



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA
DOUTORADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA**

MARIA JOSIANE DA SILVA NERY

**ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS CINCO DOMÍNIOS DO LETRAMENTO
CIENTÍFICO: UM PROCESSO EDUCACIONAL À LUZ DA PEDAGOGIA
HISTÓRICO-CRÍTICA**

**CAMPINA GRANDE
2024**

MARIA JOSIANE DA SILVA NERY

**ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS CINCO DOMÍNIOS DO LETRAMENTO CIENTÍFICO:
UM PROCESSO EDUCACIONAL À LUZ DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA**

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática

Área de concentração: Ciências Biológicas
Linha de pesquisa: Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Goglio

CAMPINA GRANDE
2024

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

N456e Nery, Maria Josiane da Silva.

Ensino de ciências para os cinco domínios do letramento científico: [manuscrito] : um processo educacional à luz da pedagogia histórico-crítica / Maria Josiane da Silva Nery. - 2024.

171 f. : il. color.

Digitado.

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Paulo César Geglio, Campus I".

1. Alfabetização científica. 2. Cultura científica. 3. Materialismo histórico e dialético. 4. Teorias pedagógicas críticas. 5. Produto educacional. I. Título

21. ed. CDD 370.1

MARIA JOSIANE DA SILVA NERY

ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS CINCO DOMÍNIOS DO LETRAMENTO
CIENTÍFICO: UM PROCESSO EDUCACIONAL À LUZ DA PEDAGOGIA
HISTÓRICO-CRÍTICA

Tese apresentada à Coordenação do
Curso de Doutorado em Ensino de
Ciências e Educação Matemática da
Universidade Estadual da Paraíba,
como requisito parcial à obtenção do
título de Doutora em Ensino de
Ciências e Educação Matemática

Linha de Pesquisa: Cultura Científica,
Tecnologia, Informação e Comunicação.

Aprovada em: 04/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jair Moisés de Sousa** (***.952.304-**), em **24/04/2025 10:03:51** com chave **919f346c210c11f0b8d806adb0a3afce**.
- **Paulo César Geglio** (***.469.048-**), em **23/04/2025 21:11:27** com chave **aa75f0c820a011f0bdc61a7cc27eb1f9**.
- **Giuliano Reis** (***.867.201-**), em **24/04/2025 12:27:29** com chave **a2625a18212011f0a10a1a1c3150b54b**.
- **Nereide Saviani** (***.856.648-**), em **23/04/2025 21:14:43** com chave **1f800cdc20a11f0bdc61a7cc27eb1f9**.
- **MARIA ALVES DE AZERÊDO** (***.622.174-**), em **25/04/2025 09:35:18** com chave **befa60d821d11f08f381a7cc27eb1f9**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QrCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Folha de Aprovação do Projeto Final

Data da Emissão: 25/04/2025

Código de Autenticação: c65ae0



À minha mãe, Rita Alves, que acreditou em mim quando eu mesma duvidava. Dedico.

Às crianças Tarcísio, Andra, Heitor, Hortência e Raul, que a ciência lhes seja mais filosofia do que simples acúmulo de conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba que abriu as portas para que eu desenvolvesse meu projeto de pesquisa, o qual era fruto de tantos anseios gerados em uma década de magistério na educação básica.

Agradeço ao meu orientador, o professor Paulo César Geglio que acreditou na minha capacidade e, à maneira singela de um farol, guiou-me durante esses quatro anos de pesquisa, dando-me autonomia intelectual suficiente para desenvolver o projeto, mas com o cuidado de não me deixar à deriva, perdendo os rumos da pesquisa. Seus conselhos e contribuições foram sempre muito assertivos, sou muito agradecida.

Agradeço ao professor Giuliano Reis da Faculty of Education da University of Ottawa, que gentilmente me recebeu e me coorientou durante o período de doutorado sanduíche realizado no Canadá, entre 2022 e 2023. Agradeço também ao Coordenador do PPGECEM, o professor Silvanio de Andrade que não mediu esforços em me apoiar durante todo o processo burocrático de conquista da bolsa de doutorado sanduíche.

Agradeço às colegas que conheci no exterior, pelas trocas de conhecimento, experiências, visões de mundo e amizade, Andrea, Mônica e Jaqueline.

Agradeço a todos os professores do PPGECEM que contribuíram com seu conhecimento e experiência no percurso das disciplinas formativas nesse período de doutorado, professor Joelson Almeida, Cidoval Moraes, Silvanio de Andrade, Marcus Bessa e Filomena Moita, bem como aos professores que me receberam como aluna especial na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professor Fábio Barbosa e, na Universidade Federal do Pará, professora Andreia Garibaldi e José Moysés.

Agradeço aos colegas doutorandos do PPGECEM, especialmente pelas trocas realizadas nas aulas e nos Seminários Nacionais em Ensino de Ciências e Educação Matemática realizados periodicamente na UEPB.

Agradeço aos meus colegas do PROFBio/UFPA, que colaboraram com esta pesquisa, doando seu tempo e expertise em ensino de biologia na composição do teste de letramento científico, professor André, Fabiano, Liliane, Ruivo, Taíse e Washignton.

Agradeço à Ilda Fernandes, professora da educação básica que cedeu duas de suas turmas de biologia do ensino médio para que o produto da presente tese fosse experimentado em condições reais de ensino e aprendizagem. Estendo meu muito obrigada a escola Pe. Salvador Traccaioli, onde a experiência se efetivou e aos estudantes que voluntariamente concordaram em participar.

Agradeço à minha mãe Rita e meus irmãos Júnior e Leninha, pelo apoio emocional e tantas vezes logístico. Meu marido Saulo, que fez alguns sacrifícios nessa jornada, mas que em nenhum momento mediu esforços em me apoiar na realização desse doutorado. Também agradeço a compreensão do meu filho Tarcísio, por todas as vezes que não pude lhe dedicar a atenção merecida, saiba que você foi uma fonte de força e inspiração nessa caminhada.

