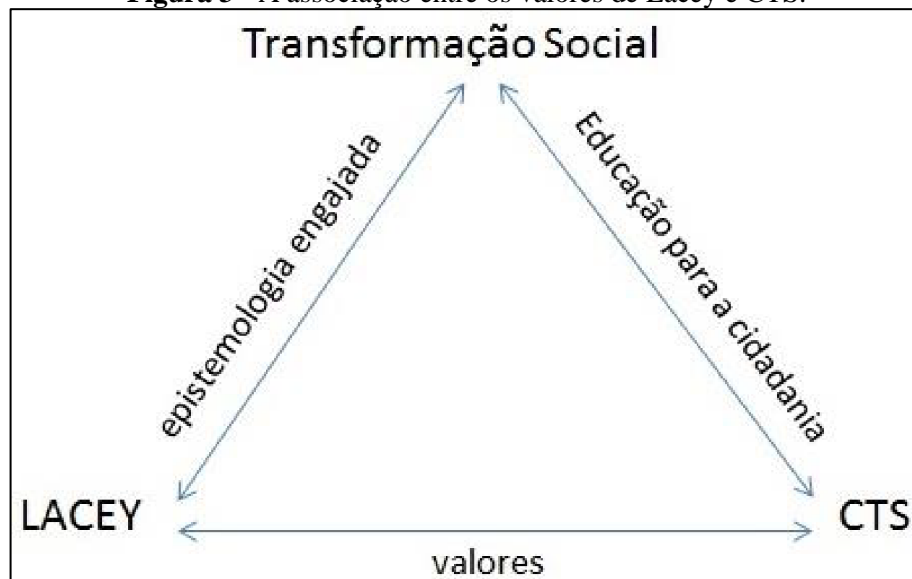
²⁵Na literatura, é possível encontrar a sigla CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), que se diferencia pelo retorno à ênfase nas questões ambientais abordadas. Inclusive, concordamos e nos alhamos com esses referenciais. Porém, como os autores e autoras consultadas para este texto referem-se sempre a CTS, mantivemos assim a sigla neste momento, mas, em alguns outros momentos do texto, utilizaremos CTSA, por ser a perspectiva à qual mais nos alhamos.

Em sua tese, Cardoso (2017, p. 141) buscou justamente compreender as aproximações entre Lacey e CTS, sintetizando-as em quatro conexões principais:

- (A) Os valores da filosofia de Lacey e da educação CTS se alinham, no sentido em que ambas estão engajadas na transformação social direcionada ao bem-estar amplo;
- (B) A filosofia de Lacey contribui para i) discutir a complexidade das relações CTS por meio de valores e, com isso, permite ii) a superação de crenças (advindas do modelo linear de desenvolvimento) que limitam a participação pública em assuntos tecnocientíficos;
- (C) O desenvolvimento autêntico proposto por Lacey se distancia das tradições CTS do hemisfério Norte e se aproxima do PLACTS [Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade] devido: i) ao endosso à participação pública na escolha de estratégias (participação na agenda de pesquisa), ii) necessidade de se voltar para o contexto e as prioridades locais;
- (D) Lacey contribui para o autoconhecimento do professor comprometido com as relações CTS, auxiliando-o a refletir e concretizar seus desejos e objetivos educacionais por meio dos valores.

A autora também apresenta um esquema que mostra os pontos de vínculo entre a abordagem de Lacey e CTS (Figura 3):

Figura 3 - A associação entre os valores de Lacey e CTS.



Fonte: Cardoso (2017, p. 147).

Sobre a Figura 3, a própria autora coloca que, da mesma forma que ideais de Lacey convergem para as bases CTS, o campo CTS pode ser percebido nas obras de Lacey, com ambos apontando os valores para a mesma direção. Apesar de diferentes frentes de atuação, tanto o Movimento CTS e quanto os pressupostos de Lacey visam a mudança do *status quo*, ou seja, uma transformação de caráter social que mobiliza os elementos de desenvolvimento tecnocientífico: enquanto Lacey caminha para essa transformação através de uma filosofia engajada, o Movimento CTS defende uma educação em ciências voltada para a cidadania, que preze pela formação de cidadãos mais participativos, críticos e com a capacidade de se

posicionarem frente à tecnociência. Dessa forma, para além desses dois referenciais se aproximarem em seus objetivos (uma realidade socioambiental mais próxima ao bem-estar de todos), Lacey e CTS também mobilizam valores compatíveis e mutualmente reforçadores, em que “Lacey fornece maior clareza para educação CTS quanto o enfoque CTS contribui com a sociedade participativa que Lacey almeja” (CARDOSO, 2017, p. 148).

Tanto a abordagem de Lacey quanto a Educação CTS possuem objetivos e anseios acerca das esferas que os cabem, porém, um ponto de encontro comum entre eles é justamente a transformação social: enquanto Lacey percorre esse caminho através da sua epistemologia engajada, a Educação CTS defende a educação para a cidadania. Na busca por esse mesmo objetivo em comum, Lacey e a perspectiva educacional CTS compartilham entre si a defesa pela necessidade de as discussões sobre valores permearem todo esse processo. Outros trabalhos também visam desenvolver melhor essa relação entre a abordagem de Lacey sobre a ciência e a Educação CTS (ver BISCAINO, 2018; CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020; DAMBROS; PASQUALLI, 2020), mas, o que gostaríamos de destacar é a necessidade de que o estudo sobre ética e valores também adentre a Educação em Ciências. Isso se faz necessário porque o ensino da dimensão ética dos conteúdos em atividades escolares possibilita aos estudantes uma compreensão mais aprofundada do que se aprende já que “[...] toda educação genuína envolve educação moral” (ELGIN, 2011, p. 262, tradução nossa), logo, precisamos que essa dimensão axiológica da ciência também seja mobilizada no ensino de ciências para que uma abordagem mais socialmente adequada de ciência seja ensinada. Assim, apontamos como fundamental que a Filosofia Moral integre, junto à Filosofia da Ciência e à Filosofia da Tecnologia, as bases da Educação em Ciências (NUNES-NETO; CONRADO, 2021).

Assim, temos como objetivo principal deste trabalho analisar se e como publicações do campo da pesquisa em Educação em Ciências vinculadas à Educação CTSA apresentam e se utilizam das contribuições epistemológicas de Lakatos e Lacey em seus fundamentos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De modo a alcançarmos o objetivo estabelecido, estruturamos a pesquisa enquanto uma revisão integrativa da literatura (RODRIGUES; SACHINSKI; MARTINS, 2022; WHITTEMORE; KNALF, 2005), visto que essa abordagem de pesquisa bibliográfica nos possibilita abarcar e analisar trabalhos desenvolvidos em variados contextos a partir de diferentes metodologias, integrando os resultados ali encontrados (FLOR *et al.*, 2021). Nesse método, ainda encontramos uma forte rigorosidade na seleção do *corpus* que compõe a pesquisa, com etapas e critérios bem definidos e justificados, de modo a combater certos

enviesamentos (aproximando-se da revisão sistemática e distanciando-se da revisão narrativa), mas, ainda assim, havendo certa liberdade dos autores no processo de análise dos dados, inferências e interpretações dos resultados extraídos do *corpus* ou sem exigir certas categorizações ou análises independentes de pesquisadores (aproximando-se da revisão narrativa e afastando-se da sistemática) (ERCOLE; MELO; ALCOFORADO, 2014; FLOR *et al.*, 2021; MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Sendo assim, os estudos de revisão integrativa proporcionam um olhar mais interpretativo dos elementos em análise, ou seja, mais coerente com os estudos no campo educacional, campo este com objetos, sujeitos e fenômenos tão complexos e variados que dificultam suas compreensões por certos caminhos (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014). “Dessa forma, os resultados qualitativos e as condições de aquisição desses resultados necessitam ser agrupados e reagrupados de forma interpretativa, por semelhanças, para que possam responder à questão central de pesquisa proposta” (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014, p. 179).

Para uma melhor estruturação e compreensão da pesquisa, dividimos o percurso metodológico empregado neste trabalho em três etapas. Para a primeira etapa – o levantamento da literatura –, buscamos em bancos de dados os trabalhos que procuravam discutir as bases de fundamentação do campo de pesquisa e prática da Educação CTS/CTSA, para que pudéssemos, a partir da análise desses trabalhos, compreender como contribuições teóricas de Lakatos e Lacey se apresentam nessas pesquisas.

Os bancos de dados selecionados foram sites de indexação de periódicos, sendo eles: (i) Periódicos CAPES²⁶, (<<https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?>>), por este ser um dos maiores acervos científicos nacionais, com mais de 23.600 periódicos indexados, como informado no site oficial da base; (ii) *Scientific Electronic Library Online* – SciELO²⁷, (<[>](http://www.scielo.org/php/index.php)), por este indexar cerca de 370 periódicos, além de sua representatividade dentro do cenário latino-americano, visto que se originou de uma parceria entre a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde, conforme disponibilizado na página oficial da base; e *ScienceDirect*²⁸, (<<https://www.sciencedirect.com/>>), uma das mais representativas bases mundiais de indexação de periódicos, com cerca de 4.490 periódicos indexados, dentre ativos e inativos,

²⁶ (<<https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?>>)

²⁷ (<[>](http://www.scielo.org/php/index.php))

²⁸ (<<https://www.sciencedirect.com/>>)

conforme informado pela Elsevier, empresa fundadora e mantenedora da base. Ademais, realizamos buscas complementares no (iv) *Education Resources Information Center – ERIC*²⁹, (<<https://eric.ed.gov/>>), por ser uma das maiores bibliotecas digitais acerca das discussões de temáticas inerentes ao campo da educação, com mais de 1.280 periódicos indexados, segundo informado pela base.

Inspirados em Conrado (2017), realizamos as buscas a partir da combinação de grupos de palavras-chaves que, após buscas-testes, estavam mais bem relacionadas com os objetivos da pesquisa. Além do operador booleano OR entre os termos de cada grupo, também utilizamos o operador AND entre os grupos. Os grupos de palavras-chave foram organizados da seguinte forma (Quadro 2):

Quadro 2 - Organização dos grupos de palavras-chave.

	Português	Inglês	Espanhol
Grupo 1	CTS OR CTSA OR Ciência-Tecnologia- Sociedade OR Ciência- Tecnologia-Sociedade- Ambiente	<i>STS OR STSE OR Science-Technology- Society OR Science- Technology-Society- Environment</i>	CTS OR CTSA OR Ciencia-Tecnología- Sociedad OR Ciencia- Tecnología-Sociedad- Ambiente
Grupo 2	educação científica OR ensino de ciências OR literacia científica OR alfabetização científica	<i>scientific education OR science education OR scientific literacy OR science literacy</i>	educación científica OR enseñanza de las ciencias OR alfabetización científica OR formación científica
Grupo 3	educação OR movimento OR abordagem OR epistemologia OR currículo OR modelo OR teoria	<i>education OR movement OR approach OR epistemology OR curriculum OR model OR theory</i>	educación OR movimiento OR enfoque OR epistemología OR currículo OR modelo OR teoría

Fonte: Elaborado pelo autor.

As buscas nas três bases principais escolhidas (Periódicos CAPES, SciELO e *ScienceDirect*) foram realizadas a partir da combinação dos grupos, procurando-os nos campos “Título”, “Resumo” e “Palavras-chave”. O levantamento foi realizado entre dezembro de 2021 e janeiro de 2022, sem restrição de datas, ou seja, capturando todas as publicações disponíveis nas bases em todos o intervalo de tempo coberto. Nos trabalhos selecionados, buscamos aqueles que, explicitamente, se propuseram a discutir construtos teóricos, práticos e valorativos da Educação CTSA enquanto um campo de pesquisa.

²⁹ (<<https://eric.ed.gov/>>)

Após o primeiro levantamento, a partir das buscas das combinações de grupos de palavras-chave, obtivemos os seguintes resultados de busca (Quadro 3):

Quadro 3 – Resultados obtidos a partir da busca.

Base de dados	Grupos combinados	Número de resultados para buscas em português	Número de resultados para buscas em inglês	Número de resultados para buscas em espanhol
Periódicos CAPES	1 e 2	22	26	15
	1 e 3	57	51	49
	1 e 2 e 3	10	24	10
SciELO	1 e 2	28	12	03
	1 e 3	114	152	113
	1 e 2 e 3	28	11	03
<i>ScienceDirect</i>	1 e 2	02	91	11
	1 e 3	06	2.839	28
	1 e 2 e 3	00	377	10
ERIC*	1 e 2	37	21.304	47
	1 e 3	00	21.531	00
	1 e 2 e 3	00	20.203	00

*Para as buscas complementares no ERIC, assim como Conrado (2017), utilizamos as mesmas combinações, mas capturando apenas os 200 primeiros resultados obtidos e classificados, pelo próprio sistema da base, como os mais relevantes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Passamos então para a segunda etapa – a triagem e a definição do *corpus* de análise. A partir das buscas realizadas, fizemos a captura dos materiais oriundos dos resultados. Durante esse momento, alguns arquivos não puderam ser obtidos por não serem de livre acesso, por não estarem disponíveis via acesso da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) ou pelo endereço eletrônico não estar funcionando. Assim, obtivemos 223 arquivos no Periódico CAPES, 464 no SciELO, 662 no *ScienceDirect* e 281 no ERIC, em um total de 1.630 arquivos capturados.

Esses arquivos foram então todos reunidos e depois foram excluídos aqueles com erro e/ou repetidos, visto que, por vezes, o artigo é removido do periódico, o periódico é inativado ou o mesmo periódico/artigo está indexado em mais de uma base. Também só mantivemos para a pesquisa artigos completos, por acreditarmos que tais trabalhos já passaram pelo crivo da comunidade acadêmica no processo de submissão aos periódicos, e que estivessem apresentados com texto em português, inglês e espanhol, por tais idiomas abarcarem as principais produções na área. Não incluímos no levantamento livros, capítulos de livros, resumos expandidos, trabalhos em anais de eventos, teses e dissertações, dentre outros materiais, bem como publicações em outros idiomas, como francês, chinês, japonês e alemão, encontrados nos bancos de dados. Assim, esse processo resultou em um total de 853 artigos.

A partir disso, lemos os resumos desses artigos e eliminamos aqueles que correspondiam a pesquisas de outras áreas do conhecimento e/ou não se relacionavam de alguma forma com a Educação CTSA, restando, assim, 305 artigos voltados a essas discussões.

Realizamos, então, a leitura flutuante desses 305 artigos, sendo mantidos aqueles em que o trabalho estivesse voltado em discutir e/ou analisar as bases e os fundamentos³⁰ da Educação CTSA, ou seja, trabalhos que procuravam avançar teórico-epistemologicamente esse campo de pesquisa; em outras palavras, textos que refletiam especificamente *sobre* a Educação CTSA e não *com* ou *a partir* da Educação CTSA. Essa decisão tem como base a leitura de Martins (1999), na qual uma das possibilidades de compreendermos a ciência é em uma abordagem analítica, em que o foco não está em como os cientistas agem (ou deveriam agir) em um determinado contexto, mas, sim, em como aquela ciência é (ou poderia ser) sob o olhar de um certo pensador. Também foram retirados da análise aqueles que tratavam a Educação CTSA apenas como um “conteúdo interdisciplinar”, “eixo articulador” ou “prática educativa”, não dando uma dimensão mais aprofundada da Educação CTSA enquanto um campo de pesquisa historicamente consolidado. Após essa seleção, mantivemos 30 artigos que, assim, compuseram o *corpus* de análise da pesquisa.

A partir dos artigos selecionados para constituir o *corpus* da pesquisa, executamos a terceira etapa – a análise de conteúdo (BARDIN, 2011; BAUER, 2002; FRANCO, 2008), buscando compreender e refletir criticamente sobre como esses trabalhos mobilizam na Educação CTSA contribuições que, sob nossa óptica, tem uma base nos contributos de Imre Lakatos e Hugh Lacey, apesar de não serem exclusividade desses autores. As categorias analíticas foram definidas *a priori*, sendo refinadas após uma nova e mais atenciosa leitura sistemática, passo essencial da análise de conteúdo, pois, com ela, podemos ter contato com as mensagens veiculadas nos textos, percebendo assim – após a análise em si (*i.e.*, a coleta e a categorização dos dados) -, se as categorias são suficientes para a investigação proposta ou se precisam de adaptações/melhorias (FRANCO, 2008; BARDIN, 2011). Dessa forma, nossa ferramenta de análise foi organizada no seguinte quadro analítico (Quadro 4) com as categorias definidas *a priori* e refinadas *a posteriori* após leituras dos textos e refinamentos dos pesquisadores envolvidos.

Quadro 4 - Ficha analítica para análise dos artigos selecionados.

1. Identificação	1.1 Título
------------------	------------

³⁰ De modo geral, nos referimos às bases enquanto os valores e os princípios teóricos que formam o núcleo central e basilar do campo; aos fundamentos, enquanto os elementos teórico-metodológicos indicados como fundamentais para o fortalecimento, a continuidade e a expansão do campo de pesquisa.

	1.2 Autores/Instituições
	1.3 Revista
	1.4 Ano
2. Contribuições de base em Imre Lakatos	2.1 Influência dos elementos históricos no empreendimento científico
	2.2 Visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo
	2.3 Definição de critérios para a pesquisa e parâmetros de cientificidade
	2.4 Capacidade explicativa e preditiva
3. Contribuições de base em Hugh Lacey	3.1 Negação à ideia de “ciência livre de valores”
	3.2 Críticas às metodologias descontextualizadas
	3.3 Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social
	3.4 Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciência

Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante frisar que os temas vinculados a esses autores neste quadro não são exclusividade dos mesmos, nem foram os primeiros a propô-los, mas sim que esses são temas abordados e discutidos em HFSC e/ou CTSA, sem necessariamente pressupor a abordagem desses autores. Por exemplo, os itens 2.1 e 2.2. são comuns na filosofia da ciência pós-positivista, enquanto os itens 2.3 e 2.4 são comuns aos positivistas e a Popper; já os itens de 3.1 a 3.4 são comuns na história e sociologia da ciência, e têm sido reforçados também na filosofia da ciência que investiga “*Science and Values*”. Porém, estamos aqui associando as categorias aos autores pois é a partir dos mesmos que elaboramos as categorias.