Por fim agradeço a Deus, pela saúde, pelos sonhos e pelas oportunidades que surgiram no caminho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma investigação que buscou identificar os problemas para o desenvolvimento do Letramento Científico (LC) na educação básica, além de apresentar uma proposta de processo educacional que contribuísse para a resolução das lacunas identificadas. Inicialmente o trabalho discute como o termo cultura adquire diferentes significados na relação com a ciência. O objetivo foi delinear o espaço da cultura científica e, dentro deste, a dimensão cultural da ciência. Pois esta dimensão se mostrava importante para a compreensão do LC. Para tanto, recorreu-se a autores que pensam a cultura e a ciência do ponto de vista histórico e filosófico, além de um levantamento bibliográfico sobre a dimensão cultural da ciência. Foi possível estabelecer paralelos entre os marcos que delimitam cultura e ciência na contemporaneidade e, dessa forma, esboçar o espaço da dimensão cultural da ciência, contribuindo para uma melhor compreensão desse conceito. A partir dessa discussão inicial, surgiu a necessidade de compreender como os elementos socioculturais têm ampliado o sentido de LC e sobre como essa mudança vem sendo concretizada na prática da sala de aula. Assim, com uma revisão bibliográfica sistemática, investigou-se as dimensões e indicadores do LC utilizadas nas pesquisas da área. As teorias pedagógicas críticas embasaram a abordagem teórica, enquanto a determinação dos atuais domínios do LC foi produzida através da análise textual discursiva. Os resultados mostraram que as abordagens pedagógicas ao LC priorizam elementos da produção científica em detrimento dos elementos socioculturais, embora haja na literatura domínios e indicadores que colaboram para práticas mais integrais e conectadas com o contexto social. Concluímos que o desequilíbrio no desenvolvimento dos domínios do LC leva ao distanciamento do caráter crítico presente na sua conceituação teórica e, ainda que elementos de caráter cultural, atitudinal e ideológico indiquem concretização do LC em sentido aplicado, eles podem assumir um viés liberal caso foquem somente as habilidades individuais na prática cotidiana do sujeito. Dando continuidade à investigação, buscou-se identificar como os elementos (i) ideologia, (ii) cultura e (iii) conhecimento científico se correlacionam na configuração do Perfil Atitudinal (4) dos sujeitos. Com base na revisão bibliográfica já realizada, desenhou-se um modelo teórico para as correlações entre as variáveis de interesse e, para testar esse modelo, aplicou-se um questionário à 182 estudantes do ensino médio e

superior. A Modelagem de Equações Estruturais foi utilizada para análise dos dados. Como resultado, o modelo proposto se ajustou bem aos dados. Porém, modelos alternativos que desconsideram a variável “conhecimento científico” tiveram melhores índices de ajuste, permitindo a conclusão de que essa variável tem menor impacto que as variáveis “ideologia” e “cultura” no posicionamento dos sujeitos frente a determinadas questões sociocientíficas, indicando ser necessário para o desenvolvimento do LC, ampliar a atenção dada a tais aspectos da ciência, para que o mesmo se concretize na tomada de atitudes dos sujeitos na vida prática e em sociedade. Diante de uma concepção sólida de LC e ciente dos entraves encontrados ao seu pleno desenvolvimento, a investigação se debruçou sobre os pressupostos da Pedagogia Histórico-Crítica e sobre o método de pesquisa do Materialismo Histórico e Dialético, convertendo-os em referencial teórico para o desenvolvimento de um processo educacional que viesse contribuir com a superação dos problemas encontrados para o desenvolvimento do LC. O processo educacional “Ensino de ciências para os cinco domínios do letramento científico” surgiu da aplicação do método materialista histórico-dialético, análise e síntese de categorias contraditórias, sobre os domínios do LC descritos na revisão bibliográfica sistemática. Os resultados culminaram na tese de que existem dois polos antagônicos e complementares de LC, um científico/objetivo e outro sociocultural/subjetivo. A tensão entre os polos resulta em uma síntese, que se manifesta no domínio Afetivo/Atitudinal do LC. A partir dessa compreensão e com base na didática da Pedagogia Histórico-Crítica, o processo educacional elaborado propõe mimetizar no ensino de ciências o movimento dialógico característico do materialismo histórico e dialético, de maneira que o conteúdo curricular assume o polo objetivo, enquanto problemáticas sociocientíficas, históricas e culturais assumem o polo subjetivo do LC. Desse modo se promove a dialogicidade entre os aspectos objetivos e subjetivos do conteúdo curricular de ciências, levando a nova produção de sentidos sobre o conhecimento científico, com potencial de transformar qualitativamente as formas do aluno perceber e agir na sua realidade concreta, caminhando no sentido da superação da distância entre o aprender ciências e o uso do conhecimento científico como recurso de melhoria da qualidade de vida.

Palavras-chave: Alfabetização científica; cultura científica; materialismo histórico e dialético; teorias pedagógicas críticas; produto educacional.

ABSTRACT

Knowing that the development of Scientific Literacy (SL) has been consolidated as an objective of science teaching, this work presents an investigation that sought to identify the problems in achieving this objective in elementary and high school. It also presents a proposal for an educational process that would contribute to resolving the gaps identified. Initially, the paper discusses how the term culture acquires different meanings in relation to science. The aim was to delineate the space of scientific culture and, within this, the cultural dimension of science. This dimension was important for understanding the SL. To do this, we used authors who think about culture and science from a historical and philosophical point of view, as well as a bibliographical survey on the cultural dimension of science. It was possible to establish parallels between the frameworks that delimit culture and science in contemporary times and, in this way, outline the space of the cultural dimension of science, contributing to a better understanding of this concept. From this initial discussion, the need arose to understand how sociocultural elements have broadened the meaning of SL and how this change has been realized in classroom practice. Thus, through a systematic literature review, we investigated the dimensions and indicators of scientific literacy present in articles in the area. Critical pedagogical theories support our theoretical approach, and the determination of the current domains of scientific literacy took place through discursive textual analysis. We found that pedagogical approaches to scientific literacy prioritize elements of scientific production to the detriment of sociocultural ones, although there are domains and indicators in the literature that collaborate for practices connected with the social context. We conclude that the imbalance in the development of scientific literacy domains leads to a departure from the critical character of its theoretical conceptualization. We also concluded that, although cultural, attitudinal and ideological elements indicate scientific literacy in a concrete sense, they can assume a liberal bias if they focus only on individual skills in the subject's daily practice. Continuing the investigation, we sought to identify how the elements (i) ideology, (ii) culture and (iii) scientific knowledge correlate in the configuration of the subjects' Attitudinal Profile (4). Based on the literature review already carried out, we developed a theoretical model to correlate the variables of interest. Subsequently, we tested the model by applying a questionnaire to 182 high school and college students

and employed structural equation modeling to analyze the gathered data. The result revealed that the proposed model fitted the data well. However, alternative models excluding the 'scientific knowledge' variable displayed superior fit indices. Consequently, we concluded that this variable holds lesser influence compared to 'ideology' and 'culture' in shaping subjects' stances on socio-scientific issues. This suggests that expanding attention to such aspects of science is necessary for the development of scientific literacy, enabling it to manifest in shaping subjects' attitudes in practical life and in society. Faced with a solid conception of SL and aware of the obstacles encountered to its full development, the research focused on Historical-Critical Pedagogy and Historical and Dialectical Materialism, turning them into theoretical references for the development of an educational process that would help overcome the problems encountered in the development of SL. The educational process "Science teaching for the five domains of scientific literacy" emerged from the application of the materialist-dialectical method, analysis and synthesis of contradictory categories, on the domains of scientific literacy described in the systematic literature review. The results culminated in the thesis that there are two antagonistic and complementary poles of SL, one scientific/objective and the other sociocultural/subjective. The tension between the poles results in a synthesis, which manifests itself in the Affective/Attitudinal domain of SL. Based on this understanding and on the didactics of Historical-Critical Pedagogy, the educational process developed proposes to mimic the dialogic movement characteristic of historical and dialectical materialism in science teaching, so that the curricular content assumes the objective pole, while socio-scientific, historical and cultural problems assume the subjective pole of SL. With each new content, there is a new production of meanings about scientific knowledge, with the potential to qualitatively transform the ways in which students perceive and act in their concrete reality, moving towards overcoming the gap between learning science and using scientific knowledge as a resource for improving the quality of life, in both the private and social aspects.

Keywords: Scientific literacy; scientific culture; historical and dialectical materialism; critical pedagogical theories; educational product.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Arranjos teórico-metodológico das intervenções pedagógicas	45
Figura 2 –	Autores referência e as dimensões de Letramento Científico	52
Figura 3 –	Domínios que emergiram da ATD	58
Figura 4 –	Frequência relativa dos domínios de Letramento Científico	59
Figura 5 –	Modelo teórico hipotético	76
Figura 6 –	Esquema da análise materialista dialética das categorias de letramento científico.	147
Figura 7 –	Processo educacional para o letramento científico fundamentado na PHC.	149

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fase de Entrada da RBS <i>Roadmap</i>	41
Quadro 2 – Indicadores de Letramento Científico	60
Quadro 3 – Métodos de coleta dos indicadores	65
Quadro 4 – Escopo das questões presentes nas sessões ligadas a cada uma das variáveis latentes.	77
Quadro 5 – Valores para as métricas de ajuste do modelo teórico	81
Quadro 6 – Valores das métricas de ajuste de cada um dos modelos testados	82
Quadro 7 – Plano de aula com base no Processo Educacional proposto	151
Quadro 8 – Plano de aula com base no Processo Educacional proposto	153

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	14
1	CULTURA, CULTURA CIENTÍFICA E DIMENSÃO CULTURAL DA CIÊNCIA: DEFINIR PARA IMERGIR	18
1.1	Introdução	18
1.2	O conceito de cultura	19
1.3	A cultura científica	25
1.4	Implicações ideológicas no letramento científico	29
1.5	A dimensão cultural da ciência	32
1.6	Considerações finais	33
2	A RELAÇÃO ENTRE O SENTIDO E A PRÁTICA DO LETRAMENTO CIENTÍFICO ATRAVÉS DA ANÁLISE DAS SUAS DIMENSÕES E INDICADORES	36
2.1	Introdução	36
2.2	Aproximações entre o letramento científico e as teorias pedagógicas críticas	38
2.3	Material e métodos	41
2.4	Resultados e discussão	44
2.4.1	<i>Pesquisas de avaliação do letramento científico com e sem intervenção pedagógica</i>	50
2.4.1.1	<i>As dimensões de letramento científico presentes nas pesquisas</i>	50
2.4.1.1.1	Valor da Ciência	53
2.4.1.1.2	Trabalho Científico	53
2.4.1.1.3	Conceitual	54
2.4.1.1.4	Ciência e Sociedade	54
2.4.1.1.5	Afetivo/Atitudinal	55
2.4.1.2	<i>O equilíbrio entre os domínios identificados</i>	56
2.4.2	<i>Os indicadores de letramento científico e sua abrangência</i>	60
2.4.3	<i>Letramento científico aplicado e o domínio Afetivo/Atitudinal</i>	66
2.5	Considerações finais	68
3	ASPECTOS CULTURAIS E IDEOLÓGICOS ENTRE O LETRAMENTO CIENTÍFICO E O PERFIL ATITUDINAL: PROPOSIÇÃO E ANÁLISE DE UM MODELO TEÓRICO	70
3.1	Introdução	70
3.2	Referencial teórico	72
3.3	Material e métodos	74
3.3.1	<i>Fase 1: Elaboração do questionário</i>	75

3.3.2	Fase 2: Coleta, tratamento e análise dos dados	79
3.4	Resultados e discussão	80
3.5	Conclusões	86
4	EDUCAÇÃO E DEMOCRACIA	89
4.1	A escola entre a democracia e a violência	95
4.2	O conhecimento científico é uma via para a democracia?	97
5	O LETRAMENTO CIENTÍFICO É TAMBÉM UM LETRAMENTO POLÍTICO	104
5.1	Do letramento científico na escola ao impacto social fora da escola	109
6	PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA: A EDUCAÇÃO COMO MEDIADORA DA TRANSFORMAÇÃO SOCIAL	114
6.1	Relações entre o Materialismo Histórico e Dialético e o ensino de ciências	121
6.2	Relações entre Pedagogia Histórico-Crítica e a perspectiva do ensino investigativo	129
6.3	A abordagem didática da Pedagogia Histórico-Crítica	138
7	ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS CINCO DOMÍNIOS DO LETRAMENTO CIENTÍFICO: UM PROCESSO EDUCACIONAL À LUZ DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA	146
7.1	Uma sequência didática fundamentada no processo educacional	149
7.2	Considerações finais	155
	REFERÊNCIAS	158
	ANEXO A - ARTIGOS INSERIDOS NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA (CAPÍTULO 2)	168

APRESENTAÇÃO

Com a presente tese seguem os desdobramentos da pesquisa que se iniciou com o projeto utilizado no processo seletivo para o curso de Doutorado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual da Paraíba. O projeto inicial possuía o título “A dimensão cultural do letramento científico nos ciberespaços e o ensino de ciências: um percurso metodológico à luz da Pedagogia Histórico-Crítica”.

Ao propor essa temática, acreditava-se que faltava uma definição mais precisa do significado dos aspectos culturais do letramento científico, assim como dos indicadores da sua ocorrência nas práticas pedagógicas. O ciberespaço era então compreendido como um lugar onde os estudantes se manifestam de modo mais espontâneo e genuíno, constituindo-se, dessa maneira, em um ambiente propício para a apreensão dos aspectos culturais no contexto da aprendizagem de ciências.