Após a definição e o refinamento das categorias indicadas no quadro acima, procedemos à análise de conteúdo em si, na qual, através de uma nova leitura analítica, buscamos excertos dos artigos selecionados que, para nós, se relacionavam diretamente com as categorias de análise. A partir desses trechos selecionados, elaboramos a discussão a seguir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do percurso metodológico, foram analisados na íntegra 30 artigos científicos que compuseram o *corpus* da pesquisa e possibilitaram compreender que as discussões acerca da Educação CTSA apresentam elementos próprios das obras de Lakatos e Lacey. As unidades de registro foram determinadas por correspondência semântica, ou seja, a partir da relação entre a mensagem vinculada do trecho selecionado e as definições das categorias de análise. A partir daí, a pesquisa se encaminhou por meio da identificação de unidades de registro relevantes à pesquisa e a análise destas unidades em relação às categorias de modo a compreender traços próprios da Educação CTSA imbuídos das contribuições dos teóricos para o campo e dos aspectos identificados nos trabalhos acadêmicos analisados. Dessa forma, ao final da análise,

refinamos as categorias estabelecidas anteriormente a partir das unidades de registro que estes apresentaram (Quadro 5).

Quadro 5 – Conjunto de categorias elaboradas após protocolo de Análise de Conteúdo aplicado aos artigos científicos investigados.

Categoria	Nº. de artigos encontrados na categoria	Unidades de registro identificadas
Influência dos elementos históricos no empreendimento científico	15	17
Visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo	15	20
Definição de critérios para pesquisa e parâmetros de cientificidade	15	31
Capacidade explicativa e preditiva	04	07
Negação à ideia de “ciência livre de valores”	16	27
Críticas às metodologias descontextualizadas	15	24
Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social	12	19
Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciência	25	42

Fonte: Elaborado pelo autor.

Vale destacar que por as categorias não apresentarem caráter de exclusão entre si e pelos trabalhos trazerem uma densa discussão teórica acerca da Educação CTSA, um artigo pode estar incluso em mais de uma categoria. Também frisamos que, em nenhum momento, estamos realizando comparações entre Lakatos e Lacey acerca de número de incidência, usos, citações ou unidades encontradas. Nas subseções a seguir, discutiremos, então, cada uma das categorias encontradas nas análises dos resultados obtidos. É importante ressaltar que as discussões realizadas nas próximas sessões se deram a partir somente dos trabalhos que compuseram o *corpus* dessa pesquisa, ou seja, todas as citações e referências utilizadas são de autores/trabalhos analisados.

3.1. Influência dos elementos históricos no empreendimento científico

Dados os esforços empreendidos por Lakatos para integrar elementos históricos ao campo epistêmico das teorias científicas como uma estratégia para favorecer aspectos de racionalidade à ciência, a categoria intitulada “Influência dos elementos históricos no empreendimento científico” corresponde àquela em que, como o próprio nome sugere, integra um caráter historiográfico e de narrativa histórica como parte constituinte da Educação CTSA. Além disso, a perspectiva de história e historiografia do desenvolvimento científico

corresponde à principal contribuição de Thomas Kuhn para o surgimento do Movimento CTSA (ARAÚJO; SILVA, 2012). Dessa forma, foram inseridos nesta categoria todos os trabalhos científicos que explicitamente trazem em seu arcabouço teórico narrativas históricas dentro do campo da ciência como fatores que influenciaram na consolidação da educação com enfoque CTSA. Com efeito, foram incluídos nesta categoria 15 trabalhos³¹ do total dos 30 artigos analisados.

Por ter sido uma categoria que abrangeu um expressivo número de trabalhos, é possível inferir que a história das ciências pode corresponder a um dos consensos mais amplamente consolidados entre os pesquisadores da área. Esse fenômeno pode ser explicado pela concepção de que a Educação CTSA permite que se compreenda a ciência como uma atividade humana em permanente processo de construção e, portanto, histórica, que traz consigo um compilado de valores, significados e interesses de quem a desenvolve, favorecendo a percepção de mundo e das relações estabelecidas com este e os sujeitos (WERLANG; PEREIRA, 2021).

A ideia da ciência como uma atividade reforça a compreensão desta como uma produção humana e que, portanto, possui demandas e história próprias que não podem desconsiderar as subjetividades dos indivíduos que a produzem (GARCIA, 2014). Por isso, é necessário que a análise do contexto histórico considere a influência da realidade cultural como uma forma decisiva para as transformações sociais nas quais as manifestações são expressas nas relações estabelecidas entre os indivíduos (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Frente a esse cenário, entende-se que as verdades não podem, em qualquer medida, ter valor absoluto, uma vez que correspondem a um processo de criação provisório e histórico que requisitam reavaliações vinculadas aos contextos sociais (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

O surgimento do Movimento CTSA ilustra muito bem essas perspectivas, visto que este emerge na Europa, América do Norte e América Latina, a partir de discussões, em meados do século XX, que reivindicavam para os dois primeiros continentes maior participação da sociedade em prol do desenvolvimento técnico-científico, ao passo que para o caso latino-americano os debates se direcionaram à tentativa de prover um projeto de ciência e tecnologia mais próximo do seu contexto social (STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017).

A fundação do Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS) foi estabelecida por um grupo de pesquisadores que incluíam cientistas e,

³¹ ARAÚJO; SILVA, 2012; BOURSCHEID; FARIAS, 2014; CHOWDHURY, 2016; GALIETA; VON LINSINGEN, 2021; GARCIA, 2014; GONÇALVES; SILVA, 2017; NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; RIBEIRO; SANTOS; GENOVESE, 2017; SANTOS; MORTIMER, 2001; SANTOS, 2005; SANTOS, 2008; STRIEDER; KAWAMURA, 2017; STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017; WERLANG; PEREIRA, 2021.

principalmente, engenheiros responsáveis por atuar em funções de cargo executivo em órgãos oficiais de ciência e tecnologia, tanto do cenário nacional quanto internacional. Eles estavam preocupados com questões de caráter político e saíam em defesa das dimensões sociais da ciência e da tecnologia, no tocante ao sentimento de que a esfera “social” subordina a lógica das políticas econômica e tecnológica. À vista disso, as bases do Movimento CTSA na América Latina são identificadas na “[...] reflexão da ciência e da tecnologia como políticas públicas com uma forte crítica ao processo de transferência tecnológica como um fenômeno de dependência nos países periféricos” (GALIETA; VON LINSINGEN, 2021, p. 14). No cenário brasileiro, é possível afirmar que o final da Segunda Guerra Mundial corresponde ao ponto de partida que deu início a um conjunto de eventos que originaram os ideais do Movimento CTSA no país (RIBEIRO; SANTOS; GENOVESE, 2017).

Vale destacar que há um consenso na literatura da área de que os estudos CTSA ou estudos sociais da ciência e tecnologia tiveram um novo e significativo encaminhamento a partir do final da década de 1960 e início dos anos 1970, como uma reação à percepção difundida de que o desenvolvimento técnico-científico não tinha uma relação obrigatória com o bem-estar social, como se acreditava no século anterior (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006). Ainda, durante esse período, foi necessário investir em considerações para definir uma melhor distinção entre ciência e tecnologia, e o Movimento CTSA apareceu como um elo entre ciência e sociedade a partir do emprego da tecnologia (CHOWDHURY, 2016)

Nesse ínterim, o Movimento CTSA emerge se contrapondo às conjecturas científicas que supervalorizavam a entidade científica e que atribuíam à ciência uma credibilidade ingênua de resultados puramente positivos (SANTOS, 2008; SANTOS; MORTIMER, 2001). Antes dessa mudança de perspectiva, a ciência era compreendida como uma atividade de domínio exclusivo dos cientistas, concebida à luz de um campo neutro, que não inculcava às suas pesquisas valores ou interesses particulares; no mais, os produtos da ciência tinham peso de conhecimento universal e se isentavam da responsabilidade das consequências pelo seu uso inadequado (SANTOS; MORTIMER, 2001). Um olhar mais crítico a essas ideias favoreceu o surgimento de novas concepções de filosofia e sociologia da ciência, o que permitiu atribuir à ciência parcialidade entre os cientistas, responsabilidade e limitações, viabilizando então reconhecer a ciência e a tecnologia (C&T) como processos próprios da sociedade (MORTIMER; SANTO, 2001).

É importante lembrar que o movimento foi encabeçado por anti-tecnocratas e por professores liberais e de esquerda que questionavam os problemas ambientais e temiam a insurgência de uma guerra nuclear; no entanto, o movimento não era contrário ao

desenvolvimento tecnológico de maneira geral, ou seja, a crítica recaía sobre a vigência de apenas um modelo específico de produção científica (SANTOS, 2008). Corroborando com essa visão, é legítimo ressaltar que foi durante o período pós-guerra, em que problemas de dimensão ética, da dinâmica e dos impactos da industrialização na sociedade, com vistas a dirimir os problemas ocasionados pelos excessos, foram fatores preponderantes para o surgimento de modelos de ensino alinhados às possibilidades de Educação CTSA (BOURSCHEID; FARIAS, 2014). No entanto, as estratégias de educação e divulgação da ciência se mantiveram subordinadas aos restritos grupos formados pelas comunidades científicas ou instituições interessadas em difundir os progressos resultantes da investigação científica (GARCIA, 2014). A partir de então, tem-se início a noção de que a aprendizagem da ciência moderna corresponde a um campo que difere de aprender sobre tecnociência ou, ainda, sobre ciência pós-moderna e que, portanto, faz-se necessário ter conhecimento do progresso científico a partir da especulação dos contextos que circundam essa evolução (SANTOS, 2005).

3.2. Visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo

A segunda categoria identificada foi denominada de “visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo” e, tendo como fundamento uma construção lakatosiana. Corresponde, de maneira mais ampla, à concepção de que as teorias científicas correspondem a partes de um todo estruturado, o qual, porém, não podemos compreender de forma individual, à parte de um quadro maior; em outras palavras a ciência não se limita a uma entidade capaz de interferir na organização e no delineamento do progresso da própria ciência, numa visão internalista, mas que abrange outras esferas, como a social, tecnológica e política, por exemplo, em uma óptica externalista. À vista disso, foram inseridos nessa categoria todos os artigos que, em seu arcabouço teórico, identificamos considerações da Educação CTSA que reconhecem as influências da ciência no desenho da estrutura da sua própria evolução científica enquanto campo de pesquisa, e como estes processos se correlacionam com esferas outras não-epistêmicas, o que resultou também em um total de 15 trabalhos³².

Essas ideias coadunam com o reconhecimento de que a ciência não é promovida dentro de um campo de neutralidade, por ser uma atividade exclusivamente humana, logo, a sua construção está estreitamente vinculada aos campos econômicos, ambientais, políticos e

³² ARAÚJO; SILVA, 2012; CHOWDHURY, 2016; GARCIA, 2014; GONÇALVES; SILVA, 2017; NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006; MARULANDA, 2019; MELO *et al.*, 2016; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS; MORTIMER, 2001; SANTOS, 2005; SANTOS, 2008; STRIEDER; KAWAMURA, 2017; TEIXEIRA, 2003; WERLANG; PEREIRA, 2021

culturais (SANTOS; MORTIMER, 2001). Há, nessa visão, uma influência da tradição europeia, que, por ter foco nas investigações dos fatores sociais que antecedem as mudanças da ciência e da tecnologia, aborda a evolução técnico-científica como um desenvolvimento esboçado por questões além dos fatores epistêmicos, como cultura, economia e política (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006).

É incontestável que a ciência e a tecnologia passaram a compor a vida dos cidadãos em diversas esferas e, embora sejam poderosos atributos da sociedade moderna, também sofrem influências das demandas e dos modelos sociais em vigência (CHOWDHURY, 2016). Além disso, o inverso também ocorre, pois são numerosas as situações em que questões técnico-científicas atuam como meios reguladores para efeitos econômicos, como uma mercadoria sujeita a financiamentos (SANTOS, 2005). Consequentemente, o exercício da ciência não é de exclusividade da comunidade científica, uma vez que tem significativas implicações para a sociedade. Com efeito, é necessário que se tenha, a partir de um regime democrático, um controle social que resulte na aproximação dos cidadãos às decisões sobre C&T (SANTOS; MORTIMER, 2001). Contudo, o envolvimento da população na ciência é uma ação que requisita cuidados no que tange compreender que estes precisam de noções básicas acerca dos processos que norteiam a construção do conhecimento científico, bem como dos impactos da aplicação de seus produtos (SANTOS, 2005).

Os efeitos resultantes dos estímulos da aplicação e do acesso às novas tecnologias com diferentes finalidades e interesses, que avançam as fronteiras internas ao campo técnico-científico, podem implicar em riscos. Isso se dá ao passo em que os seus produtos não são independentes de seus interesses e podem ser subordinados a ideologias e lógicas de mercado a serviço do acúmulo de poder (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Essas influências podem, portanto, ter dois caminhos: de um lado temos a ciência como produto de um constructo humano que tem como objetivo controlar a sociedade e o ambiente, relacionando de maneira íntima a tecnologia às temáticas sociais; e em contraposição, há uma perspectiva da busca da própria sociedade que tenta criar uma cultura operacional mais refinada no que concerne as resoluções frente aos problemas de cunho social que estão vinculados à ciência e à tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Uma reflexão crítica mais densa a respeito da relação entre ciência, tecnologia e sociedade foi intensificada, no cenário mundial, ante aos debates acerca da relação entre a natureza do conhecimento científico e da responsabilidade do uso da ciência na sociedade (SANTOS, 2008). Uma parcela dessas narrativas expunha uma insatisfação com as estratégias pelas quais o campo científico respondia aos problemas das esferas políticas, econômicas e

sociais, reforçando a perspectiva de associação entre os problemas ambientais e o desenvolvimento científico (GONÇALVES; SILVA, 2017).

Além disso, debates acerca da racionalidade científica e suas contribuições para o desenvolvimento da sociedade têm integrado as discussões em diferentes correntes epistêmicas, variando desde vertentes mais inclinadas ao empirismo-indutivista até o positivismo extremo. Quanto a esse pensamento, Strieder e Kawamura (2017) alertam para a importância de questionarmos o posicionamento da racionalidade da ciência, uma vez que a ideia de lógica atribuída à garantia de verdade absoluta e universal não corresponde à realidade de elaboração das ciências. Ademais, os mesmos autores atentam para o fato de que, adjacente aos processos de pesquisa científica, há aspectos humanos e sociais que endossam a ciência como resultado de um constructo humano e que, portanto, o seu desenvolvimento está intrinsecamente associado aos contextos sociais. À luz desse pensamento, também é válido lembrar que essa estreita relação da ciência com a sociedade também anula a visão de neutralidade científica, pois tanto os métodos quanto as teorias que a circundam também podem ser influenciadas por elementos sociais (STRIEDER; KAWAMURA, 2017). Diante disso, faz-se necessário que a imagem da ciência e da tecnologia explicita a dimensão social que perpassa o desenvolvimento técnico-científico (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Para tanto, Gonçalves e Silva (2017) indicam que:

A chave está em apresentar a ciência e a tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo, senão como um processo ou produto de caráter social no qual os elementos não técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas) desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação (GONÇALVES; SILVA, 2017, p. 226).

Diante disso, a Educação CTSA procura trazer traz representações dos aspectos externos que interferem na construção da ciência de modo a contribuir para o desenvolvimento de uma postura crítica que compreende a produção da ciência e da tecnologia como produto de um processo social contextualizado e histórico (MELO *et al.*, 2016). Para tanto, o ensino de ciências, segundo a Educação CTSA, traz ou deveria trazer, como um dos seus elementos centrais, discussões que envolvem três questões primordiais: a) as consequências da ciência e da tecnologia para o contexto social; b) os debates que se dedicam a compreender a natureza da ciência e do trabalho do cientista; e c) as reflexões sobre o discurso de neutralidade do desenvolvimento científico-tecnológico (TEIXEIRA, 2003). À vista disso, a Educação CTSA entende a ciência e a tecnologia em primeira instância inicialmente pelo contexto social, todavia

sem desconsiderar os processos internos intrínsecos à ciência (GARCIA, 2014). Vale ainda lembrar que:

A educação CTSA foi concebida com uma lógica de capacitação que coincide com os mecanismos de cooperação acadêmica e de pesquisa, e às vezes com uma lógica de construção do campo acadêmico, em relação a posições geradoras de autoridade científica, entendida como uma capacidade de intervir legitimamente em termos de algum conhecimento com algum reconhecimento social (MARULANDA, 2019, p. 103, tradução nossa).

Com isso, a proposta de um currículo com base em uma perspectiva da Educação CTSA resgata a articulação entre o ensino de ciências somado a uma educação tecnológica e social, em que os conteúdos das dimensões científica e tecnológica são abordados concomitante aos debates que circundam seus contextos socioeconômicos, éticos, históricos e políticos (SANTOS, 2008). Todavia, é importante ressaltar que, embora os currículos correspondam a elementos reguladores para a Educação CTSA, há diferenças expressivas entre as abordagens educativas dessa natureza, pois os diferentes grupos que a promovem têm distintos perfis ideológicos, socioeconômicos e fundamentações educativas (GONÇALVES; SILVA, 2017). Frente a isso, sugere-se que a Educação CTSA seja ofertada com base na consideração de promover uma atividade articulada que seja capaz de integrar a sociedade e refletir as consequências do desenvolvimento da ciência e da tecnologia para a vida dos indivíduos que a compõem (WERLANG; PEREIRA, 2021).

3.3. Definição de critérios para a pesquisa e parâmetros de cientificidade

A terceira categoria recebeu como título “Definição de critérios para a pesquisa e parâmetros de cientificidade” e, com base em Lakatos, parte do pressuposto de que os programas de pesquisa precisam delimitar para o seu perfil de trabalho uma série de fatores que irão guiar as investigações desenvolvidas. Dessa forma, foram identificados dentre os artigos investigados um conjunto de 15 trabalhos³³ que apresentam -, no corpo dos seus textos -, critérios para definição dos tipos de pesquisa a serem desenvolvidas, a exemplo de agendas, temas, métodos de pesquisa pertinentes ou não, e parâmetros de cientificidade.