Contudo, essa ideia de lacuna sobre a definição e os indicadores da face cultural do letramento científico não se sustentou quando confrontada com um aprofundamento teórico sobre o significado de cultura e sua relação com a ciência, bem como diante de uma revisão bibliográfica sobre a amplitude do conceito de letramento científico e os seus indicadores. Com isso, se perdeu também o interesse nos ciberespaços como possível ambiente de captura de dados para esta tese.

Houve, portanto, como consequência, uma mudança de direção na pesquisa alterando significativamente o projeto de tese apresentado inicialmente. Essa mudança foi ocasionada pela evolução da própria pesquisa em si, resultado da construção de conhecimentos no decorrer do doutorado. Assim, a presente tese mostra marcas da evolução da construção de conhecimento e, conseqüentemente, da mudança de percurso investigativo.

O texto está dividido em três partes. Especificamente, a primeira e a segunda reportam à exploração do campo de pesquisa em uma tentativa de enxergar e compreender com mais profundidade os temas-chave de interesse da pesquisa, bem como de contribuir com as discussões tendo como base novos pontos de vista a partir de interpretações ou dados apresentados pela própria autora.

A parte I possui três capítulos que correspondem a artigos publicados (1 e 2) ou em processo de publicação (3). No primeiro capítulo se apresenta um ensaio intitulado “Cultura, cultura científica e dimensão cultural da ciência: definir para imergir”. Esse ensaio, publicado na Revista Educação e Cultura Contemporânea, reflete as preocupações iniciais da autora, quando se buscava compreender quais relações a Cultura estabelece com a Ciência e com o Letramento Científico. Além do delineamento dessa relação, ele foi importante por trazer a compreensão de outro elemento significativo para a travessia entre a aquisição de conhecimento científico e a aplicação do conhecimento científico na vida prática e em sociedade, que é a ideologia.

O capítulo dois apresenta uma revisão bibliográfica sobre o conceito de letramento científico e a sua correspondente tentativa de concretização nas práticas de ensino e aprendizagem de ciências. Publicado na Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, esse trabalho mostra a perspectiva de que, talvez, um dos problemas para o desenvolvimento do letramento científico não seja a falta de definição sobre uma ou algumas de suas faces ou indicadores desta (como se pensava inicialmente sobre a sua face cultural), mas a dificuldade em desenvolver práticas de letramento que alcance a amplitude teórica do conceito, atualmente encontrada na literatura.

As reflexões efetuadas nos capítulos um e dois culminaram na construção de uma nova pergunta: como fatores culturais, fatores ideológicos e aqueles ligados ao conhecimento científico interagem para a constituição de um perfil atitudinal dos sujeitos frente a questões sociocientíficas? Em complemento, como essa possível interação pode afetar o desenvolvimento concreto do letramento científico em consonância com o seu conceito teórico? Na sequência, o capítulo três, se apresenta como uma tentativa de responder essas perguntas, fechando a primeira parte do presente trabalho.

A parte II, por conseguinte, volta-se para a busca de um processo educacional visando o desenvolvimento do letramento científico que contribua para a resolução dos problemas discutidos na parte I. Do projeto de tese inicial, permaneceu a ideia de se utilizar a Pedagogia Histórico-Crítica na estruturação do processo educacional que se tornou o produto da tese. Essa teoria pedagógica foi utilizada neste trabalho como uma via para a promoção do letramento científico em

sentido amplo, ou seja, para alcançar a multidimensionalidade e criticidade percebida na teoria.

Assim, a parte II se dedica a refletir sobre a educação, o ensino de ciências e o letramento científico por um viés político, buscando consonância com a Pedagogia Histórico-Crítica. Para tanto, o capítulo quatro, reflete sobre quais relações se colocam entre a educação e a democracia. Enquanto o capítulo cinco apresenta reflexões sobre a face política do próprio Letramento Científico.

O capítulo seis resulta de um aprofundamento teórico sobre a Pedagogia Histórica-Crítica, explorando os seus fundamentos filosóficos/metodológicos e construindo um diálogo com o ensino de ciências. Portanto, emergem nesse capítulo algumas características do Materialismo Histórico e Dialético, especialmente seu método de análise.

Por fim, na parte III, expõe-se no capítulo sete a tese defendida nesse trabalho e o Processo Educacional idealizado à luz do conjunto de dados e reflexões construídos ao longo do percurso apresentado. O processo educacional constitui o produto da presente tese de doutorado, por isso, ele é novamente apresentado em um material à parte que acompanha esta tese, onde são sintetizados os principais pontos aqui discutidos, junto ao relato de experiência da aplicação do produto em sala de aula.

Parte I
**Explorando as relações entre Letramento Científico,
Cultura e Ideologia**

1 CULTURA, CULTURA CIENTÍFICA E DIMENSÃO CULTURAL DA CIÊNCIA: DEFINIR PARA IMERGIR

1.1 Introdução

O letramento científico é um tema que tem se tornado recorrente na literatura sobre ensino de ciências, sendo registrado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como objetivo central desse componente curricular na educação básica brasileira (Brasil, 2017). De caráter multidimensional, o letramento científico envolve tanto o aspecto conceitual, metodológico e prático do conhecimento científico, quanto as suas práticas sociais e culturais (Shen, 1975). Contudo, enquanto há na literatura um compilado de indicadores, que permitem observar no contexto das salas de aula, as dimensões desse primeiro grupo (Sasseron; Carvalho, 2011; Pizarro; Junior 2015), percebe-se uma dificuldade em localizar o segundo grupo, especialmente no que se refere à prática cultural.

Ao refletir sobre a dificuldade de professores de ciências em lidar com os indicadores relativos à dimensão cultural do letramento científico, imediatamente surgem questionamentos evidenciando a necessidade primária de definir e organizar os elementos envolvidos na temática. Por exemplo, para se apontar os indicadores da dimensão cultural da ciência, devemos saber o que é de fato cultura e sua representatividade nessa discussão, assim como o próprio conceito de ciência. Compreendemos que a delimitação desses campos é essencial para, então, lançarmo-nos ao desafio de superar essa dificuldade.

À vista disso, apresenta-se o presente capítulo, que se debruça sobre as múltiplas dimensões do letramento científico, seus indicadores e estratégias de articulação no ensino de ciências da educação básica. Ele se propõe a responder as seguintes questões primárias: O que é cultura? O que é cultura científica? Que relações se estabelecem entre cultura científica e letramento científico? O que significa a dimensão cultural do letramento científico e de onde partir para buscar seus indicadores?