Inicialmente, é importante compreender que há uma percepção da Educação CTSA como um campo de pesquisa que é tangenciado por diferentes temas de pesquisa, todavia três caminhos direcionam os estudos e programas de pesquisa CTSA: a) direcionados às políticas

³³ AUTIERI; AMIRSHOKOOHI; KAZEMPOUR, 2016; BOURSCHIED; FARIAS, 2014; CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020; CHOWDHURY, 2016; FARIAS; MIRANDA; PEREIRA-FILHO, 2012; GARCIA, 2014; GONÇALVES; SILVA, 2017; MELO *et al.*, 2016; NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006; SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS, 2005; SANTOS, 2008; SOUSA; BRITO, 2015; STRIEDER; KAWAMURA, 2017; STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017.

públicas; b) programas específicos para os estudos da ciência e da tecnologia; c) programas dedicados à dimensão CTSA (MELO *et al.*, 2016). Ao definir os seus programas de pesquisa no campo CTSA, algumas questões são levantadas, a exemplo da finalidade do desenvolvimento da pesquisa; a prioridade de financiamento; os tipos de pesquisas que têm o maior ou menor incentivo no setor; o perfil do pesquisador e a concessão de responsabilidade pelo projeto em desenvolvimento, entre outros fatores (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

Esse processo de definição de critérios para lograr a pesquisa não implica na incorporação de um dogma de racionalidade CTSA a outros tipos de pesquisa, nem de fundir os crivos da lógica científica, tecnológica e socioambiental, mas corresponde a uma estratégia com vistas a permitir que as racionalidades de diferentes segmentos possam ser questionadas de modo a promover dialogia entre todas elas, contudo, mantendo o compromisso de não submeter os currículos CTSA aos paradigmas da ciência tradicional (SANTOS, 2005). Com isso, é possível afirmar que a racionalidade CTSA está vinculada ao desenvolvimento de uma cidadania numa perspectiva que intenta “[...] refundamentar o saber sobre o mundo, não expulsando a razoabilidade e fazendo ressaltar a importância da contextualidade” (SANTOS, 2005, p. 150).

Vale destacar que quatro fatores associam o desenvolvimento da pesquisa CTSA às implicações sociais (STRIEDER; KAWAMURA, 2017): em um primeiro momento se reconhece o desenvolvimento de C&T diretamente relacionado ao desenvolvimento social; em segundo, tem como pressupostos as teorias marxistas e passam a compreender a C&T como elementos moldados pelos interesses das classes dominantes e, em razão disso, não pode promover bem-estar a toda população; um terceiro aspecto enxerga que é necessária a adoção de tecnologias alternativas a fim de possibilitar a preservação do meio ambiente; e por fim, há a defesa de que os países da América Latina deveriam promover autonomia de suas políticas de C&T de modo a ter uma produção própria de C&T capaz de suprir suas próprias necessidades.

Quanto à participação pública na definição das agendas de pesquisa há, na literatura do campo da pesquisa em Educação CTSA, uma aproximação com o PLACTS (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020). Dessa forma, são problematizados diferentes fatores que circundam as pesquisas da área, em especial a transferência da ciência e da tecnologia de países desenvolvidos para os que estão em desenvolvimento. Consequentemente, a agenda não estabelece relação com as próprias demandas dos países desenvolvidos, requisitando, portanto, que os esforços estejam alinhados em encontrar soluções para os problemas em vigência na sua própria nação (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020).

As influências culturais e sociais na ciência e na tecnologia permitem compreender como estas estabelecem permanentes relações de codependência com os sistemas organizacionais sócio-políticos e se subordinam às ideologias e aos critérios éticos da cultura em que estão inseridas. É, portanto, a partir dessa percepção que o indivíduo começa a compreender as intervenções que C&T têm em sua existência e como ele pode influenciar nessa atividade (SANTOS; MORTIMER, 2000). Um exemplo desse fenômeno está no cenário de degradação ambiental verificado, durante o período pós-guerra, que serviu de *start* para que pesquisadores e pensadores da época passassem a tomar consciência da dimensão ética por trás do desenvolvimento da ciência.

Em função disso, emergem as demandas de uma sociedade que seja capaz de intervir em decisões que tangem o bem-estar e o desenvolvimento coletivo; no entanto, tais demandas esbarram na detenção do conhecimento científico por uma elite que restringe o acesso ao conhecimento, em um cenário envolto ao receio e às frustrações com os excessos da dependência das tecnologias, convergindo, então, no surgimento do Movimento CTSA (SANTOS; MORTIMER, 2000). Nesse ínterim

[...] aponta-se que o ensino de ciências balizado por essa abordagem educativa pode vir a apresentar-se como uma proposta para contribuir no combate ao analfabetismo científico-tecnológico, no sentido de disponibilizar ao cidadão um arcabouço teórico-epistemológico necessário para que ele apreenda as diversas relações contidas na tríade ciência-tecnologia-sociedade, assim como a natureza social da ciência e da tecnologia (GONÇALVES; SILVA, 2017, p. 227).

Embora essas percepções sejam amplamente aceitas na literatura da área, vale pontuar que, no tocante ao processo de implementação das discussões sobre CTSA no ambiente escolar, ainda são encontradas lacunas, uma vez que ainda não há um consenso sobre as estratégias concretas que precisam ser priorizadas para alcançar as metas e para uma educação nessa perspectiva (GONÇALVES; SILVA 2017). Todavia, os investimentos de investigação na área têm crescido, trazendo maior robustez para o arcabouço teórico do campo e concedendo maior sistematização e valorização do conhecimento para embasar a didática das ciências a partir da óptica da Educação CTSA. Um levantamento realizado por Strieder, Torija e Quilez (2017) coloca pesquisas acerca Educação CTSA em três categorias mediante os objetivos apresentados:

a) Trabalhos que estudam a evolução da educação em CTSA em termos quantitativos, linhas temáticas, referências mais utilizadas ou autores com maior produção b) Trabalhos que abordem as semelhanças e diferenças entre CTSA e outras perspectivas como questões sociocientíficas, ensino em contexto ou pedagogia de Paulo Freire. c) Trabalhos que se refiram à forma como as CTSA foram introduzidas nos currículos escolares e quais foram as

suas finalidades e propostas implícitas (STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017, p. 30).

Essas contribuições auxiliam a construção de uma estrutura teórica capaz de alicerçar as práticas no ensino de ciências que têm como princípio a mobilização das dimensões CTSA. Contudo, é indispensável que se dedique maior atenção às pesquisas dos fenômenos que tangem a sala de aula, bem como a formação de professores a partir de uma perspectiva mais crítica acerca da racionalidade, dos desdobramentos e do processo participativo, pois é possível observar um hiato entre os dados de pesquisa, os postulados da Educação CTSA e sua concretização em sala de aula (STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017).

Em seus estudos, Gonçalves e Silva (2017), ao analisarem um conjunto de pesquisas em Educação CTSA na Educação em Ciências, afirmam que, embora fossem identificados interesses teóricos em dimensões distintas, há uma comunhão entre estas pesquisas, na intenção de promover uma abordagem comprometida com a formação para cidadania, buscando como finalidade que os indivíduos possam ter uma postura crítica diante de processos e fenômenos que demandem a mobilização do conhecimento em ciências na fundamentação desse posicionamento em questões decisórias (GONÇAVES; SILVA, 2017). Outra preocupação vigente nas pesquisas em Educação CTSA é que estas estão inclinadas à promoção de uma visão não-dogmática das ciências, o que resulta na necessidade de o ensino fomentar o caráter de provisoriedade às teorias científicas (FARIAS; MIRANDA; PEREIRA FILHO, 2012).

É incontestável que muitas são as mudanças que precisam ser promovidas visando uma verdadeira inovação em práticas, valores, interesses e posturas docentes, para que isso implique em dois aspectos principais: de um lado, nos fatores sociais que direcionam nos avanços científico e tecnológico; e no outro viés, as consequências voltadas para as dimensões sociais e ambientais. A partir do momento em que a realidade é analisada, é nítida a necessidade pela mudança na lógica de ensino de ciências. Com isso, a Educação CTSA surge como uma das possibilidades de abordar, a partir dos contextos locais, problemas que podem evidenciar a ciência e a tecnologia como produtos da atividade humana, com grande importância na dimensão social, com aspectos culturais que se fazem presentes no cotidiano (BOURSCHEID; FARIAS, 2014).

É preciso, em um primeiro momento, identificar a serviço de quais valores e interesses se subordina a Educação CTSA, pois diferentes abordagens alinhadas ao progresso tecnológico são possíveis nesse campo, as quais têm como núcleo comum cinco aspectos: a) a apresentação de questões de caráter técnico; b) a análise da composição entre aparato e sociedade; c) a discussão de questões pontuais e mudanças resultantes do desenvolvimento tecnológico; d) a

problematização e o questionamento dos interesses que norteiam a criação de novas tecnologias; e) os debates acerca dos ajustes sociais (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

Com base nisso, a Educação CTSA precisa ser compreendida de maneira mais abrangente, como um movimento a serviço de propósitos diversos e não como um conjunto de práticas; dessa forma, deve estar vinculado a diferentes eventos que compõem o processo de educação, como o planejamento para a organização dos currículos, a elaboração de recursos didáticos e estratégias pedagógicas, a formação inicial e continuada de professores, e a mediação nas políticas públicas educacionais (STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017).

Quanto à composição dos currículos, é importante mencionar que dezenas de projetos curriculares foram planejados em diferentes nações, os quais podem ser classificados em três categorias, segundo o seu nível de engajamento com a Educação CTSA: a) inserção de CTSA às disciplinas científicas; b) a visão da ciência através da CTSA; e c) exclusivamente as relações CTSA como fundamento para a organização do currículo (SANTOS, 2008). Por sua vez, quanto ao objetivo da Educação CTSA, os currículos de ciências definidos por Aikenhead (1980; 1994) tiveram quatro linhas como aspectos centrais: a) atributos da ciência, variando desde caracteres associados às suas finalidades, seus valores, suas influências humanas e seus critérios para aplicabilidade do conhecimento; b) os limites da ciência, incluindo seus interesses, métodos e o seu reconhecimento social; c) a definição das demarcações entre ciência, ética, política, economia, tecnologia e religião; c) aspectos próprios das ciências e seu patamar social, com questões associadas à própria ciência (CHOWDHURY, 2016).

Especificamente para a etapa referente à Educação Básica, a área de conhecimento de Ciências da Natureza, que compõe o currículo do Ensino Fundamental e Médio, propicia as discussões para temas de cunho interdisciplinar favorecendo, portanto, explorar programas CTSA, pois não se limita a apenas uma única ciência como referência (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006). Todavia, no Ensino Superior, esse processo parece ser um pouco mais complicado, pois, embora exista uma urgente necessidade em apresentar questões sociotécnicas, estas não são levantadas de forma explícita durante o processo formativo, de modo que a inclusão da Educação CTSA nesses centros educativos se torna imperativo para que isso implique em uma boa formação profissional, principalmente, em áreas técnico-científicas (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006). Para tanto, há o reconhecimento de que a estrutura sociocultural da sociedade atual requisita a metódica inclusão dos Estudos CTSA na formação inicial e continuada de professores de Ciências (SOUSA; BRITO, 2015).

Pesquisadores brasileiros têm dedicado esforços para dirimir os desafios de um ensino de ciências com base no enfoque CTSA e de um campo de pesquisa em Educação CTSA; para

tanto, defendem que temas centrais à abordagem precisam ter maior ênfase, o que resulta na expansão de uma área multidisciplinar em processo de expansão (MELO *et al.*, 2016). Além disso, também há consonância entre autores brasileiros e ibéricos, uma vez que ambos apresentam como núcleo comum a ideia de que as práticas nesse processo precisam ter como princípios a ética, os valores e as atitudes para uma melhor convivência socioambiental (GONÇALVES; SILVA, 2017). Nesse cenário, a natureza da ciência (NdC) emerge como um constructo pedagógico da Educação em Ciências com incontestável caráter interdisciplinar e de metadiscussão, em que inclui panoramas históricos, epistemológicos e sociológicos tanto da ciência quanto da tecnologia, ao passo que induz a explícita relação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) (GARCIA, 2014).

3.4. Capacidade explicativa e preditiva

A última categoria fundamentada na teoria de Lakatos foi denominada “Capacidade explicativa e preditiva”. Nessa classe, foram considerados aspectos das pesquisas em Educação CTSA que são capazes de explicar fatos, objetos e fenômenos e prever eventos intrínsecos à Educação em Ciências com base na abordagem CTSA. Dessa forma, é possível compreender a dinâmica própria dos processos de ensino e aprendizagem nesse campo, e planejar ações, bem como desenvolver predição no setor. Esta categoria agrupou o menor número de trabalhos encontrados, somando apenas quatro artigos³⁴.

Inicialmente, vale lembrar que, desde a origem dos estudos e dos programas CTSA, quatro caminhos que direcionam essa abordagem são identificados, todavia, estes encontram-se em total consonância e possuem caráter complementar: a) primeiramente, no campo da pesquisa, os estudos CTSA são vistos como um modelo alternativo à ciência e à tecnologia tradicional; nesse viés, abandona-se uma perspectiva essencialista e uma postura reflexiva é fomentada, possibilitando a asserção da atividade científica como produto de um contexto social; b) no cenário das políticas públicas, evidenciando a ciência e a tecnologia como elementos de regulação social; c) em um terceiro viés, são considerados processos de tomada de decisão acerca de questões que circundam o campo de políticas científicas e tecnológicas; d) por fim, no setor da educação, é promovida a gradativa introdução de programas e disciplinas de CTSA tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, construindo uma nova visão do cenário científico-tecnológico que tem sido divulgado em países da Europa, América Latina e nos Estados Unidos (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006).

³⁴ GARCIA, 2014; GONÇALVES; SILVA, 2017; NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006; SANTOS, 2005.

De maneira geral, é muito comum que os cientistas estejam muito mais familiarizados em definir e fundamentar seus projetos de pesquisa com objetivos voltados para o desenvolvimento do conhecimento do que a identificar os problemas consequentes da aplicabilidade da ciência (SANTOS, 2015). É importante pontuar que a estreita ligação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente possui uma rede de complexidades que estão além das supostas relações entre campos estáticos que estabelecem uma comunicação entre si, mas sem maior interligação e, portanto, merecem um exame mais diligente para que se considerem as reciprocidades dessas imbricações ao invés das simplistas aplicabilidades da relação linear entre essas dimensões (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006).

É importante considerar que, como pontua Santos (2005), ao pensar uma “ciência para as pessoas”, é necessário somar ao saber científico outros conhecimentos, rompendo assim as fronteiras epistemológicas que dificultam a construção de uma nova postura epistêmica capaz de produzir um novo objeto do saber e promover uma real interação que explicita a interação entre os sujeitos e não oculte os reais laços entre CTSA. Esse novo olhar requisita, portanto, a necessidade de equilíbrio da ciência entre a aptidão da ação e a capacidade preditiva (SANTOS, 2005). A evidente assimetria de cognição entre as capacidades de ação e previsão é um elemento que compõe a ciência moderna, pois esta:

[...] ao negligenciar a categoria da possibilidade, tem vindo a aumentar, de forma exponencial e sem precedentes, a nossa capacidade de ação, com consequências ambivalentes que se prolongam no tempo e no espaço, e sem a acompanhar de uma correspondente capacidade de prever (SANTOS, 2005, p. 147).

Uma das consequências disso, nas pesquisas pautadas, pelo menos em tese, pela Educação CTSA, pode ser facilmente observada nos estudos e ações sobre a composição dos currículos de ciências que perpetuam a compreensão da construção de uma ciência que se reduz à abordagem de tradições, ideias, conceitos, teorias, leis e processos da ciência como forma de agir sobre o mundo, mas não de prever fenômenos (GARCIA, 2014).

3.5. Negação à ideia de “ciência livre de valores”

A categoria “Negação à ideia de ‘ciência livre de valores’” emerge, nesta pesquisa, a partir das influências nos postulados propostos por Hugh Lacey e está associada à ideia de que no discurso da Educação CTSA está incutida a compreensão de que as ciências não são concebidas à luz de um campo de neutralidade, uma vez que esta é conduzida por ideias, princípios, valores e defesas a serviço de grupos muito bem estabelecidos. Essas concepções foram reforçadas com o conceito de desenvolvimento modernizador elaborado por Lacey, pois

estabelecem maior interrelação entre as dimensões Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, através dos valores marcados nesses campos (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020). Durante a análise dos trabalhos investigados, foram identificados 16 artigos³⁵, que apresentam traços dessa categoria, pois reconhecem a promoção de uma epistemologia da ciência engajada em valores.

As apresentações das interrelações com abordagem valorativa contribuem para dirimir concepções oriundas do conceito de construção linear, amplamente difundido na sociedade moderna e que pesquisadores da área e professores, que optam por uma Educação CTSA, têm dedicado esforços para superar em suas próprias práticas e em seus estudantes, visto que questões de valores funcionam como um agente evidenciador das complexidades encontradas entre as relações estabelecidas nessas dimensões CTSA (SANTOS, 2008). Ademais, em aportes paradigmáticos alinhados às perspectivas pós-modernas, as discussões das ideias de valores já eram presentes; no entanto, não tinham êxito na explicação do evento tecnológico, somado a isso também tratavam da exequibilidade da objetividade auxiliando, portanto, na compreensão dos elementos implícitos às relações CTSA (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020). A partir disso, os fenômenos associados às entidades científico-tecnológicas passam a ser identificados como resultados das atividades sociais em que fatores externos à atividade científica passam a ter peso decisivo na origem e na consolidação do conhecimento científico e dos constructos tecnológicos (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006).

É incontestável que as mudanças nos campos das ciências e suas tecnologias são determinantes para o delineamento da sociedade, impactando na vida das pessoas; assim, é importante estar atento à influência e aos interesses de grupos específicos na definição da própria ciência (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020).

Dada a complexidade das inter-relações CTSA, a análise valorativa implica na transposição de visões distorcidas acerca dos limites da tecnociência (STRIEDER; KAWAMURA, 2017); diante disso, o desafio para o campo de pesquisa em Educação CTSA consiste no aprofundamento da responsabilidade dos valores que delineiam o desenvolvimento técnico-científico. Esse reconhecimento permite que se compreenda que as influências das ciências e tecnologias não são definidas de maneira simples e destituídas de interesses (WERLANG; PEREIRA, 2021). No entanto, é importante compreender que o reconhecimento

³⁵ BOURSCHEID; FARIAS, 2014; CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020; CHOWDHURY, 2016; GARCIA, 2014; GONÇALVES; SILVA, 2017; FREITAS; HEIDEMANN; ARAUJO, 2020; NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; RODRÍGUEZ; PINO, 2019; SANTOS, 2005; SANTOS, 2008; SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS; MORTIMER, 2001; STRIEDER; KAWAMURA, 2017; TEIXEIRA, 2003; WERLANG; PEREIRA, 2021.

da parcialidade científica não deve resultar em uma rejeição dos produtos das ciências e na reprovação da tecnocracia, como se esta fosse uma mera aplicação da ciência (RODRÍGUEZ; PINO, 2019).

Os pesquisadores da área direcionam suas críticas aos próprios caminhos do processo investigativo, pois questionam as razões para definir os objetos de pesquisa e a fragmentação resultante da construção do conhecimento científico, que acaba por limitar um domínio mais abrangente do que se propõe pesquisar. Esse fenômeno está intimamente relacionado à subordinação da própria produção das ciências aos interesses sociais do poder dominante, bem como às demandas, questões e aos valores sociais, econômicos e políticos, sem que a produção científica possa se dedicar à construção do conhecimento científico com vistas a um fim em si mesmo (STRIEDER; KAWAMURA, 2017). Diante disso, o conhecimento científico não é capaz de abranger o embasamento de todas as decisões sociais, principalmente porque valores e interesses é que acabam por direcionar a própria escolha sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.

É importante reconhecer que, por trás das grandes propagandas e promessas de adventos tecnológicos, estão os lucros e interesses dos grupos dominantes, que às “[...] classes menos favorecidas, impõem seus interesses, fazendo com que as necessidades da grande maioria carente de benefícios não sejam amplamente satisfeitas” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 72). Consequentemente, os objetivos e valores imbuídos nesses investimentos oriundos dos interesses sociais, políticos, militares e econômicos ocasionam a aplicação de novas tecnologias com potencial para trazerem grandes riscos, uma vez que o desenvolvimento técnico-científico e seus produtos não se encontram dissociados de seus interesses (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Embora o fenômeno que intersecciona a relação entre a construção do conhecimento aos interesses de determinadas classes em detrimento de grupos menos favorecidos seja um fato incontestável, há na sociedade uma falsa sensação de neutralidade científica, do inevitável progresso e acriticidade associados à ciência e tecnologia (FREITAS; HEIDEMANN; ARAUJO, 2020). A partir dessa visão, se concebe uma ideia ingênua da ciência como redentora, com autonomia suficiente para resolver os problemas que tangem a sociedade; além disso, se reforça a perspectiva da tecnologia a serviço das mudanças sociais positivas, em um percurso linear ascendente associado ao bem-estar social. Com isso, Freitas, Heidemann e Araújo (2020, p. 3) alertam para o fato de que esses posicionamentos, que “[...] costumam estar ‘blindados’ de críticas, conduzem os indivíduos a um ‘sonambulismo tecnológico’ que pode encaminhar a sociedade à tecnocracia, fragilizando os aspectos democráticos da sociedade”.

Frente a esse cenário, o sociólogo alemão Nico Stehr desenvolveu a Teoria da Sociedade do Conhecimento (TSC) em que, ao fazer a análise da produção do conhecimento científico, considera aspectos sociais e econômicos de como conceber o conhecimento como uma entidade com características próprias que estruturam as sociedades modernas (ADOLF; STEHR, 2017). No campo da Educação CTSA, a TSC se articula a visões mais conciliadoras sobre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico que os reconhecem como um processo social isento de neutralidade e que esses fatores nem sempre implicam em benefícios, pois o seu progresso não necessariamente está alinhado ao bem-estar social, contudo sua apropriação pelos cidadãos corrobora para o fortalecimento da democracia (FREITAS; HEIDEMANN; ARAUJO, 2020).

Ademais, essas concepções da C&T auxiliam na validação do conhecimento e para a população auxilia no desenvolvimento de concepções importantes sobre fenômenos naturais e artificiais (GARCIA, 2014). Logo, faz-se necessário que seja desenvolvida uma perspectiva mais ampla da tecnologia para que os estudantes tenham ideias mais expandidas dos valores que determinam a construção das ciências e tecnologia (CHOWDHURY, 2016). Vale ressaltar que, nesse contexto, não só os valores das ciências não devem ser dissociados dos interesses e valores contextuais dos seus financiadores, executores, bem como elaboradores, mas também precisam ser apresentados e percebidos os valores ideológicos, culturais, econômicos, éticos, religiosos e políticos (GARCIA, 2014).

O surgimento do Movimento CTSA contribui, então, com a reflexão de visões deformadas das ciências, pois promove um questionamento dos pressupostos científicistas e da falta de participação inicialmente da sociedade não acadêmica, que acaba por conceber uma voz hegemônica inquestionável à entidade científica, conferindo a esta uma credibilidade exagerada e sem criticidade, de modo a conferir aos seus resultados apenas uma visão demasiadamente benéfica. Para tanto, o Movimento CTSA advém de um cenário em que a ciência era reconhecida como uma atividade neutra e de exclusividade de um grupo de especialistas que desenvolvia suas atividades sem vincular a estas quaisquer interesses de forma totalmente independente, de modo a resultar na produção de um conhecimento universal, cujas aplicações e consequências não estavam nos escopos de suas responsabilidades (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Foram justamente os questionamentos críticos a essas concepções que resultaram no surgimento de um novo paradigma socio-filosófico da ciência, que passou a admitir os limites, as atribuições, as responsabilidades e as cumplicidades dos cientistas, tendo como enfoque a ciência e a tecnologia como produtos dos processos sociais (SANTOS; MORTIMER, 2001). A

Educação CTSA passa então a trazer debates mais amplos acerca das influências e dos impactos da ciência e da tecnologia para a sociedade, evocando discussões sobre as ideias a respeito da natureza da ciência, do papel da atividade dos cientistas e um olhar problematizador no que concerne à pseudoneutralidade técnico-científica (TEIXEIRA, 2003).

O caráter de valor tem sido um fator presente, em especial, na narrativa de pesquisadores e professores que têm como objetivo explicitar a complexa rede de relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente com vistas a uma formação para o exercício da cidadania. Na pesquisa sobre a Educação CTSA, é possível encontrar abordagens de conteúdos a partir das dimensões CPA (Conceitual, Procedimental e Atitudinal) em que as questões científicas têm maior ênfase nos valores atitudinais, pois estes são capazes de promover uma educação com foco no compromisso e na transformação da realidade (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020). O foco desse processo encontra-se, portanto, no desenvolvimento de valores que estão estreitamente associados aos interesses coletivos voltados para o compromisso social, considerando as necessidades humanas, ou que induz à problematização dos princípios do capitalismo em que as questões econômicas são sobrepostas aos demais valores (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Assim, a Educação CTSA não pode, em qualquer medida, reproduzir mitos que induzam a visões deformadas das ciências, mas questioná-las de modo a desconstruir sua imagem de não-neutralidade (FREITAS; HEIDEMANN; ARAUJO, 2020). Nesse ínterim, a Educação CTSA, no campo de ensino de ciências, se configura como uma proposta pedagógica de caráter prático que rompe com a visão da ciência concebida em um cenário de neutralidade (BOURSCHEID; FARIAS, 2014). Inclusive, essas discussões não se limitam a certas comunidades, pois há uma tendência entre pesquisadores brasileiros e ibéricos para a defesa de promover práticas educativas em Educação CTSA a partir de linhas teóricas sobre valores, ética e atitudes (GONÇALVES; SILVA, 2017). Com efeito, essa abordagem comunga com a promoção de uma cidadania que concatena aspectos culturais, críticos e ativos que se concebem, portanto, a partir de uma estratégia epistêmica de associação entre os saberes científicos e a óptica CTSA orientada a partir de uma perspectiva ética (SANTOS, 2005).

É importante lembrar que os primeiros educadores que saíram em defesa do Movimento CTSA se alinhavam às políticas de esquerda³⁶, o que resultou na estreita vinculação dos

³⁶ As políticas socioeconômicas classificadas como sendo de um posicionamento “de esquerda” defendem, em sua maioria, propostas e pautas como (JORGE; FARIA; SILVA, 2020): condenação de posicionamentos imperialistas de uma nação sobre outras; redução do uso do poder militar das Forças Armadas na resolução de conflitos e crises, valorizando assim meios pacíficos; defesa da soberania democrática como única forma governamental; aumento

princípios do enfoque aos constructos de Paulo Freire nas lutas pelo ideal de justiça e por uma sociedade mais justa e equânime (SANTOS, 2008). Diante disso, as ideias de problematização dos valores capazes de reforçar estruturas de dominância de um grupo em detrimento do outro, validados pela Educação em Ciências, tiveram ampla adesão, não se limitando aos autores e pesquisadores comprometidos com o Movimento CTSA.

Os objetivos da Educação CTSA, a partir de uma abordagem comprometida com a discussão dos valores, precisam problematizar interesses coletivos e fomentar o próprio desenvolvimento de valores, com ênfase na solidariedade e no respeito com o ideal da promoção do desenvolvimento do senso de criticidade dos indivíduos de modo a influenciar na tomada de decisão frente a questões que possam interferir na saúde ambiental e das pessoas (WERLANG; PEREIRA, 2021). Para tanto, faz-se necessário desenvolver, nos indivíduos, a consciência de que o próprio processo de conhecimento científico não se concebe em um campo de neutralidade e que este, portanto, está intimamente vinculado a diversos aspectos que compõem a estrutura social, a exemplo da política, cultura, economia e ambiente. Dessa forma, não deve ser compreendida como uma atividade de exclusividade da comunidade científica e que, logicamente, possui implicações diretas para a constituição social, conseqüentemente, necessita de um planejamento capaz de promover um controle social de modo que gradativamente a população seja inserida nesse universo, permitindo que cada vez mais pessoas possam participar dos processos de tomada de decisão sobre C&T (SANTOS; MORTIMER, 2001).

3.6. Críticas ao predomínio de metodologias descontextualizadas

Na categoria “Críticas ao predomínio de metodologias descontextualizadas”, averiguamos se, assim como defendido por Lacey, a pesquisa em Educação CTSA também não se limita a apresentar os produtos científico-tecnológicos de forma descontextualizada, logo, se preocupa com a capacidade de ação socioambientalmente responsável dos sujeitos (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020). Compuseram essa categoria 15 artigos³⁷.

do uso de gastos públicos para expansão da capacidade do governo de proporcionar à população elementos básicos para a população, como saúde, educação, segurança pública e demais serviços de seguridade social; forte defesa da classe trabalhadora, sindicatos, desempregados e associações de trabalhadores, garantindo seu direito de liberdade de se organizarem.

³⁷ CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020; CHOWDHURY, 2016; FARIAS; MIRANDA; PEREIRA FILHO, 2012; FREITAS; SEGATTO, 2014; GARCIA, 2014; GONÇALVES; SILVA, 2017; GORUR *et al.*, 2019; MELO *et al.*, 2016; NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006; SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS; MORTIMER, 2001; SANTOS, 2005; SANTOS, 2008; STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017; WERLANG; PEREIRA, 2021.

Nesse caso, diferentemente, da categoria anterior, em que foram discutidas as questões de valor que influenciam no desenvolvimento técnico-científico, por se subordinar aos interesses de seus financiadores, executores e elaboradores, nesta categoria estão presentes elementos que problematizam a desconsideração do fenômeno investigado como parte de um contexto sociopolítico e reduzem o tratamento do objeto como o seu próprio fim. Logo, alertamos que essa prática dentro, em especial, do campo das ciências humanas, é totalmente inadequada, pois é impossível investigar, por exemplo, os processos de ensino e aprendizagem na Educação em Ciências de forma isolada, sem considerar as tramas que compõem o contexto escolar, a relação entre os professores e os estudantes, e as demais complexidades que compõem o cenário das salas de aula.

É importante lembrar que o universo educacional é composto por condições e pré-condições materiais; contudo, a teorização e a análise dentro do campo da pesquisa educacional ainda se concebem em um campo de teorização que acaba por desconsiderar aspectos próprios dos contextos educacionais, a exemplo da linguagem, da cultura e das subjetividades que se estabelecem nas relações dos envolvidos (GORUR *et al.*, 2019). Portanto, as análises necessitam configurar um fenômeno científico-tecnológico que expresse os elementos intrínsecos ao contexto sociopolítico, em que questões que não são próprias das dimensões epistêmicas e técnicas sejam consideradas na explicação dos eventos pesquisados (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006).

Ao desenvolver uma pesquisa, é preciso, em um primeiro momento, compreender que uma ciência não se restringe à aquisição de resoluções universais de problemas, pois se faz necessário identificar os contextos em que esses problemas são originados, concedendo, à população, maior valorização dos conhecimentos produzidos empiricamente por grupos diretamente afetados por problemas ambientais, promovendo, assim, maior aproximação entre os laboratórios e a sociedade (SANTOS, 2005). É a partir dessa possibilidade que as complexidades estabelecidas nas interrelações entre ciências tecnologia, sociedade e ambiente, ficam mais evidentes, permitindo que as análises sejam mais aprofundadas e retratem as trocas estabelecidas, ao invés de se reduzir a uma aplicação clássica em uma sequência retilínea entre elas (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006). Com isso, Santos e Mortimer (2000, p. 115):

[...] defendem a tese de que a ciência não é justificada somente por critérios racionais e cognitivos, pois esses critérios são também construídos socialmente pelos diferentes atores que participam da investigação científica. Com essa tese, eles questionam a visão mítica da ciência e de seus métodos, a sua a-historicidade, a sua universalidade, a natureza absoluta de suas técnicas e de seus resultados (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 115).

A pesquisa em Educação CTSA surge, então, como uma importante aliada, pois reduz a racionalidade técnica das concepções puramente científicas e corrobora com a construção de uma cidadania à luz de uma perspectiva em que se propõe uma nova fundamentação de conhecimento sobre o mundo e as configurações que o estruturam, dando ênfase à relevância dos contextos (FARIAS; MIRANDA; PEREIRA FILHO, 2012; SANTOS, 2005). Na formação de uma abordagem capaz de agrupar o enfoque CTSA, as Questões Sociocientíficas (QSC), por exemplo, podem se configurar como uma excelente estratégia capaz de conceder uma visão holística dos constructos científicos e tecnológicos com vistas a promover maior humanização e socialização das práticas científicas, resultando em maior conscientização sobre as influências sociais desse processo de desenvolvimento da C&T (CHOWDHURY, 2016).

É imperativo que a ciência não construa uma imagem na qual a racionalidade técnica/instrumental seja a característica protagonista, propiciando, dessa forma, um isolamento social de modo a conferir ao conhecimento científico valores e contextos sociopolíticos exclusivamente internos à própria ciência (GARCIA, 2014). Com isso, é importante reconhecer a existência de outros saberes capazes de dialogar com a cultura da ciência, apresentando convergências e distanciamentos em suas explicações e limitações epistêmicas (GONÇALVES; SILVA, 2017).

Quando a ciência se posiciona em um pedestal epistêmico, em que rompe com todos os conhecimentos, as questões e demandas apresentadas pela população (incluindo as dos indivíduos que vivem em situação de vulnerabilidade e de riscos ocasionados pelas mudanças ambientais) são desconsideradas e entendidas como concepções ingênuas e desinformadas; isso porque a ciência moderna tende a rejeitar os saberes empíricos construídos por grupos externos à comunidade científica, conferindo a esses um valor exclusivamente pragmático (SANTOS, 2005). No entanto, vale destacar que, em algumas situações, em especial, em casos de risco associados à saúde e segurança, os saberes concebidos pelos cidadãos têm melhor entendimento e aplicabilidade quando comparados aos aspectos de abstração do conhecimento científico (SANTOS, 2005). Problemas de ordem tecnocrática também reforçam essa fronteira entre a comunidade científica e a população de maneira geral, pois:

Evidenciam-se problemas como o da equidade na distribuição de custos ambientais da inovação tecnológica, as implicações éticas de algumas tecnologias (o uso comercial da informação genética, mães de aluguel), a aceitação dos riscos de outras tecnologias (energia nuclear, fertilizantes químicos), ou até mesmo as mudanças na natureza do poder devido à institucionalização atual do assessoramento dado por especialistas – o problema da tecnocracia (GONÇALVES; SILVA, 2017, p. 226).

Quanto a esses aspectos, o PLACTS discute o estímulo à construção do conhecimento local com vistas a dirimir a imposição destituída de contextos de um conhecimento externo àquela comunidade. Além disso, sugere o questionamento de investimento em C&T de modo a considerar os contextos para que os países desenvolvidos não dediquem a transferir C&T para os países em desenvolvimento sem que estes se apropriem de fato de suas demandas e demais fatores ao promover maior complexidade entre as dimensões CTSA. Com isso, é preciso que se planeje uma agenda científica própria para que os investimentos no setor sejam dedicados a solucionar questões de suas próprias localidades (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020). Dessa forma, a Educação CTSA se apresenta como uma abordagem capaz de promover maior dialogia com diferentes dimensões promotoras de conhecimento sem se restringir a uma única fonte, o que lhe confere caráter multidisciplinar (GONÇALVES; SILVA, 2017). Soma-se a essa ideia a percepção de que na Educação CTSA, “[...] mais do que considerar os três parâmetros CTS e suas inter-relações, é necessário tratá-los de um ponto de vista que exige a consideração dos propósitos da ciência e o envolvimento dos cidadãos em seu desenvolvimento” (STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017, p. 32, tradução nossa).