No intuito de responder tais questionamentos, conduziu-se uma revisão conceitual do termo “cultura”, recorrendo a autores que apresentam contribuições através de uma lente histórica e filosófica. Em seguida tratamos de delinear a cultura

científica, evidenciando as significações a fim de compreender o que está em jogo quando cultura e ciência são usadas em conjunto. Desse modo, conseguimos visualizar não apenas um, mas os diversos grupos culturais que compõem a cultura científica e a forma como se relacionam, com destaque para as implicações da ideologia e do paradigma da ciência para o letramento científico e a sua dimensão cultural.

Por fim, concentramos atenção em definir os contornos da dimensão cultural da ciência dentro do campo maior que é a cultura científica. Para isso, revisitamos os primeiros autores que apontaram essa dimensão no estudo do letramento científico e, em seguida, mostramos o resultado de um levantamento bibliográfico sobre como a dimensão cultural da ciência tem figurado na literatura sobre o assunto.

1.2 O conceito de cultura

Algumas palavras evoluem e adquirem sentido tão complexo no decorrer da história que é comum a necessidade de uma explicação etimológica na discussão sobre seu significado. É o caso da palavra cultura, cuja etimologia aponta para as atividades de cultivo ou lavoura, ato de cultivar a terra. Partindo dessa perspectiva, recorreremos a Eagleton (2005, p. 11) que resume a história evolutiva de cultura em uma frase: “[...] significa uma atividade, e passar-se-ia ainda muito tempo até designar uma entidade”.

Nessa travessia de atividade para entidade, o autor considera que a atividade de cultivar a terra virou metáfora de cultivar a mente e daí a origem do ramo semântico do termo que, por certo período, sequestrou a palavra inteira: cultura como erudição. Com base nessa ideia, as classes dominantes se apropriaram da palavra cultura tornando-a um privilégio seu e separando-a da sua raiz original, ligada ao trabalho. Ao mesmo tempo que a sua própria cultura, como relação com o meio e visão de mundo, passou a ser chamada de civilização, constituindo uma ideologia que se tornou ferramenta de poder sobre as classes dominadas. A palavra cultura, então despida do seu sentido primário, passou a significar algo mais abstrato, relacionado à erudição, tornando-se exclusividade da elite, a qual, graças à

civilização que forjou, adquiriu tempo e recursos para dedicar-se ao cultivo da mente e do espírito (Eagleton, 2005).

Segundo Rios (2011), a recuperação da palavra cultura do círculo elitista se deve principalmente aos estudos antropológicos, que retomaram a noção de que a cultura surge da relação do humano com a natureza, por meio do trabalho. Assume-se que o trabalho faz parte da essência humana, assim como a cultura, pois ambos são produtos da ação humana. O ser humano ao produzir o mundo material com sua força de trabalho, produz sua própria existência e, em consequência, sua história e sua cultura. Essa perspectiva de cultura escapa à concepção de classes sociais, pois trata-se de uma produção que se efetiva na materialização da consciência humana.

À parte a cultura em si, é preciso considerar o conceito de cultura do período moderno, que aponta o conjunto dos conhecimentos artísticos, científicos, modos e habilidades sociais que deveriam ser apreendidos pela sociedade. Esse conceito emergiu no contexto do surgimento dos Estados-nações, momento de mudanças econômicas e políticas que exigiram, por sua vez, mudanças sociais para atender ao novo cenário mundial (Bauman, 2013). Com isso, a elite econômica, ancorada no iluminismo, proclamou essa nova concepção de cultura e a associou à educação, estendendo assim a cultura a toda a sociedade. Esse movimento estendeu a metáfora do cultivo da mente e do espírito às classes populares por meio da educação, tornando a cultura elemento de transformação, cuja missão seria elevar o povo, de aglomerado de pessoas, à condição de cidadãos.

Porém, de elemento de transformação no início dos Estados-nações, a cultura se tornou uma forma de conservação social quando tais Estados se consolidaram (Bauman, 2013). Assim, mais uma vez, houve uma mudança na função da cultura perante a sociedade, embora o conceito continuasse o mesmo.

Bauman (2013) chamou de peregrinação o que vimos chamando de evolução do conceito de cultura, ou seja, as suas mudanças conceituais e funcionais ao longo da história. Evolução no sentido biológico refere-se à mudança gradual que a espécie sofre no decorrer do tempo provocada pela seleção natural, de forma a se tornar mais adaptada às condições do meio. Se, por um lado, a cultura como conceito abstrato está além dos mecanismos da evolução biológica, por outro lado, ela é um produto de uma espécie, cuja capacidade de fazer cultura foi selecionada

por esses mesmos mecanismos evolutivos. Interessante ressaltar que a evolução biológica gerou a capacidade de cultura nas sociedades humanas, e o aumento dessa capacidade gerou meios sociais cada vez mais complexos e variáveis, o que acabou provocando novas e fortes pressões seletivas sobre a própria espécie humana (Futuyma, 2009).

Assim como as características morfológicas das espécies, a cultura também passa por pressões seletivas do meio, com alguns comportamentos sendo eliminados e outros fixados na comunidade (Futuyma, 2009). Contudo, uma característica peculiar da cultura é que, uma vez gerada, ela cria para si os próprios mecanismos evolutivos, escapando à lógica do darwinismo e lembrando o lamarckismo. Isso porque a cultura não é governada por fatores genéticos, embora interaja com eles. Com os aspectos culturais sendo transmitidos tanto verticalmente, dos mais velhos para os mais jovens, quanto horizontalmente, por imitação entre os membros de um grupo ou entre grupos, considerando ainda as mutações que eles sofrem em meio essas transmissões, a evolução cultural se dá com velocidade muito maior que a evolução biológica (Futuyma, 2009).

Sem esquecer as diferenças entre evolução biológica e evolução cultural, podemos traçar uma analogia entre ambas, acrescentando ainda o conceito de seleção artificial das espécies, que ocorre quando o próprio ser humano – e não o ambiente – escolhe em uma espécie as características que melhor se adéquam aos seus interesses estéticos ou econômicos. Assim, a seleção natural gerou a cultura na espécie humana e a espécie humana tem feito a seleção artificial do conceito de cultura ao longo do tempo. As elites sociais moldaram artificialmente a cultura ao sabor dos seus interesses. De objeto distintivo da classe dominante à elemento de transformação da sociedade no início da idade moderna. De poder de transformação ao poder de conservação das tradições, instituições e costumes quando os Estados-nações já estavam consolidados. Por fim, de poder de conservação a conceito diluído na modernidade líquida, também chamada de tardia ou pós-modernidade.

Foi a seleção artificial que deu à cultura o caráter peregrino e, coerente com ele, a cultura é hoje diferente do que foi em meados do século passado, resultado da aceleração e expansão do processo de globalização (Hall, 2011). A compressão do espaço-tempo que aumenta o tamanho e a velocidade do fluxo de informações, mercadorias, pessoas, ideias e culturas, modifica o mundo e, conseqüentemente, a

relação do humano com ele (Hall, 2011). Com o sentido antropológico de cultura nesse cenário e considerando seus traços lamarckistas de evolução, percebemos que a relação com o mundo globalizado acaba por criar sistemas de significação particulares de forma exponencial. Com mais mundos criados, mais mundos podem surgir, gerando novas interações e representações culturais a velocidades cada vez maiores.

O entendimento da complexidade da palavra cultura requer a superação do pensamento disjuntivo que nos leva para o conflito entre a cultura como algo específico e a cultura como algo amplo. Não há conflito. Os conceitos de cultura construídos ao longo do tempo não se anulam. São ramos que partem do mesmo tronco. Podemos identificar uma cultura humana unificada, na condição de espécie habitante do mesmo planeta, ao mesmo tempo que podemos identificar múltiplas culturas compondo esse universo humano e dentro de cada cultura específica nos deparamos ainda com mais especificidades culturais. As culturas são monolíticas quando vistas de fora, mas de dentro se vê que são constituídas por várias culturas ou até por versões conflituosas dela mesma (Santos, 2002).

Perante a descrição histórica da evolução do conceito de cultura, fica evidente que as mutações conceituais são influenciadas pelo contexto econômico e social do período histórico no qual se desenvolve a cultura, cuja ideologia da classe dominante a toma como um de seus meios de propagação e, por conseguinte, de perpetuação da sua hegemonia. Nas discussões sobre como essa tomada da cultura é viabilizada, surge no horizonte o conceito dos Aparelhos Privados de Hegemonia.

Para Gramsci, hegemonia é um fenômeno que articula o Estado e suas estratégias de formação e reprodução das relações de poder, por meio da classe política com seus aparelhos de dominação burocrático e militar, mas também por meio da sociedade civil com aparelhos institucionais que constituem o lugar e os meios onde se elaboram as concepções de mundo espelhadas pela sociedade, onde se realizam a sua direção política e cultural e onde grupos sociais se organizam (Schlesener, 2007). Assim, um bloco hegemônico concentra e articula as estruturas estatais com as estruturas civis de poder, sendo, respectivamente, representações da força repressora do bloco hegemônico e representações da sua capacidade de construir consenso acerca do seu domínio sobre a sociedade.

Gramsci considera que a cultura, em vez de espontânea, é predominantemente direcionada pelas articulações que se dão no bloco hegemônico, em especial nos aparelhos privados de hegemonia, constituídos na sociedade civil, como igrejas, partidos políticos, escolas, universidades e meios de comunicação de massa. Contudo, ela também pode ser direcionada por articulações contra-hegemônicas à medida que as classes oprimidas se organizam (Schlesener, 2007).

Althusser (1999) dialoga com essa visão estrutural das relações de reprodução do poder, mas seu foco recai sobre a ideologia. Para esse autor, as classes dominantes exercem uma repressão camuflada sobre as demais classes por meio dos Aparelhos Ideológicos do Estado, os quais são instituições civis distintas e especializadas como família, escola, igreja, mídia, partidos políticos, sindicatos e meios de produção cultural. Tais aparelhos reproduzem suas próprias ideologias, mas principalmente reproduzem a ideologia dominante do Estado. A escola se destaca entre os aparelhos por abrigar por anos, as crianças de todas as classes sociais, sendo o ambiente oficial de transmissão dos saberes e dos modos de vida de um povo (Althusser, 1999).

Todavia, como ideologia e cultura são conceitos de difícil nitidez, que envolvem aspectos semelhantes da sociedade e que, muitas vezes, se confundem no discurso teórico, definimos sinteticamente seus diferentes contornos a partir da descrição que se fez previamente de cultura, em contraposição à concepção marxista althusseriana de ideologia.

Em acordo com o Materialismo Histórico, todas as sociedades se constituem pela articulação em torno de três alicerces: infraestrutura, que constitui a base econômica; e superestrutura jurídico-política e a ideologia, dado que, embora na sociedade capitalista a economia determine as demais estruturas, estas possuem certa autonomia, permitindo o seu estudo em separado (Althusser, 1999). A superestrutura Ideologia é um complexo de representações das relações e condições de existência, as quais dão sentido à ordem social, assegurando as condições simbólicas da reprodução das relações de produção dominantes na sociedade. No plano individual, é a ideologia que viabiliza as ações do sujeito dentro da sua classe social, cumprindo suas funções nos postos que ocupa sob a lógica do modo de produção em vigor (Althusser, 1999; 2019).

Ao envolver as ações do sujeito no seu contexto de existência, a noção de ideologia pode se confundir com a noção de cultura. Contudo a ideologia se diferencia da cultura pela sua existência a-histórica, ou seja, diferente da cultura que é modelada pelo contexto histórico social, a ideologia se dá entre os homens sempre sob a mesma forma independente do período histórico (Althusser, 1999). Por esse motivo, o mesmo autor diz que a ideologia é eterna, um elemento que atravessa as formações sociais a orientar que tipos de relações os sujeitos estabelecem com a realidade, pondo uma lente sobre os sentidos usados para perceber o mundo. Nada supera a ideologia, nem mesmo a ciência, uma vez que o conhecimento científico não dissipa a ideologia e uma vez que a própria ciência é dotada de determinada ideologia (Althusser, 1967).

Embora, a ideologia remeta às ideias e assim pareça abstrata, ela adquire materialidade quando sua existência se dá nos Aparelhos Ideológicos do Estado e na prática desses aparelhos. Em acordo com Althusser (1985), ela se materializa nas ações que são realizadas pelos sujeitos sob a sua influência e no contexto de determinada prática social.

As ações são a realização da ideologia, de maneira que a tese de Althusser é que a ideologia só existe por intermédio do sujeito e em função dele, o qual só realiza suas práticas sob uma ideologia. Os Aparelhos Ideológicos do Estado são a via estrutural pela qual a ideologia dominante se materializa ao chegar no sujeito. Tanto em Gramsci quanto em Althusser, esses aparelhos contribuem para a relação entre as concepções de mundo e a ação cultural mediada por organizações sociais, que articulam a ideologia e sua concretização na expressão cultural do sujeito.