Para Werlang e Pereira (2021), esses aspectos ficam evidentes à proporção que se investiga as relações entre a abordagem CTSA para a Educação em Ciências e a Educação do Campo, e chegam à conclusão de que, para além das aproximações entre esses setores, o ensino de ciências possui um estreito laço com o campo, pois permite maior proximidade com os contextos desses estudantes para discutir conhecimentos científicos e tecnológicos. No entanto, é preciso estar atento para que os modelos dominantes de ensino de ciências não sejam reproduzidos nesses espaços de modo a promover um formato de monocultura em que a ciência ocidental se sobrepõe aos demais conhecimentos como se fosse um conhecimento universal que se posiciona no topo de uma hierarquia epistêmica, perpetuando os privilégios de grupos políticos e sociais (SANTOS, 2008).

3.7. Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social

A penúltima categoria agrupou 12 trabalhos³⁸, sendo intitulada de “Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social” e, como o próprio nome sugere, está relacionada ao engajamento da pesquisa em Educação CTSA com o compromisso da própria

³⁸ ABREU; FERNANDES; MARTINS, 2013; ARAÚJO; SILVA, 2012; BOURSCHEID; CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020; CHOWDHURY, 2016; FARIAS; MIRANDA; PEREIRA FILHO, 2012; FARIAS, 2014; FREITAS; HEIDEMANN; ARAUJO, 2020; GARCIA, 2014; GONÇALVES; SILVA, 2017; SANTOS, 2005; STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017; WERLANG; PEREIRA, 2021.

ciência para um projeto coletivo mais amplo a serviço de uma sociedade mais justa e equânime, tal qual proposto por Hugh Lacey. Dessa forma, embora reconheça a importância dos traços da ciência básica em que se preocupa com o conhecimento como sua própria finalidade, compreende que esse modelo não é suficiente para o embasamento de condutas que promovam a socioecojustiça a fim de proporcionar qualidade de vida à população e reduzir as injustiças e desigualdades sociais. Mudanças dentro do próprio campo de pesquisa têm direcionado os estudos para fortalecer essas ideias, pois é observado um movimento de desenvolvimento de pesquisa estratégica na ciência moderna que preconiza o senso de coletividade com foco no bem-estar social, no progresso da humanidade, na qualidade de vida, no crescimento econômico e na responsabilidade ambiental, a partir da consonância da C&T com esses fatores (CHOWDHURY, 2016).

É importante pontuar inicialmente que, embora os trabalhos apresentem embasamentos teóricos variados, suas discussões comungam de um eixo comum: a formação do indivíduo para a cidadania. Com isso, a proposta é que o ensino de ciências seja capaz de desenvolver nesses indivíduos uma formação que lhes permita agir e ter um posicionamento crítico diante de eventos que demandem efetiva tomada de decisão (GONÇALVES; SILVA, 2017). Essa ideia é endossada pela associação da Educação CTSA a serviço de uma educação comprometida com condutas sustentáveis, corroborando com a ideia da responsabilidade da população para os problemas vigentes no planeta (STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017). Para tanto, defende-se que as práticas estejam centradas na “[...] promoção de competências de mobilização de conhecimentos, capacidades e atitudes na tomada de decisões e na resolução de problemas do cotidiano dos alunos” (GONÇALVES; SILVA, 2017, p. 240).

Essa seria uma formação de uma população capaz de compreender os aspectos próprios das ciências e tecnologia que influenciam diretamente no comportamento da sociedade, pois é capaz de desenvolver valores, incentivando a adoção de práticas benéficas na busca da sustentabilidade (BOURSCHEID; FARIAS, 2014); assim, essas concepções formativas acabam por direcionar suas práticas para a articulação entre reflexão e ação sem negligenciar o conhecimento (SANTOS, 2005). Para além da formação para a cidadania, a Educação CTSA precisa auxiliar na preparação dos indivíduos para o mercado de trabalho, seja pelo senso crítico do uso consciente da ciência e da tecnologia, ou pela compreensão de aspectos sociais e humanistas que envolvem o cenário técnico-científico (TOMAZELLO, 2009).

Essa preocupação de formação para a cidadania tem forte influência de pesquisadores ibéricos, pois há, na literatura desses países, um forte compromisso em formar cidadãos que possam atuar de forma racional diante de questões vigentes na sociedade contemporânea, em

especial, induzindo a solucionar problemas voltados para o consumo sustentável (GONÇALVES; SILVA, 2017). Essa tendência também pode ser observada em trabalhos nacionais; todavia, é importante pontuar que os pressupostos freireanos também são bastante presentes nos artigos, principalmente para orientar uma educação em um viés socioambiental que possa formar os indivíduos para o entendimento do mundo e das relações estabelecidas com os conhecimentos da ciência, da tecnologia, da sociedade e do meio ambiente (GONÇALVES; SILVA, 2017). Essa associação é coerente, pois o pensamento teórico da educação libertadora defendida por Freire, sugere que as pesquisas e oferta da Educação CTSA no Brasil se alinhem ao compromisso com “[...] a transformação social, a emancipação dos sujeitos no que tange à educação em ciências, que sirva de alavanca para o empoderamento dos descamisados e descambados da sociedade” (ABREU; FERNANDES; MARTINS, 2013, p. 24).

Com isso, os pesquisadores brasileiros em Educação CTSA têm consolidado, nesse campo, valores engajados com a manutenção de uma sociedade democrática e com condutas dos cidadãos comprometidas com a responsabilidade social; portanto, são dedicados esforços, por coerência epistêmica, para o desenvolvimento do senso crítico e reflexivo sobre as inter-relações entre as dimensões CTSA, repensando visões redentoras das ciências e em defesa de um ensino de ciências que endosse essa leitura das relações CTSA (ABREU; FERNANDES; MARTINS, 2013). Assim, o desafio se configura em identificar diferentes formas de acesso à população com vistas à oferta de uma Educação CTSA para desenvolver bases para o pleno exercício de uma cidadania responsável (GARCIA, 2014). Dessa forma, pretende-se promover a inclusão social, rompendo com práticas em ensino de ciências que mantêm as lógicas de mercado que favorecem a perpetuação de determinados grupos no poder (FARIAS; MIRANDA; PEREIRA FILHO, 2012), mantendo sociedades socioambientalmente insustentáveis e discriminadoras, ao invés de promover valores de colaboração, equidade, empatia etc.

Nesse sentido, algumas estratégias têm sido desenvolvidas nas pesquisas no campo da Educação CTSA, a exemplo da inserção de temas controversos por meio das QSC, com o objetivo de potencializar a formação para o exercício da cidadania, a partir da resolução de problemas que mobilizam aparatos do universo CTSA, facilitando o desenvolvimento de ações sociopolíticas (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020). Um exemplo que também compila essas perspectivas e pressupostos teóricos se materializa na articulação desses elementos à Educação do Campo, pois é possível integrar as demandas e especificidades da Educação do Campo à coerência epistêmica da CTSA, fortalecendo uma formação contra-hegemônica a

serviço de uma formação crítica, considerando os contextos dos indivíduos envolvidos (WERLANG; PEREIRA, 2021). Assim, vemos como o campo da Educação CTSA é capaz de convergir a Educação em Ciências, os pressupostos da Educação do Campo e as ideias freireanas, ao passo que possuem como objetivo comum a emancipação (em Freire, libertação) e a autonomia dos indivíduos.

Frente a esse cenário, conseqüentemente, é preciso dedicar esforços para que as pesquisas científicas e os debates nas escolas tenham cada vez mais o compromisso com uma Educação em Ciências a serviço de um projeto social mais amplo, vinculado a valores que reforcem a importância da democracia e que facilitem a configuração de uma sociedade mais justa e consciente da importância da preservação ambiental; para tanto, espera-se que a abordagem de uma Educação em Ciências que se preocupe com a abordagem das relações CTSA possa servir de agente potencializador capaz de “[...] identificar quais conteúdos e práticas ampliam as competências sociais dos indivíduos, em direção a uma educação científica crítica” (FREITAS; HEIDEMANN; ARAUJO, 2020, p. 18).

3.8. Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciência

A última categoria, “Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciências”, resgata as discussões explicitadas por Lacey na medida em que defende a participação da comunidade não-científica nos processos regulatórios da própria ciência. Essas concepções são evidenciadas por Cardoso, Caluzi e Santos (2020), ao afirmarem que:

O conceito de desenvolvimento autêntico mostra quais são os valores da filosofia de Lacey, e tem se aproximado mais do PLACTS do que outras vertentes aplicadas ao campo educacional brasileiro, porque endossam a inclusão da população nas decisões que dizem respeito à tecnociência na construção da AP [agendas de pesquisa] e à produção autêntica de CT e voltam a atenção para superação de problemas locais (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020, p. 22).

Nessa lógica, é reforçada a ideia de que, se a ciência é engajada para o bem-estar da sociedade, a participação social deve ser um elemento crucial para a sua consolidação. Diante disso, nessa categoria, foram incluídos todos os trabalhos que discutem a participação social no segmento científico e que apresentam alternativas aos modelos hegemônicos da ciência dentro de uma perspectiva da pesquisa em Educação CTSA, a exemplo da agroecologia enquanto modelo alternativo de tecnociência para a produção de alimentos. Essa percepção parece ser um consenso na literatura da área, pois agrupa o maior número de artigos analisados, totalizando

25 trabalhos³⁹. Um núcleo comum perpassa as discussões dessas pesquisas que possuem como incentivo principal a tentativa de compreender os processos histórico-sociais de desenvolvimento de tecnologia e “[...] coloca-se em uma posição de reivindicação da sociedade para um envolvimento mais democrático nas decisões que envolvem o contexto científico tecnológico ao qual pertence” (FREITAS; SEGATTO, 2014, p. 304).

A construção de ciência, nesse viés, não restringe a sua atividade aos cientistas, pois resulta em significativas consequências para a sociedade. Diante disso, demanda um envolvimento social factual comprometido com a garantia de uma postura democrática de modo a promover a participação de uma parcela cada vez maior da comunidade não-científica nas definições de decisões sobre C&T (FARIAS; MIRANDA; PEREIRA FILHO, 2012). Esse envolvimento popular deve ser incentivado com vistas a permitir que alternativas à ciência sejam apresentadas de modo a descentralizar o conhecimento do mundo acadêmico nas universidades que, em geral, não contribuem efetivamente em mudanças, sobretudo, no cenário da Educação CTSA na Educação Básica (STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017). O Movimento CTSA, desde a sua origem, vem, então, requisitando a participação da sociedade nas decisões acerca das interferências resultantes do desenvolvimento técnico-científico (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020).

Há uma real necessidade de galgar alternativas para a Educação em Ciências como forma de instruir os indivíduos à participação popular nas decisões de C&T de forma mais consciente. Para tanto, algumas sugestões são apresentadas a partir de uma Educação CTSA, em que problemas de dimensão local são associados aos âmbitos regional e global (BOURSCHEID; FARIAS, 2014). Diante disso, é possível fazer uma análise dos impactos das ciências e tecnologias na sociedade a partir do emprego das tecnologias e dos produtos das ciências como “[...]uma nova forma com que os indivíduos, o ensino e a sociedade se relacionam com a ciência e a tecnologia” (SANTOS, 2005, p. 32). Muitas são as concepções de participação social presentes nos debates com o intuito de apontar diferentes formas relacionadas com questões CTSA. A partir disso, Strieder e Kawamura (2017), ao fazerem um

³⁹ AULER; BAZZO, 2001; BOURSCHEID; FARIAS, 2014; CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020; CHOWDHURY, 2016; FARIAS; MIRANDA; PEREIRA FILHO, 2012; FREITAS; HEIDEMANN; ARAUJO, 2020; GALIETA; VON LINSINGEN, 2021; GARCIA, 2014; GONÇALVES; SILVA, 2017; GORUR *et al.*, 2019; LUCERO, 2014; FREITAS; SEGATTO, 2014; MARULANDA, 2019; MELO *et al.*, 2016; NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; RODRÍGUEZ; PINO, 2019; SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS; MORTIMER, 2001; SANTOS, 2005; SANTOS, 2008; STRIEDER; KAWAMURA, 2017; STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017; TEIXEIRA, 2003; WERLANG; PEREIRA, 2021.

levantamento de publicações na área de ensino de ciências, identificaram cinco possibilidades de participação social na Educação CTSA:

[...] (1P) adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia; (2P) avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas; (3P) discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas; (4P) identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão; (5P) compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 40).

Embora a pluralidade seja incontestável, essas ideias comungam entre si da percepção da busca de sentido para o ensino de ciências trabalhada na escola de modo que os conteúdos atendam à necessidade da sociedade e se vinculem à realidade dos estudantes, compreendendo as influências da entidade científica para o meio (CHOWDHURY, 2016). A consciência das influências de C&T, bem como a compreensão do seu processo de funcionamento são fatores cruciais para que os estudantes possam atuar frente às tomadas de decisão a serviço do progresso científico-tecnológico, orientando efetivamente o seu destino (CHOWDHURY, 2016). Há, portanto, o reconhecimento de que um dos objetivos que sustentam a Educação CTSA se caracteriza, especialmente, em conceder também à sociedade a responsabilidade de decisões sobre C&T; para tanto, são solicitadas decisões mais democráticas em que cada vez uma maior parcela da população seja partícipe, conferindo menor tecnocracia ao processo de tomada de decisão (LUCERO, 2014).

Uma das estratégias que reforçam a participação popular nesses processos se consolida a partir do advento da Tecnologia Social (TS), que passa a integrar aparatos tecnológicos, protocolos e técnicas de fácil replicação que foram desenvolvidas a partir do processo de interação com a comunidade científica e a sociedade de modo a resultar em efetivas transformações sociais (MCT, 2011). Nesse novo paradigma, a ação humana é a peça fundamental para a metodologia da TS, que deve ser produto da construção social (FREITAS; SEGATO, 2014). Disso deriva um enorme desafio para a Educação CTSA, visto que solicita o rompimento de uma postura que coloca os indivíduos em posição de dependência e passividade em relação às tecnologias desde o período de iniciação da industrialização (FREITAS; SEGATTO, 2014).

A Educação em Ciências na concepção CTSA, portanto, surge como a solução capaz de desconstruir essa visão, pois possibilita romper “[...] com o estilo discursivo de natureza internalista que a escola tem adotado na apresentação da natureza da ciência e que serve mais para excluir e marginalizar do que para autorizar os cidadãos” (GARCIA, 2014, p. 152). Estratégias didáticas, em especial aquelas alinhadas com abordagens contextualizadas de

ciência, podem ser adotadas para alcançar os objetivos pretendidos, a exemplo do uso de uma abordagem de participação pública ofertado a partir do uso de casos simulados elaborados com base em situações controversas de ciência e tecnologia (BOURSCHEID; FARIAS, 2014). Essas problematizações devem estar centradas no desenvolvimento de competências e habilidades que direcionem à tomada de decisões e às resoluções de questões que façam parte do cotidiano dos estudantes (GONÇALVES; SILVA, 2017). Vale lembrar que as práticas de Educação CTSA não podem ser vinculadas estritamente ao poder, contudo, estas são capazes de apresentar alternativas para o seu exercício (GORUR *et al.*, 2019).

A Educação CTSA também traz consigo um alinhamento aos princípios de uma educação freireana, pois é capaz de contribuir para emancipação de uma sociedade estruturada historicamente em um processo de passado colonial, que sofreu grande exploração e, conseqüentemente, foi privada de participação nos processos de tomada de decisão, bem como de acesso a bens e serviços (GONÇALVES; SILVA, 2017). Essa aproximação entre Educação CTSA e os postulados de Freire também fica evidente quando ambos possibilitam o desenvolvimento de uma postura crítica diante da realidade, nesse caso das interações entre as dimensões do campo CTSA contribuindo para a formação de cidadãos conscientes, pois:

Assim, essa crítica da realidade potencializa no referencial freireano a superação da 'cultura do silêncio': ser humano – sujeito e não objeto histórico –, sendo que, por sua vez, a crítica às interações CTSA pode levar à superação do modelo de decisões tecnocráticas: democratização das decisões em temas envolvendo CTSA (WERLANG; PEREIRA, 2021, p. 8).

Esse posicionamento permite, portanto, que a ênfase seja dada aos aspectos humanos e sociais das atividades científicas com foco no papel e nas interações da ciência e da tecnologia nos campos sociais, econômicos, políticos, religiosos, entre outros (CHOWDHURY, 2016).

No contexto educacional brasileiro, pesquisas atuais têm mostrado uma tendência à valorização das concepções oriundas do Hemisfério Norte; contudo, sem explorar todas as potencialidades dessas perspectivas paradigmáticas, pois, de maneira geral, concentram os debates acerca da Educação CTSA à participação pública vinculada aos produtos da atividade técnico-científica, sem abordar as agendas de pesquisa, seus princípios e seus objetivos (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020). Todavia, a Educação CTSA deve se permitir discussões mais amplas que questionem os limites da ciência no processo de resolução dos problemas sociais e ensinar o reconhecimento da relevância da obtenção de modelos alternativos para o desenvolvimento social, capaz de satisfazer as demandas, sem implicar em problemas de variadas naturezas a exemplo da distribuição desigual de alimentos, impactos ambientais e problemas climáticos por meio da participação pública na tomada de decisão

(STRIEDER; KAWAMURA, 2017). Com efeito, um dos objetivos centrais da Educação CTSA no contexto da Educação Básica deve estar centrado na promoção de um ensino de ciências que permita “[...] construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (SANTOS, 2008, p. 112).

Os princípios da Educação CTSA se coadunam com as discussões que circundam a própria atividade científica fundida diretamente com questões de natureza social, política, econômica, ambiental e cultural, reforçando, portanto, a ideia de que a ciência não se limita exclusivamente à comunidade científica e apresenta impactos para a sociedade como um todo (SANTOS; MORTIMER, 2001). Diante disso, emerge a necessidade da intervenção da sociedade em C&T, com vistas a contribuir para considerar transformações no modo de pensar a ciência, que resultou em maiores investimentos na formação dos estudantes para que estes possam atuar na qualidade e no controle social da ciência (SANTOS; MORTIMER, 2000).