Ainda que não esqueçamos as formas contraditórias de ideologia que podem coexistir, se relacionar e se opor nos aparelhos ideológicos e nas relações sociais, a ideia de concretização da ideologia por meio dos atos do sujeito é suficiente para a discussão sobre a interface entre ideologia e cultura. Com base no que refletimos até aqui, podemos dizer que a cultura é o produto concreto da relação do sujeito com sua realidade concreta, e a ideologia consiste na representação dessa relação.

Para Gramsci, a cultura pode expressar tanto a hegemonia de uma classe, quanto as contradições entre as classes, geradas pelo modo de produção (Schlesener, 2007). Assim, quando se diz que a cultura reproduz e reforça a sociedade ou, ao contrário, quando ela se apresenta contestadora, é preciso lembrar

que ela não se faz sozinha, mas é produzida em um contexto histórico sob o viés de determinada ideologia, a qual, esta sim, pode ser reacionária ou revolucionária.

Contudo, há que se considerar que a produção cultural, quando refletida pelo sujeito ou sociedade, entra em diálogo com a própria ideologia que lhe determina, podendo reforçá-la ou mesmo entrar em contradição com ela. Portanto, embora ideologia e cultura pareçam estabelecer uma relação passiva, em que a ideologia atua soberana sobre a cultura, o resultado da ação cultural quando refletido criticamente, em contraposição à realidade ou à diferentes e até opostas concepções ideológicas, pode gerar elementos de renovação ou de ruptura com a ideologia dominante. É nesse sentido que Gramsci argumenta a favor de uma construção cultural crítica, capaz de renovar as concepções de mundo do sujeito, o que significa renovar a sua ideologia.

1.3 A cultura científica

Entre os ecossistemas que compõem as paisagens culturais da atualidade, figura a cultura científica. Em essência, o conhecimento científico é fruto do trabalho humano sobre a natureza. A ciência é um produto da relação do humano com o mundo, mediada pelo trabalho. Ela está, portanto, em pleno acordo com o conceito antropológico de cultura e, em comum com esta, ela também foi cooptada pelas elites econômicas, uma vez que, autônoma em seu alvorecer, tornou-se industrial no século XX, com explícitos laços econômicos, políticos e sociais direcionando suas prioridades de pesquisa (Santos, 2018).

Contudo, se por um lado, não existe um conceito de cultura que seja unanimidade, sendo elástico e mutante, por outro lado, há o conceito da ciência moderna cujo espaço é muito bem delimitado pelo paradigma da racionalidade científica e se constitui em pedra angular que permite tanto a existência das “ostensivas fronteiras” da ciência como o “ostensivo policiamento” delas (Santos, 2018). Esse paradigma, totalitário, ratifica como científica apenas as formas de conhecimento que passam pelo crivo de seus princípios epistemológicos e regras metodológicas (Santos, 2018). Nascida com as ciências naturais no século XVI, início da modernidade, a racionalidade científica se estendeu e se consolidou também nas ciências sociais dois séculos depois, primeiro com a transferência

epistemológica e metodológica dos naturalistas para os cientistas sociais e, depois, com a reivindicação de uma epistemologia e metodologia próprias para as especificidades da natureza humana, com destaque para a subjetividade das ações humanas (Santos, 2018).

Nessa breve caracterização da ciência, é importante ressaltar que após quatro séculos de domínio inquestionável, o paradigma da racionalidade científica atravessa uma crise na contemporaneidade, ocasionada pelo enorme avanço no conhecimento, que só foi possível graças à própria racionalidade científica (Santos, 2018). Tal avanço permite questionar alguns fatores que são caros ao paradigma dominante por serem elementos de base da metodologia científica, ao mesmo tempo em que provocam “[...] uma profunda reflexão epistemológica sobre o conhecimento científico, uma reflexão de tal modo rica e diversificada que, melhor do que qualquer outra circunstância, caracteriza exemplarmente a situação intelectual do tempo presente” (Santos, 2018, p. 27).

Vivemos, pois, um tempo em que o paradigma da racionalidade científica ainda reina. Todavia ele já cultiva dentro si rupturas que possibilitam o vislumbre de paradigmas emergentes, entre os quais o paradigma do conhecimento prudente para uma vida decente (Santos, 2018). Aqui, a ciência que desponta no horizonte da pós-modernidade seria caracterizada por ser una (sem dicotomia entre ciências naturais e sociais), holística (sem a fragmentação disciplinar clássica), autobiográfica (maior personalização do trabalho científico) e cuja finalidade seria tornar-se senso comum (não conhecimento técnico especializado).

Interessante que, sob esse viés, ciência e cultura na pós-modernidade são avessas à ideia de fragmentação e isolamento, elegendo um ambiente holístico como lugar de maior fertilidade e mais bem adequados às suas vocações. Tal ambiente aparece no paradigma emergente de Santos (2018), tanto na superação da dicotomia epistemológica e metodológica entre as ciências naturais e sociais, quanto no entendimento de que a construção do conhecimento deve ter em foco a totalidade universal, sem renunciar à visão, do espaço e do tempo local. Em vez da ciência se fragmentar para a abordagem científica de uma questão local, a questão seria a via pela qual diversos conhecimentos confluiriam. Conhecimentos oriundos da abordagem científica de tantas outras questões locais em livre fluência imprimiriam ao conjunto um caráter de totalidade. As várias línguas que a ciência

fala em suas abordagens específicas seriam traduzidas de modo a promover o intercâmbio de conceitos e as teorias desenvolvidas localmente para fora do contexto de origem. A ciência, como a cultura, na pós-modernidade tende a ser total e local simultaneamente.

Apela-se mais uma vez às analogias da biologia evolutiva neste texto, mas agora fica explícito que esse apelo é tanto para elucidar as ideias que se apresentam, quanto para tentar fazer uso, ainda que minimamente, da confluência de conhecimentos de diferentes áreas científicas para a exploração de um tema, no livre exercício de uma escrita científica transfronteiriça. No caso em questão, como já foi dito, o conceito de cultura evolui lançando ramos que partem do mesmo tronco: o ramo da erudição, da civilidade, da educação, da antropologia. Observe que a questão não se refere ao surgimento de grupos culturais, mas tão somente aos sentidos atribuídos ao conceito de cultura. Traduzido pela linguagem da evolução biológica se poderia dizer que cada um destes ramos surgidos do conceito original (cultivar) constitui um clado¹, e essa ramificação resultante do surgimento de diferentes linhagens do tronco original poderia ser chamada de cladogênese². Contudo, embora cada clado possa originar outros, também podem ocorrer mudanças graduais, sem, no entanto, se ramificar em novos clados. Assim, quando ocorrem mudanças graduais que acumuladas ao longo do tempo resultam em mudanças significativas dentro de um mesmo clado, este processo evolutivo é chamado de anagênese³.