É importante lembrar que a identificação de caráter estrutural e cultural da tecnologia possibilita entender a co-dependência da entidade científica dos setores sócio-políticos e dos valores associados a estes elementos. Diante disso, o cidadão passa a ter consciência das influências da tecnologia em sua existência e quais medidas podem ser adotadas para que ele passe a interferir, mais consciente e ativamente, também nesses processos (SANTOS; MORTIMER, 2000). Essa perspectiva deve ser capaz de auxiliar os indivíduos a compreenderem a ciência como um constructo de valor significativo para a sua vida, pois o conhecimento científico se configura em si mesmo como uma ferramenta sociopolítica que auxilia na apropriação para a participação popular em discussões relacionadas a C&T (GARCIA, 2014).

No entanto, essa ideia nem sempre esteve amplamente difundida, a exemplo dos fundadores do PLACTS, que saíam em defesa de um desenvolvimento interno de C&T, associado à ação do governo, fazendo com que o Estado fosse detentor da produção científico-tecnológica e tivesse ação regulatória dessas atividades a partir da disponibilização de financiamento para o setor (GALIETA; VON LINSINGEN, 2021). Essas ideias têm como justificativa o objetivo pretendido pelo PLACTS, que estimulava a produção local de C&T, a fim de dirimir a importação impositiva do conhecimento descontextualizado oriundo de outros países, em especial, da Europa e América do Norte (MELO *et al.*, 2016).

De maneira geral, acerca da participação pública no processo de produção do conhecimento científico, o PLACTS defende que esta aconteça desde a definição da agenda de pesquisa, questionando a transferência de C&T de países desenvolvidos para aqueles em

desenvolvimento, o que exige o surgimento de uma agenda própria com princípios e demandas coerentes com a realidade de seus países, apresentando, portanto, soluções para as situações locais (CARDOSO; CALUZI; SANTOS, 2020).

É importante resgatar que, quatro décadas após o período de reconhecimento da ciência como uma atividade limitada e passível a questionamentos, uma crescente lista de problemas vinculados à C&T ciência e à tecnologia começa a ser apontada de maneira crescente, comprometendo as concepções da sociedade acerca dessas entidades (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006). Esse fenômeno resultou em olhares mais críticos para a ciência e a tecnologia concebendo, portanto, a ideia de que o modelo tradicional de progresso da ciência não se configura num processo linear e que há influências para a própria sociedade (TEIXEIRA, 2003). À vista disso, emerge a necessidade de que os cidadãos tenham cada vez mais acesso a um ensino de ciências que possa qualificá-los para participar das decisões técnico-científicas que interferem diretamente no seu modo de vida, bem como no bem-estar de toda população. Diante disso, é fundamental que a população seja capaz de argumentar e questionar acerca dos impactos da C&T e possam influenciar nas suas agendas de pesquisa, progressos, objetivos, aplicação, influências e valores (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

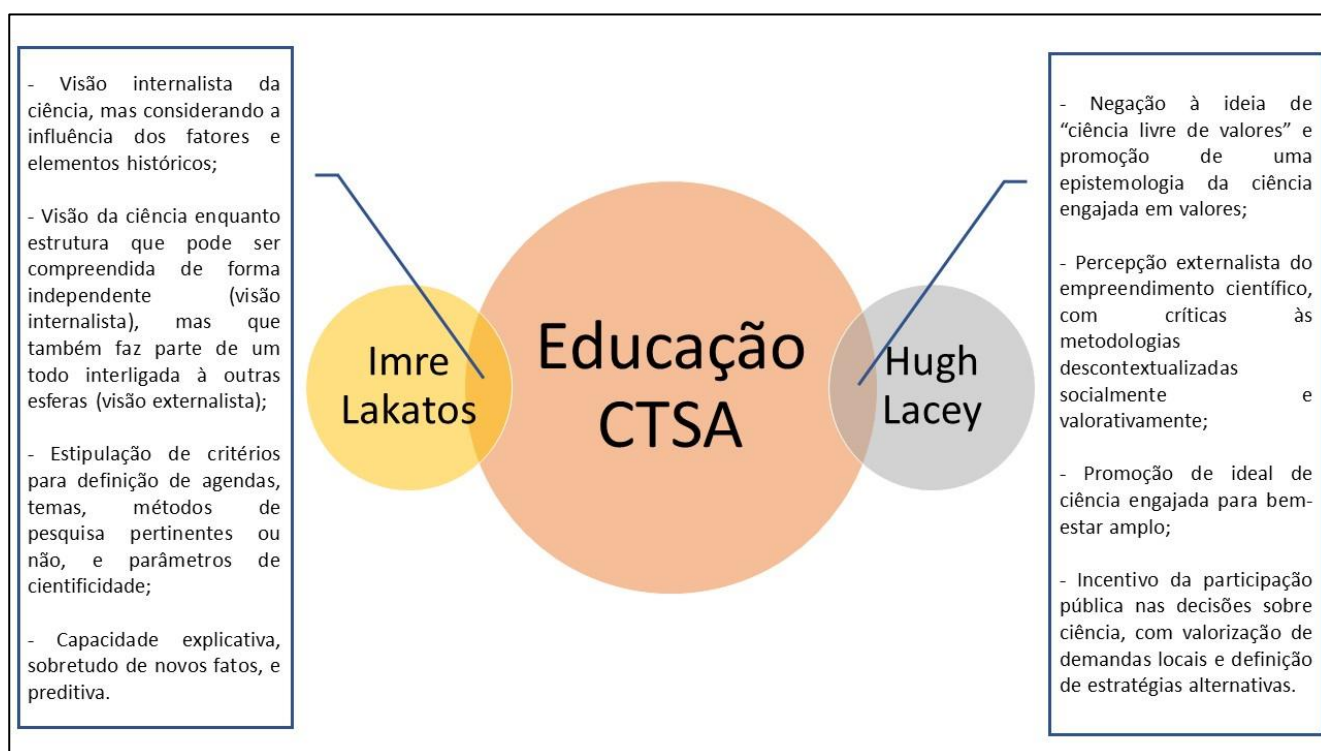
Frente a esse cenário, a Educação CTSA tem um papel grandioso e precisa estar comprometida com um ensino de ciências que fuja à lógica tradicional conteudista⁴⁰ e permita ofertar uma educação crítica e contextualizada de modo a favorecer a participação da sociedade em questões associadas ao desenvolvimento científico e tecnológico (FREITAS; HEIDEMANN; ARAUJO, 2020). Com isso, também é possível conceder ao ensino de ciências um maior interesse por parte dos estudantes, pois a Educação CTSA possibilita a inserção, no campo da Educação em Ciências, as dimensões éticas do progresso tecnocientífico, a emancipação do indivíduo a partir do desenvolvimento do pensamento crítico e, por fim, propicia a participação cidadã em questões que envolvam C&T (RODRÍGUEZ; PINO, 2019). Portanto, de modo geral, é possível afirmar que a Educação CTSA que fomenta a participação pública no universo científico tecnológico requisita o compromisso com um ensino de ciências que traz “[...] uma abordagem que articule ciência, tecnologia e sociedade, concebendo a ciência como um processo social, histórico e não-dogmático” (TEIXEIRA, 2003, p. 182).

⁴⁰ Entendemos um ensino conteudista como aquele que prioriza dimensões conceituais, factuais e até procedimentais dos conteúdos, negando a importância da dimensão atitudinal.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises desenvolvidas e discussões realizadas, podemos perceber que, em seus fundamentos apresentados na literatura, o campo da pesquisa em Educação CTSA mobiliza, em variados níveis de aprofundamento, contributos tanto de Lakatos quanto de Lacey, de modo com que esse campo desenvolveu uma densa estrutura em sua constituição teórica (Figura 4).

Figura 4 - Síntese dos contributos de Imre Lakatos e Hugh Lacey que podem ser identificados nas bases da Educação CTSA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Desse modo, assinalamos a potencialidade e densidade que o campo da pesquisa em Educação CTSA possui, mas também sinalizamos que mais estudos que contribuam no aprofundamento dos quadros teóricos sobre e por meio da Educação CTSA, considerando não só a literatura não abarcada aqui, mas também outros marcos teóricos.

Muito embora Imre Lakatos e Hugh Lacey não tenham atuado ou se pronunciado (ao menos não explícita e abrangentemente) sobre Educação em Ciências e, muito menos, sobre a Educação CTSA, com o presente trabalho pudemos mostrar que as teorias sobre a ciência desenvolvidas por esses filósofos da ciência podem ser utilizadas para fundamentar

teoricamente os estudos e práticas vinculados à Educação CTSA, cada uma a seu modo e complementando-se entre si. A partir da óptica de concepção de ciência de Lakatos, percebemos como a Educação CTSA tem definido de forma explícita seus critérios e agendas de pesquisa, promovendo, em especial, uma visão de ciência enquanto estruturas epistêmicas que estão imersas em um todo não-epistêmico. Ao nos apropriarmos dos contributos de Lacey, vemos que a Educação CTSA tem mostrado muito afincado a incentivar a participação pública nas decisões e regulamentações da ciência, principalmente ao negar a ideia de ciência livre de valores.

Porém, talvez ainda precisamos, enquanto pesquisadores do campo da Educação CTSA, investirmos nas discussões que elaboram e desenvolvem a capacidade explicativa e preditiva de novos fatos, destacando a influência dos elementos históricos no empreendimento científico; além de criticar o predomínio das metodologias descontextualizadas e promover um ideal de ciência engajada para o bem-estar de indivíduos, sociedades e ambientes.

Reconhecemos, no entanto, que esta pesquisa possui algumas limitações que podem ser melhor desenvolvidas em momentos futuros oportunos, como: ampliar o *corpus* de análise por meio de outros filtros e combinações; realizar buscas em outras bases e bancos de dados que não os escolhidos aqui; investigar também outros arcabouços e teóricos que possam contribuir para refletir sobre os conhecimentos que fundamentam as pesquisas sobre a Educação CTSA.

Apontamos, também, como sugestão, uma análise sobre trabalhos que relatem as práticas em uma perspectiva ou abordagem confluyente à Educação CTSA, visto que aqui mobilizamos apenas estudos teóricos. Olhar sobre as práticas em contextos educativos pode promover uma outra forma de reflexão acerca das constituições do campo da Educação CTSA. Adicionamos, ainda, a necessidade de mais estudos que busquem olhar para a Educação em Ciências, em particular para a Educação CTSA, a partir das lentes da Filosofia da Ciência, como, por exemplo, discutindo e realizando uma reconstrução histórico-epistemológica do próprio programa de pesquisa da Educação CTSA.

REFERÊNCIAS

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

BAGDONAS, A. A favor e contra o método: a tensão entre racionalismo e anarquismo epistemológico na controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1250-1277, dez. 2020.

BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 242-260, jul./dez. 2014.

BEZERRA, V. A. Valores e incomensurabilidade: meditações kuhnianas em chave estruturalista e laudaniana. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 455-488, 2012.

BISCAINO, A. P. A imparcialidade da ciência e suas possibilidades para educação CTS. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 14, n. 31, p. 28-40, maio/ago. 2018.

CARDOSO, A. P. S. **Contribuições da epistemologia de Hugh Lacey para a Educação CTS: o contexto da nanotecnologia**. 2017. 253f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2017.

CARDOSO, A. P. S.; CALUZI, J. J.; SANTOS, R. A. dos. Aproximação entre a filosofia de Hugh Lacey e o campo educacional em Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, 2020.

CARDOSO, V. C. Revisitando o Quase Empirismo de Imre Lakatos e refletindo sobre a Educação Matemática. **Revista Eventos Pedagógicos**, Sinop, v. 9, n. 2), p. 822-846, ago./out. 2018.

CHANG, S. N.; CHIU, M. H. Lakato's Scientific Research Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Socio-scientific Issues. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 13, p. 1753-1773, Oct. 2008.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. 237f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017.

DAMBROS, M.; PASQUALLI, R. Atividade científica e a questão da não neutralidade da ciência: perspectiva epistemológica de Hugh Lacey. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. 1-17, 2020.

DELIZOICOV, D.; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 247-273, nov. 2011.

DIONOR, G. A. **Propostas de ensino baseadas em Questões Sociocientíficas: uma análise sistemática da literatura acerca do ensino de ciências na educação básica**. 2018. 102f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2018.

DIXON, B. **Para que serve a ciência?** São Paulo: Nacional, 1973[1976].

DUARTE, B. M.; ZANATTA, S. C. La Enseñanza de Conceptos de la Ciencia y Concepciones Alternativas en el Contexto de las Teorías Epistemológicas del Siglo XX. **Paradigma**, v. 37, n. 1, p. 36-45, junio 2016.

DUTRA, L. H. A. **Introdução à Teoria da Ciência**. 4. ed. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2017.

ELGIN, C. Science, ethics and education. **Theory and Research in Education**, v. 3, n. 9, p. 251-263, 2011.

ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C. L. G. C. Revisão Integrativa *versus* Revisão Sistemática. [Editorial]. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9-11, jan-mar. 2014.

FLOR, T. O. *et al.* Revisões de Literatura como métodos de pesquisa: aproximações e divergências. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CÊNCIAS, 6., 2021, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, 2021. p. 01-12.

GATTI, S. R. T; NARDI, R. (Orgs.). **A História e a filosofia da ciência no ensino de ciências**: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula. São Paulo: Escrituras, 2016.

HODSON, D. **Teaching and learning science**: towards a personalized approach. Buckingham: Open University Press, 1998.

JAPIASSU, H. **A crise da razão e do saber objetivo**: as ondas do irracional. São Paulo: Letras & Letras, 1996.

JORGE, V. L.; FARIA, A. M. T.; SILVA, M. G. Posicionamento dos partidos políticos brasileiros na escala esquerda-direita: dilemas metodológicos e revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ciências Política**, n. 33, e227686, p. 1-44, 2020.

KUHN, T. S. Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice. *In*: KUHN, T. S. **The Essential Tension**: selected studies in scientific tradition and change. Chicago: The University of Chicago Press, 1977. cap. 13, p. 320-339.

LACEY, H. **Is science value free?** Values and scientific understanding. London: Routledge, 1999.

LACEY, H. O lugar da ciência no mundo dos valores e da experiência humana. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 681-701, 2009.

LAKATOS, I. **A lógica do descobrimento matemático**: provas e refutações. Rio de Janeiro: Zahar Editores, [1976]1978.

LAKATOS, I. **Historia de las ciencias y sus reconstrucciones racionales**. Madrid: Tecnos, 1987.

LAKATOS, I. Reply to Critics. *In*: BUCK, R. C.; COHEN, R. S. (Eds.). **PSA 1970**: In Memory of Rudolf Carnap Proceedings of the 1970 Biennial Meeting Philosophy of Science Association. Dordrecht: Springer Netherlands, 1971. p. 174-182.

LAKATOS, I. **The methodology of scientific research programmes**: philosophical papers – volume 1. Cambridge: Cambridge University Press, [1978]1989.

LATOUR, B. Why Has Critique Run out of Steam? From Matters of Fact to Matters of Concern. **Critical Inquiry**, v. 30, n. 2, p. 225-248, 2004.

LOPES, B. I. **O papel dos valores na ciência**: Thomas Kuhn e Hugh Lacey. 2014. 97f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

MARTINS, R. A. O que é a ciência, do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**, n. 9, p. 5-20, 1999.

MATTHEWS, M. R. (Ed.). **History, Philosophy and Science Teaching**: New Perspectives. Switzerland: Springer Nature, 2018.

MATTHEWS, M. R. (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer, 2014.

MATTHEWS, M. R. (Ed.). **Science Teaching**: The Contribution of History and Philosophy of Science. 2. ed. New York: Routledge, 2015.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, Out-Dez. 2008.

MOULINES, C. U. **O desenvolvimento moderno da filosofia da ciência (1890-2000)**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia, 2020.

NIAZ, M. A lakatosian conceptual change teaching strategy based on student ability to build models with varying degrees of conceptual understanding of chemical equilibrium. **Science & Education**, v. 7, p. 107-127, mar. 1998.

NUNES-NETO, N. F.; CONRADO, D. M. Ensinando ética. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 37, p. 1-28, 2021.

PAPINEAU, D. A epistemologia da ciência. In: PAPINEAU, D. (org.). **The Philosophy of Science**. Oxford: Oxford University Press, 1996. p. 1-20.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

POPPER, K. R. **O mito do contexto**: em defesa da ciência e da racionalidade. Lisboa: Edições 70, [1994]1999.

PRESTES, M. E. B.; SILVA, C. C. (Eds.). **Teaching Science with Context**: Historical, Philosophical, and Sociological Approaches. Switzerland: Springer Nature, 2018.

RODRIGUES, A. S. P.; SACHINSKI, G. P.; MARTINS, P. L. O. Contribuições da revisão integrativa para a pesquisa qualitativa em Educação. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 28, p. 1-14, 2022.

RUFATTO, C. A.; CARNEIRO, M. C. A concepção de ciência de Popper e o ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 269-289, 2009.

SGANZERLA, A.; OLIVEIRA, P. E. de. Da relação entre ética e ciência: uma análise a partir da epistemologia de Karl Popper. **Princípios – Revista de Filosofia**, Natal, v. 19, n. 31, p. 327-349, Jan./Jun. 2012.

SILVA, O. H. M. da; NARDI, R.; LABURÚ, C. E. Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 09-26, jan-jun. 2008.

SILVEIRA, F. L. da. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, dez. 1996.

TEIXEIRA, P. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TESSER, G. J. Principais linhas epistemológicas contemporâneas. **Educar**, Curitiba, n. 10, p. 91-98, 1995.

VIDEIRA, A. A. P. A filosofia da ciência sob o signo dos *Science Studies*. **Abstracta – Linguagem, Mente e Ação**, v. 2, n. 1, p. 70-83, 2005.

VILELA, M. L.; SELLES, S. E. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, dez. 2020.

VILLANI, A. Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências: uma analogia. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 169-181, 2001.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan.-abr. 2014.

WHITTEMORE, R.; KNALF, K. The integrative review: update methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, Dec. 2005.

REFERÊNCIAS DO CORPUS DA PESQUISA

ABREU, T. B. de; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Levantamento sobre a produção CTS no Brasil no período de 1980-2008 no campo de ensino de ciências. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 3-32, jun. 2013.

ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. da. Ciência, Tecnologia e Sociedade; Trabalho e Educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 99-112, jan./abr. 2012.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AUTIERI, S. M.; AMIRSHOKOOHI, A.; KAZEMPOUR, M. The science-technology-society framework for achieving scientific literacy: an overview of the existing literature. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 4, n. 1, p. 75-89, 2016.

BOURSCHEID, J. L. W.; FARIAS, M. E. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014.

CARDOSO, A. P. S.; CALUZI, J. J.; SANTOS, R. A. dos. Aproximação entre a filosofia de Hugh Lacey e o campo educacional em Ciência, Tecnologia e Sociedade. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, e12122, 2020.

CHOWDHURY, M. A. The integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for effective science education and science teaching. **Electronic Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 19-38, 2016.

FARIAS, L. N.; MIRANDA, W. S.; PEREIRA FILHO, S. C. F. Fundamentos epistemológicos das relações CTS no ensino de ciências. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 17, p. 63-75, jul./dez. 2012.

FREITAS, C. C. G.; SEGATTO, A. P. Ciência, tecnologia e sociedade pelo olhar da Tecnologia Social: um estudo a partir da Teoria Crítica da Tecnologia. **Cadernos EBAPE BR**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, abr./jun. 2014.

FREITAS, M. de; HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S. Educação em ciências na perspectiva da teoria da sociedade do conhecimento de Nico Stehr. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, e19224, 2020.

GALIETA, T.; VON LINSINGEN, I. Caracterização da produção acadêmica latino-americana sobre educação CTS e temáticas socioambientais nas Jornadas ESOCITE. **Revista CTS**, v. 16, n. 47, p. 11-41, jul. 2021.

GARCIA, G. A. M. Comprensión sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). **Trilogía – Ciencia, Tecnología y Sociedad**, v. 6, n. 11, p. 61-76, jul./dic. 2014.

GONÇALVES, R. S.; SILVA, L. F. Abordagens de temas a partir do enfoque CTS na Educação Básica: caracterização dos trabalhos apresentados por autores brasileiros, espanhóis e portugueses nos Seminários Ibero-Americanos CTS. **Revista CTS**, n. 34, v. 12, p. 223-249, feb. 2017.

GORUR, R.; HAMILTON, M.; LUNDAHL, C.; SJÖDIN, E. S. Politics by other means? STS and research in education. **Discourse: studies in the cultural politics of education**, v. 40, n. 1, p. 1-15, 2019.

LUCERO, H. C. Estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad: en favor del compromiso político. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 511-534, 2014.

MARULANDA, C. O. La educación CTS: un espacio para la cooperación ibero-americana. **Revista CTS**, n. 42, v. 14, p. 99-114, octubre 2019.

MELO, T. B. de; PONTES, F. C. C. P.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA, M. A. F. B. da; CHRISPINO, A. Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma análise de rede sobre a produção acadêmica brasileira em ensino. **RBPEC** – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 16, n. 3, p. 587-606, dez. 2016.

NASCIMENTO, T. G.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia** – Revista de Ciencias Sociales, n. 42, p. 95-116, sep./dic. 2006.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

RIBEIRO, T. V.; SANTOS, A. T.; GENOVESE, L. G. R. A história dominante do Movimento CTS e o seu papel no subcampo brasileiro de pesquisa em ensino de ciências CTS. **RBPEC** – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 17, n. 1, p. 13-43, abr. 2017.

RODRÍGUEZ, A. S. M.; PINO, J. C. D. Estudo da produção científica sobre o enfoque CTS em revistas brasileiras especializadas. **Amazônia** – Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 15, n. 33, p. 167-182, jan./jun. 2019.

SANTOS, M. E. V. M. dos. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista CTS**, n. 6, v. 2, p. 137-157, dic. 2005.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO** – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 02, n. 02, p. 110-132, jul-dez. 2000.

SOUSA, R. G. de; BRITO, L. P. de. Controvérsias em experiências pedagógicas CTS/CTSA na formação inicial de professores de ciências: o que dizem algumas dissertações e teses brasileiras? **Amazônia**: Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 12, n. 23, p. 85-102, Jul-Dez. 2015.

STRIEDER, R. B.; TORIJA, B. B.; QUILEZ, M. J. G. Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 35, n. 3, p. 29-49, 2017.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 1, p. 27-56, maio 2017.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

WERLANG, J.; PEREIRA, P. B. Educação do Campo, CTS, Paulo Freire e Currículo: pesquisas, confluências e aproximações. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, e21016, 2021.

CONCLUSÕES

Esta tese buscou, em uma pesquisa de caráter teórico, realizada por meio de um aprofundamento histórico-epistemológico em filosofia da ciência e de uma revisão integrativa da literatura, contribuir para o desenvolvimento da Educação em Ciências, com ênfase na compreensão da Educação CTSA enquanto campo de pesquisa.

No Artigo-Capítulo 1, buscamos compreender algumas contribuições teórico-epistemológicas de dois autores da filosofia da ciência – Imre Lakatos e Hugh Lacey – e como suas abordagens podem se complementar na construção de uma visão mais abrangente de compreensão da ciência, algumas reflexões e encaminhamentos de tal discussão, além de possíveis implicações para a Educação em Ciências.

Delimitar as fronteiras entre o que é e o que não é ciência (ou científico) foi e ainda é uma discussão com importante centralidade. Discussão essa que, com o avançar do debate, extrapolou as alçadas da filosofia da ciência e passou não só a demandar contribuições de outras áreas, como também a impactar outros campos.

Seja por meio de Imre Lakatos e sua Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica visando compreender como a ciência se (re)constrói e ainda reafirmar a importância dos entrelaçamentos entre a história e a filosofia da ciência, seja por meio de Hugh Lacey tensionando como valores epistêmicos e não-epistêmicos influenciam e são influenciados, na práxis, pela/na Ciência e na Tecnologia, vemos os estudos metacientíficos avançando e regredindo, simplificando e complexificando tais relações profundas.

Já no Artigo-Capítulo 2, analisamos, por meio de revisão integrativa da literatura, como publicações do campo da pesquisa em Educação CTSA apresentam contribuições epistemológicas discutidas por Lakatos e Lacey em seus fundamentos, para que dessa forma, possamos perceber a complexidade que o campo da pesquisa em Educação CTSA vem desenvolvendo ao longo das décadas de sua existência.

Com base na análise realizada, percebemos que o campo da pesquisa em Educação CTSA, em seus fundamentos propostos na literatura, apresenta uma densa estrutura em sua constituição teórica, visível devido a existir, mesmo que em maior ou menor desenvolvimento, contributos tanto de Lakatos, quanto Lacey.

Assim, apontamos o potencial e, ao mesmo tempo, a necessidade de pesquisas que contribuam no aprofundamento dos quadros teóricos acerca da Educação CTSA, e que considere não só a literatura não consultada por esta pesquisa, mas também outros teóricos e

suas teorias. Também indicamos a importância de abarcar outras fontes que possuam sua relevância dentro do contexto da pesquisa em educação em ciências e na filosofia da ciência, por exemplo, além de incluir outros bancos e bases de dados.

REFERÊNCIAS GERAIS DA TESE

ABRANTES, P. C. **Método e ciência**: uma abordagem filosófica. 2. ed. Belo Horizonte: Fino Traço, 2020.

ABREU, T. B. de; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Levantamento sobre a produção CTS no Brasil no período de 1980-2008 no campo de ensino de ciências. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 6, n. 2, p. 3-32, jun. 2013.

ACHINSTEIN, P. O problema da demarcação. Tradução Paulo Sousa. *In*: CRAIG, E. (Org.). **Routledge Encyclopedia of Philosophy**. Londres: Routledge, [1998]2004. Disponível em: https://criticanarede.com/cien_demarcacao.html. Acesso em: 09 out. 2020.

AIKENHEAD, G. S. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, v. 16, n. 2, p. 114-124, abr. 2005

AIKENHEAD, G. S. STS in Canada: From policy to student evaluation. *In*: KUMAR, D. D.; CHUBIN, D. E. (Eds.). **Science, technology, and society**: A sourcebook on research and practice. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2000. p. 49-89.

ALBIERI, S.; TONIOL, A. P. N. Razão ou revolução: resgatando o debate Popper-Kuhn na História da Ciência. **Khronos** – Revista de História da Ciência, n. 6, p. 100-112, dez. 2018.

ALMEIDA, V. H. S. de. **O problema da Demarcação como Problema Central da Filosofia da Ciência**. 2016. 79f. Dissertação (Mestrado em História e Filosofia das Ciências) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

ALVES, R. **Filosofia da ciência**: uma introdução ao jogo e a suas regras. 19. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2015.

ARABATZIS, T. What's in It for the Historian of Science? Reflections on the Value of Philosophy of Science for History of Science. **International Studies in the Philosophy of Science**, v. 31, n. 1, p. 69-82, 2017.

ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. da. Ciência, Tecnologia e Sociedade; Trabalho e Educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica. **ENSAIO** – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 99-112, jan./abr. 2012.

ARTHURY, L. H. M.; PEDUZZI, L. O. Q. A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos: Recepção de um texto para graduandos em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2405, 2013.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AUTIERI, S. M.; AMIRSHOKOOHI, A.; KAZEMPOUR, M. The science-technology-society framework for achieving scientific literacy: an overview of the existing literature. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 4, n. 1, p. 75-89, 2016.

BAGDONAS, A. A favor e contra o método: a tensão entre racionalismo e anarquismo epistemológico na controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1250-1277, dez. 2020.

BAGDONAS, A. **Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre Cosmologia**. 2015. 266 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BAGDONAS, A. Propostas para a educação científica com base em estudos de história da física na primeira metade do século XX em uma abordagem transnacional. **Em Construção**, n. 7, p. 113-123, 2020.

BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 242-260, jul./dez. 2014.

BAGHRAMIAN, M.; CARTER, J. A. Relativism. In: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2019. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/relativism/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

BARBOSA, J. C. Formatos insubordinados de dissertações e teses na Educação Matemática. In: D'AMBROSIO, B. S.; LOPES, C. E. (Org.). **Vertentes da subversão na produção científica em educação matemática**. Campinas/SP: Mercado de Letras, 2015. p. 347-367.

BELL, J. **Doing your research Project: a guide for first-time researchers in education, health and social science**. 4. ed. England: Open University Press, 2005.

BETTIN, R. **Pluralidade de Mundos do Conhecimento em Karl Popper**. 2014. 84f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

BEZERRA, V. A. Valores e incomensurabilidade: meditações kuhnianas em chave estruturalista e laudaniana. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 455-488, 2012.

BISCAINO, A. P. A imparcialidade da ciência e suas possibilidades para educação CTS. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 14, n. 31, p. 28-40, maio/ago. 2018.

BORGE, B. Verdad y leyes de la naturaleza en la metodología de los programas de investigación científica. **Signos Filosóficos**, v. 19, n. 37, p. 146-169, ene-jun 2017.

BORTOLLOTTI, L. **Introdução à Filosofia da Ciência**. Lisboa: Gradiva Publicações, 2013.

BOURSCHEID, J. L. W.; FARIAS, M. E. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014.

BRANQUINHO, J.; MURCHO, D.; GOMES, N. G. **Enciclopédia de Termos Lógico-Filosóficos**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

CARDOSO, A. P. S. **Contribuições da epistemologia de Hugh Lacey para a Educação CTS: o contexto da nanotecnologia**. 2017. 253f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2017.

CARDOSO, A. P. S.; CALUZI, J. J.; SANTOS, R. A. dos. Aproximação entre a filosofia de Hugh Lacey e o campo educacional em Ciência, Tecnologia e Sociedade. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, e12122, 2020.

CARVALHO, R. R. **O problema da demarcação em Popper, Kuhn e Laudan**. 2017. 66f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

CAUDILL, D. S.; CONLEY, S. N.; GORMAN, M. E.; WEINEL, M. (Ed.). **The Third Wave in Science and Technology Studies: Future Research Directions on Expertise and Experience**. London: Palgrave Macmillan, 2019.

CAVALCANTI, D. B.; COSTA, M. A. F. da; CHRISPINO, A. Educação Ambiental e Movimento CTS, caminhos para a contextualização do Ensino de Biologia. **Revista Práxis**, n. 12, dez. 2014.

CHALMERS, A. F. **A Fabricação da Ciência**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, [1990]1994.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, [1976]1993.

CHANG, S. N.; CHIU, M. H. Lakato's Scientific Research Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Socio-scientific Issues. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 13, p. 1753-1773, Oct. 2008.

CHOWDHURY, M. A. The integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for effective science education and science teaching. **Electronic Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 19-38, 2016.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. 237f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017.

COSTA, C. F. Falseacionismo e anti-indutivismo popperianos. **Theoria – Revista Eletrônica de Filosofia**, Porto Alegre, v. 4, n. 9, p. 17-24, 2012.

COSTA, J. M. da; KIPNIS, B. O debate epistemológico na formação do pesquisador da educação: reflexões a partir de alguns epistemólogos modernos. **Educação em Perspectiva**, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan./jun. 2014.

CREATH, R. Logical Empiricism. In: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/logical-empiricism/>. Acesso em: 30 jan. 2020.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou Letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de *scientific literacy*. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, jan.-mar, p. 169-186, 2017.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.

DAMBROS, M.; PASQUALLI, R. Atividade científica e a questão da não neutralidade da ciência: perspectiva epistemológica de Hugh Lacey. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. 1-17, 2020.

DELIZOICOV, D.; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 247-273, nov. 2011.

DIMITRAKOS, T. Reconstructing rational reconstructions: on Lakatos's account on the relation between history and philosophy of science. **European Journal for Philosophy of Science**, v 10, n. 29, p. 1-29, 2020.

DIONOR, G. A. **Propostas de ensino baseadas em Questões Sociocientíficas**: uma análise sistemática da literatura acerca do ensino de ciências na educação básica. 2018. 102f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2018.

DIXON, B. **Para que serve a ciência?** São Paulo: Nacional, 1973[1976].

DUARTE, B. M.; ZANATTA, S. C. La Enseñanza de Conceptos de la Ciencia y Concepciones Alternativas em el Contexto de las Teorías Epistemológicas del Siglo XX. **Paradigma**, v. 37, n. 1, p. 36-45, junio 2016.

DUHEN, P. **The Aim and Structure of Physical Theory**. New Jersey: Princeton University Press, [1906]1954.

DUKE, N. K.; BECK, S. W. Education should consider alternative formats for the dissertation. **Educational Researcher**, v. 28, n. 3, p. 31-36, Apr., 1999.

DUTRA, L. H. A. **Introdução à Teoria da Ciência**. 4. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2017.

ELGIN, C. Science, ethics and education. **Theory and Research in Education**, v. 3, n. 9, p. 251-263, 2011.

ELMAN, C.; ELMAN, M. F. How not to be Lakatos intolerant: appraising progress in IR Research. **International Studies Quarterly**, v. 46, p. 231-262, 2002.

ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C. L. G. C. Revisão Integrativa *versus* Revisão Sistemática. [Editorial]. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9-11, jan-mar. 2014.

EUGÊNIO JUNIOR, C. **O problema da indução e a falseabilidade em Karl Popper**. 2018. 57f. Monografia (Licenciatura em Filosofia) – Universidade Federal da Lavras, Lavras, 2018.

FARIAS, L. N.; MIRANDA, W. S.; PEREIRA FILHO, S. C. F. Fundamentos epistemológicos das relações CTS no ensino de ciências. **Amazônia** – Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 9, n. 17, p. 63-75, jul./dez. 2012.

FELT, U.; FOUCHÉ, R.; MILLER, C. A.; SMITH-DOERR, L. (Eds.). **The handbook of science and technology studies**. 4. ed. Cambridge: The MIT Press, 2017.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, [1975]1977.

FLOR, T. O. *et al.* Revisões de Literatura como métodos de pesquisa: aproximações e divergências. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CÊNCIAS, 6., 2021, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, 2021. p. 01-12.

FREITAS, C. C. G.; SEGATTO, A. P. Ciência, tecnologia e sociedade pelo olhar da Tecnologia Social: um estudo a partir da Teoria Crítica da Tecnologia. **Cadernos EBAPE BR**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, abr./jun. 2014.

FREITAS, M. de; HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S. Educação em ciências na perspectiva da teoria da sociedade do conhecimento de Nico Stehr. **ENSAIO** – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 22, e19224, 2020.

FULLER, S. W. **The philosophy of science and technology studies**. New York: Routledge, 2006.

FURLAN, R. Uma revisão/discussão sobre a filosofia da ciência. **Paidéia**, v. 12, n. 24, p. 125-138, 2003.

GALIETA, T.; VON LINSINGEN, I. Caracterização da produção acadêmica latino-americana sobre educação CTS e temáticas socioambientais nas Jornadas ESOCITE. **Revista CTS**, v. 16, n. 47, p. 11-41, jul. 2021.

GARCIA, G. A. M. Comprensión sobre la naturaleza de la ciencia em la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). **Trilogía** – Ciencia, Tecnología y Sociedad, v. 6, n. 11, p. 61-76, jul./dic. 2014.

GATTI, S. R. T; NARDI, R. (Orgs.). **A História e a filosofia da ciência no ensino de ciências**: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula. São Paulo: Escrituras, 2016.

GONÇALVES, A.; SCHELLER, M. Investigações Matemáticas sob a ótica da epistemologia de Lakatos: percepções a partir de uma meta-análise. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 18, p. 1-19, e021051, 2021.

GONÇALVES, R. S.; SILVA, L. F. Abordagens de temas a partir do enfoque CTS na Educação Básica: caracterização dos trabalhos apresentados por autores brasileiros, espanhóis e portugueses nos Seminários Ibero-Americanos CTS. **Revista CTS**, n. 34, v. 12, p. 223-249, feb. 2017.

GORUR, R.; HAMILTON, M.; LUNDAHL, C.; SJÖDIN, E. S. Politics by other means? STS and research in education. **Discourse: studies in the cultural politics of education**, v. 40, n. 1, p. 1-15, 2019.

GUIMARÃES, M. D. M. *et al.* A Teoria Gaia é um conteúdo legítimo no ensino médio de Ciências? **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 73-104, 2008.

HACKETT, E. J.; AMSTERDAMSKA, O.; LYNCH, M.; WAJCMAN, J. **The handbook of science and technology studies**. 3. ed. Cambridge: The MIT Press, 2008.

HAND, B. *et al.* Message from the “Island Group”: What is scientific literacy? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, p. 607–615, 2003.

HANSSON, S. V. Science and Pseudo-science. *In*: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/pseudo-science/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

HODSON, D. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**, v. 3, n. 1, p. 2-7, 2004.

HODSON, D. **Looking to the future**: building a curriculum for social activism. Rotterdam: Sense Publishers, 2011.

HODSON, D. Science education as a call to action. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 10, n. 3, p. 197–206, 2010.

HODSON, D. **Teaching and learning science**: towards a personalized approach. Buckingham: Open University Press, 1998.

JAPIASSU, H. **A crise da razão e do saber objetivo**: as ondas do irracional. São Paulo: Letras & Letras, 1996.

JORGE, V. L.; FARIA, A. M. T.; SILVA, M. G. Posicionamento dos partidos políticos brasileiros na escala esquerda-direita: dilemas metodológicos e revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ciências Política**, n. 33, e227686, p. 1-44, 2020.

KAHN, S.; ZEIDLER, D. L. A case for the use of conceptual analysis in science education research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 54, n. 4, p. 538-551, 2016.

KISS, O. Heuristic, Methodology or Logic of Discovery? Lakatos on Patterns of Thinking. **Perspectives on Science**, v. 14, n. 3, p. 302-317, 2006.

KOYRÉ, A. **Metaphysics & Measurement**: Essays in Scientific Revolution. Cambridge: Harvard University Press, 1968.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, [1962]1970.

KUHN, T. S. Notes on Lakatos. *In*: BUCK, R. C.; COHEN, R. S. (Eds.). **PSA 1970**: In Memory of Rudolf Carnap Proceedings of the 1970 Biennial Meeting Philosophy of Science Association. Dordrecht: Springer Netherlands, 1971. p. 137-146.

KUHN, T. S. Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice. *In*: KUHN, T. S. **The Essential Tension**: selected studies in scientific tradition and change. Chicago: The University of Chicago Press, 1977. cap. 13, p. 320-339.

KUHN, T. S. **The Copernican Revolution**: planetary astronomy in the development of Western thought. Cambridge: Harvard University Press, 1957.

KUUKKANEN, J. M. Lakatosian Rational Reconstruction Updated. **International Studies in the Philosophy of Science**, v. 31, n. 1, p. 83-102, 2017.

LACEY, H. A imparcialidade da ciência e a responsabilidade dos cientistas. **Scientiae Studia**, v. 9, n. 3, p. 487-500, 2011.

LACEY, H. Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais? **Scientiae Studia**, v. 1, n. 2, p. 121-149, 2003.

LACEY, H. **Is science value free?** Values and scientific understanding. London: Routledge, 1999.

LACEY, H. O lugar da ciência no mundo dos valores e da experiência humana. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 681-701, 2009.

LACEY, H.; MARICONDA, P. R. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 643-668, 2014.

LAKATOS, I. (Ed.). **The Problem of Inductive Logic**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1968.

LAKATOS, I. **A lógica do descobrimento matemático**: provas e refutações. Rio de Janeiro: Zahar Editores, [1976]1978.

LAKATOS, I. **Historia de las ciencias y sus reconstrucciones racionales**. Madrid: Tecnos, 1987.

LAKATOS, I. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. *In*: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Cultrix, 1979. p. 109-243.

LAKATOS, I. Reply to Critics. *In*: BUCK, R. C.; COHEN, R. S. (Eds.). **PSA 1970**: In Memory of Rudolf Carnap Proceedings of the 1970 Biennial Meeting Philosophy of Science Association. Dordrecht: Springer Netherlands, 1971. p. 174-182.

LAKATOS, I. Science and pseudoscience. *In*: BROWN, S.; FAUVEL, J.; FINNEGAN, R. (eds.). **Conceptions of Inquiry**. Abingdon: Taylor & Francis, [1981]2005. p. 99-105

LAKATOS, I. **The methodology of scientific research programmes**: philosophical papers – volume 1. Cambridge: Cambridge University Press, [1978]1989.

LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Cultrix, [1970]1979.

LATOUR, B. Why Has Critique Run out of Steam? From Matters of Fact to Matters of Concern. **Critical Inquiry**, v. 30, n. 2, p. 225-248, 2004.

LAUDAN, L. The demise of the demarcation problem. *In*: COHEN, R.; LAUDAN, L. **Physics, Philosophy and psychoanalysis**: Essays in Honour of Adolf Grünbaum. Dordrecht: Reidel, 1983. p. 111-127.

LAUX, E. R. T. O problema da indução: de Hume a Popper – A confiabilidade da ciência na visão de Hume e Popper, tendo por base a questão da indução. **Controvérsia**, v. 8, n. 1, p. 12-21, jan.-abr. 2012.

LEVINSON, R. Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 10, p. 1201-1224, 2006.

LIMA-TAVARES, M. de. **Gaia e Ciência**: uma análise da cientificidade da Teoria Gaia de acordo com a Metodologia dos Programas de Pesquisa de Lakatos. 2002. 194f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2002.

LOPES, B. I. **O papel dos valores na ciência**: Thomas Kuhn e Hugh Lacey. 2014. 97f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

LUCERO, H. C. Estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad: en favor del compromiso político. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 511-534, 2014.

MACHADO, S. F. R. *et al.* Gaston Bachelard e Imre Lakatos: uma convergência epistemológica fundamentada na dinamicidade da história da ciência. **Pensando** – Revista de Filosofia, v. 12, n. 25, p. 23-41, 2021.

MARKIE, P. Rationalism vs. Empiricism. *In: The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/rationalism-empiricism/>. Acesso em: 10 ago. 2020.

MARTIN, E. C. “The Battle is on”: Lakatos, Feyerabend, and the student protests. *European Journal for Philosophy of Science*, v. 9, n. 28, p. 1-33, 2019.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora Unesp, 2012

MARTINS, R. A. O que é a ciência, do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**, n. 9, p. 5-20, 1999.

MARULANDA, C. O. La educación CTS: un espacio para la cooperación ibero-americana. **Revista CTS**, n. 42, v. 14, p. 99-114, octubre 2019.

MATTHEWS, M. R. (Ed.). **History, Philosophy and Science Teaching: New Perspectives**. Switzerland: Springer Nature, 2018.

MATTHEWS, M. R. (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer, 2014.

MATTHEWS, M. R. (Ed.). **Science Teaching: The Contribution of History and Philosophy of Science**. 2. ed. New York: Routledge, 2015.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MELO, T. B. de; PONTES, F. C. C. P.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA, M. A. F. B. da; CHRISPINO, A. Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma análise de rede sobre a produção acadêmica brasileira em ensino. **RBPEC** – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 16, n. 3, p. 587-606, dez. 2016.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, Out-Dez. 2008.

MOULINES, C. U. **O desenvolvimento moderno da filosofia da ciência (1890-2000)**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia, 2020.

MOURA, C. B. de. GUERRA, A. História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 725-748, dez. 2016.

MUSGRAVE, A.; PIGDEN, C. Imre Lakatos. In: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2016. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/lakatos/>. Acesso em: 02 dez. 2020.

NASCIMENTO, T. G.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia – Revista de Ciências Sociais**, n. 42, p. 95-116, sep./dic. 2006.

NIAZ, M. A lakatosian conceptual change teaching strategy based on student ability to build models with varying degrees of conceptual understanding of chemical equilibrium. **Science & Education**, v. 7, p. 107-127, mar. 1998.

NUNES-NETO, N. F.; CONRADO, D. M. Ensinando ética. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 37, p. 1-28, 2021.

OLIVA, A. O relativismo de Kuhn é derivado da história da ciência ou é uma filosofia aplicada à ciência? **Scientiae Studia**, v. 10, n. 3, p. 561-592, 2012.

OLIVEIRA, M. B. de. A epistemologia engajada de Hugh Lacey. In: OLIVEIRA, M. B. de. **Da ciência cognitiva à dialética**. São Paulo: Discurso Editorial, 1999. cap. 13, p. 209-222.

OLIVEIRA, M. R. A. **O confronto entre Thomas Kuhn e Imre Lakatos sobre a Racionalidade Científica**. São Luís: EDUEMA, 2015.

PAIXÃO, G. A. Reflexões epistemológicas sobre a *Educação em e o Ensino de Ciências da Natureza*. **Cadernos de Pedagogia**, v. 15, n. 32, p. 56-68, maio/ago. 2021.

PAPINEAU, D. A epistemologia da ciência. In: PAPINEAU, D. (org.). **The Philosophy of Science**. Oxford: Oxford University Press, 1996. p. 1-20.

PEDRETTI, E. Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: ZEIDLER, D. (Org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 219-239.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, v. 95, p. 601-626, 2011.

PEREIRA, F. P. C.; GURGEL, I. O ensino da Natureza da Ciência como forma de resistência aos movimentos Anticiência: o realismo estrutural como contraponto ao relativismo epistêmico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1278-1319, dez. 2020.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PIGLIUCCI, M. The demarcation problem: a (belated) response to Laudan. *In*: PIGLIUCCI, M.; BOUDRY, M. (Org.). **Philosophy of Pseudoscience: reconsidering the demarcation problem**. Chicago: Chicago University Press, 2013. p. 9-28.

PIGLIUCCI, M.; BOUDRY, M. (Eds.). **Philosophy of Pseudoscience: reconsidering the demarcation problem**. Chicago: Chicago University Press, 2013.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Cultrix, [1934]1972.

POPPER, K. R. **Autobiografia intelectual**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, [1976]1986.

POPPER, K. R. **Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária**. São Paulo: EDUSP, [1972]1975.

POPPER, K. R. **Lógica das ciências sociais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, [1978]2004.

POPPER, K. R. **O mito do contexto: em defesa da ciência e da racionalidade**. Lisboa: Edições 70, [1994]1999.

POPPER, K. R. **O Realismo e o Objectivo da Ciência**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, [1956]1987.

POPPER, K. R. The Problem of Demarcation: *Ad hoc* Hypotheses and Auxiliary Hypotheses. The Falsifiability of Newton's Theory. *In*: SCHILPP, P. A.; POPPER, K. R. (Eds.). **The Philosophy of Karl Popper**. La Salle: Open Court, 1974. v. 2, p. 986.

PRESTES, M. E. B.; CALDEIRA, A. M. A. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009.

PRESTES, M. E. B.; SILVA, C. C. (Eds.). **Teaching Science with Context: Historical, Philosophical, and Sociological Approaches**. Switzerland: Springer Nature, 2018.

PUTNAM, H. The 'Corroboration' of Theories. *In*: SCHILPP, P. A.; POPPER, K. R. (Eds.). **The Philosophy of Karl Popper**. La Salle: Open Court, 1974. v. 1, p. 221-240.

QUINE, W. V. O. Two dogmas of empiricism. *In*: QUINE, W. V. O. **From a logical point of view**. 2. ed. New York: Harper Torchbooks, 1961. p. 20-46.

QUINTON, A. Analytical Philosophy. In: **Oxford Companion to Philosophy**. Oxford: Oxford University Press, 1995. p. 666-670.

REIS, C. R. M. dos. **Ciência e Valores**: em defesa de um pluralismo sensível ao contexto. 2019. 73f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

REIS, P. Da Discussão à ação sóciopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.

RIBEIRO, T. V.; SANTOS, A. T.; GENOVESE, L. G. R. A história dominante do Movimento CTS e o seu papel no subcampo brasileiro de pesquisa em ensino de ciências CTS. **RBPEC – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 13-43, abr. 2017.

ROBERTS, D. Scientific literacy/Science literacy. In: ABELL, S.; LEDERMAN, N. (Eds.). **Handbook of research on science education**. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2007. p. 729-780.

RODRIGUES, A. S. P.; SACHINSKI, G. P.; MARTINS, P. L. O. Contribuições da revisão integrativa para a pesquisa qualitativa em Educação. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 28, p. 1-14, 2022.

RODRÍGUEZ, A. S. M.; PINO, J. C. D. Estudo da produção científica sobre o enfoque CTS em revistas brasileiras especializadas. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 15, n. 33, p. 167-182, jan./jun. 2019.

ROZENTALSKI, E. F. **Indo além da Natureza da Ciência**: o filosofar sobre a Química por meio da ética química. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Química) – Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

RUFATTO, C. A.; CARNEIRO, M. C. A concepção de ciência de Popper e o ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 269-289, 2009.

RUPPENTHAL, R.; COUTINHO, C.; MARZARI, M. R. B. Alfabetização e Letramento Científico: dimensões da educação científica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e7559109302, 2020.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 5, p. 513–536, 2004.

SANTOS, M. E. V. M. dos. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista CTS**, n. 6, v. 2, p. 137-157, dic. 2005.

SANTOS, P. Relativismo. In: ALMEIDA, A. **Dicionário escolar de filosofia**. (On-line). Crítica na Rede, 2016. Disponível em: <https://criticanarede.com/r.html>. Acesso em: 10 ago. 2020.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, set./dez., p. 474-550, 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, dez., 2002.

SAUNDERS, K. J.; RENNIE, L. J. A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science. **Research in Science Education**, v. 43, n. 1, p. 253-274, 2013.

SGANZERLA, A.; OLIVEIRA, P. E. de. Da relação entre ética e ciência: uma análise a partir da epistemologia de Karl Popper. **Princípios – Revista de Filosofia**, Natal, v. 19, n. 31, p. 327-349, Jan./Jun. 2012.

SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SHIBARSHINA, S. V. On some Conceptual Background of Imre Lakatos' Thought. **Epistemology & Philosophy of Science**, v. 55, n. 3, p. 52-56, 2018.

SHINN, T.; RAGOUET, P. **Controvérsias sobre a ciência: por uma sociologia transversalista da atividade científica**. São Paulo: Associação Filosófica Scientia Studia: Editora 34, 2008.

SILVA, K. M. A. **Questões sociocientíficas e o pensamento complexo: tecituras para o Ensino de Ciências**. 2016. 303f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Educação, Brasília, 2016.

SILVA, O. H. M. da; NARDI, R.; LABURÚ, C. E. Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 09-26, jan-jun. 2008.

SILVA, R. O. Origens do science studies: política e interdisciplinaridade na constituição do movimento. **Revista Conhecimento & Diversidade**, Niterói, n. 3, p. 10-18, jan./jun 2010.

SILVEIRA, F. L. da. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 197-218, dez. 1996a.

SILVEIRA, F. L. da. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, dez. 1996b.

SISMONDO, S. **An introduction to Science and Technology Studies**. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell Publishing, 2009.

SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS education**: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994.

SOUSA, R. G. de; BRITO, L. P. de. Controvérsias em experiências pedagógicas CTS/CTSA na formação inicial de professores de ciências: o que dizem algumas dissertações e teses brasileiras? **Amazônia**: Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 12, n. 23, p. 85-102, Jul-Dez. 2015.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 1, p. 27-56, maio 2017.

STRIEDER, R. B.; TORIJA, B. B.; QUILEZ, M. J. G. Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 35, n. 3, p. 29-49, 2017.

SWOYER, C. Relativism. *In*: **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2015. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/relativism/>. Acesso em: 10 ago. 2020.

TEIXEIRA, C. Racionalismo. *In*: ALMEIDA, A. **Dicionário escolar de filosofia**. (On-line). Crítica na Rede, 2016. Disponível em: <https://criticanarede.com/r.html>. Acesso em: 10 ago. 2020.

TEIXEIRA, P. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TESSER, G. J. Principais linhas epistemológicas. **Educar**, Curitiba, n. 10, p. 91-98, 1995.

THORNTON, S. Karl Popper. *In*: **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2019. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/popper/>. Acesso em: 06 fev. 2020.

TOLLER, U. Teaching/learning styles, performance, and students' teaching evaluation in S/T/E/S-focused Science teacher education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, p. 593-607, 1991.

UEBEL, T. “Logical Positivism” – “Logical Empiricism”: What’s in a Name? **Perspectives of Science**, v. 2, n. 1, p. 58-99, 2013.

UEBEL, T. Vienna Circle. In: **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2021. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/vienna-circle/>. Acesso em 06 abr. 2022.

VALLE, B.; OLIVEIRA, P. E. de. **Introdução ao pensamento de Imre Lakatos e Thomas Kuhn**. Curitiba: Champagnat, 2012.

VIDEIRA, A. A. P. A filosofia da ciência sob o signo dos *Science Studies*. **Abstracta – Linguagem, Mente e Ação**, v. 2, n. 1, p. 70-83, 2005.

VILCHES, A., GIL-PÉREZ, D.; PRAIA J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 161-184.

VILELA, M. L.; SELLES, S. E. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, dez. 2020.

VILLANI, A. Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências: uma analogia. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 169-181, 2001.

VITAL, A.; GUERRA, A. A natureza da ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 225-257, ago. 2014.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan.-abr. 2014.

WERLANG, J.; PEREIRA, P. B. Educação do Campo, CTS, Paulo Freire e Currículo: pesquisas, confluências e aproximações. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, e21016, 2021.

WHITTEMORE, R.; KNALF, K. The integrative review: update methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, Dec. 2005.

YOUNAS, A. Examining progression and degeneration of nursing science using Imre Lakatos's methodology of scientific research programs. **Nursing Philosophy**, e12342, p. 1-9, 2020.

ZABOTTI, K.; LEITE, R. F.; JUSTINA, L. A. D. Epistemologia de Lakatos e as proposições atuais da evolução biológica. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 6, p. 1085-1097, 2021.

ZIMMERMANN, E.; BERTANI, J. A. Um novo olhar sobre os cursos de formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 43-62, abr. 2003.