Dito isto, chama-se a atenção para o fato da cladogênese ilustrar bem como se dá a evolução do conceito de cultura, com antigas linhagens originando novas linhagens conceituais a expandir a ideia de cultura. Porém, pode-se usar a mesma analogia para visualizar a evolução da cultura científica, a qual também se ramifica em produção científica, comunicação científica, formação científica, divulgação científica, aplicação tecnológica, educação científica e democratização da ciência etc. Observe que neste caso, a referência já não é o conceito, mas os grupos que giram em torno da ciência. Seguindo, não podemos perder de vista que o clado

¹ Clado: em biologia grupo de organismos que evoluíram de um ancestral comum. Nesse caso refere-se ao grupo de sentidos e significados que partem de uma raiz comum (FERREIRA, 2010).

² Cladogênese: consiste no processo em que uma espécie ancestral origina duas ou mais espécies novas (FERREIRA, 2010).

³ Anagênese: desenvolvimento evolutivo progressivo que ocorre no interior de uma espécie e que resulta em espécie nova (FERREIRA, 2010).

“produção científica”, o qual é o núcleo duro da ciência, tem suas fronteiras de tal modo delimitadas e policiadas que dele não surgem novos clados, o que não significa que ele não evolua, mas que sua evolução pode ser bem ilustrada pela anagênese, ou seja, caso o paradigma hoje dominante seja superado, isso provavelmente não resultará em diversas linhagens paralelas de ciência, cada uma com seu paradigma, mas em uma ciência nova resultante do acúmulo significativo de mudanças geradas pela práxis científica – o choque entre a prática da racionalidade científica atual e os conhecimentos emergidos por essa racionalidade que, contudo, a negam.

Segundo Diaz e Golombek (2020), embora não haja uma definição unânime de cultura científica, há uma concordância sobre seu caráter multifacetado e sobre o envolvimento de uma ampla gama de agentes, desde cientistas, escritores e educadores até instituições e mesmo indústrias culturais como museus e teatros. A cultura científica com todos os seus clados citados representa um capital que dá sentido e orientação ao conhecimento científico, sem se confundir com ele (Cachapuz, 2016). Dessa maneira, ela possibilita uma leitura de mundo que transparece o paradigma científico, mas que não se reduz a ele, pois carrega objetivos, metodologias e sentimentos que a racionalidade científica não comporta. A cultura científica ultrapassa a busca da verdade, ela entra na arena da cidadania ao tomar a ciência como necessária à justiça social e à democracia. Por não ter apego à racionalidade científica e por ter objetivos diferentes ela envolve meios de comunicação, divulgação, formação e popularização que vão além da epistemologia e metodologia científicas, sendo capaz de interagir de modo horizontal com outros saberes e culturas, proporcionando diálogo e somando, sem arrogância, o conhecimento científico às demais visões do mundo. Ela envolve ainda sentimentos que vão além da frieza e da objetividade, mas permite a emoção diante das diversas dimensões de mundo trazidas à luz pela ciência ou por outros saberes. Se estamos falando de um conjunto de grupos humanos que não se reduz à comunidade científica, pode-se perguntar: para que serve um museu de ciência, se não para emocionar?

1.4 Implicações ideológicas no letramento científico

Dentre os ramos que brotam da cultura científica, nos interessa a educação em ciências e, dentro dela, o letramento científico. Este último se refere à capacidade do sujeito compreender objetos do conhecimento do campo da ciência, de saber a respeito da história e natureza da ciência e de compreender a ciência no contexto social (Bybee, 1997). Ele consiste na “[...] capacidade de se envolver com questões relacionadas à ciência e com as ideias de ciência, como cidadão reflexivo” (OCDE, 2017, p. 1).

Explorando mais esse conceito se percebe que o letramento científico é resultado de uma compreensão de ciências ligada às questões socioculturais. Seu principal espaço de construção é a escola, mas seus objetivos se voltam para fora dela, de modo que seu exercício necessita de elementos problematizadores externos. Letrar cientificamente um grupo não é formar cientistas, mas cidadãos munidos de saberes científicos capazes de compreender as relações da ciência com os diversos aspectos da vida em sociedade, sejam eles econômicos, políticos, ecológicos ou culturais.

Esse conceito aponta para sujeitos que sejam capazes de se comunicarem em acordo com a cultura científica, o que independe do gênero da linguagem, formal ou coloquial, oral ou escrito, mas que, não obstante, requer o uso de argumentação característica da ciência. Note que não se fala em argumento propriamente científico porque não nos referimos à comunicação entre cientistas no contexto de uma pesquisa científica, mas à comunicação entre pessoas comuns com conhecimento científico básico.

Todavia, antes de prosseguirmos, é preciso refletir sobre o que seria uma “argumentação característica da ciência”. A definição de argumento científico aqui proposto parte do exame do próprio conceito de ciência, definido como “[...] conjunto de conhecimentos socialmente adquiridos ou construídos, historicamente acumulados, dotados de universalidade e objetividade que permitem sua transmissão, e estruturados com métodos, teorias e linguagens próprias, que visam compreender e orientar a natureza e as atividades humanas” (Ferreira, 2010). Como já deixamos claro, ciência não é algo difícil de conceituar, ao contrário, é um

conceito simples e objetivo. Pode-se dizer que essa objetividade é proposital, pois quanto mais límpida a ciência, mais fácil se torna identificar o que não é ciência.

A ciência moderna foi construída sob o paradigma da racionalidade científica, composta por princípios epistemológicos e metodológicos que lhe permite se destacar das demais manifestações da cultura humana (Santos, 2018). Assim, um argumento com características da ciência é um argumento que transparece elementos da racionalidade científica com seus princípios epistemológicos e metodológicos e, uma pessoa que consegue fazer uso dessa argumentação no debate público sobre ciência e sociedade é alguém com letramento científico.

Na outra direção estão os argumentos “não científicos”, dos quais poderia se dizer, simplesmente, que são aqueles desprovidos dos princípios da racionalidade científica. Contudo, é necessário um olhar cauteloso e, para isso, buscou-se fundamento no pensamento de Althusser (1967), o qual, ao refletir sobre marxismo, ciência e ideologia, traça uma linha divisória entre estas duas últimas. Para o autor, como registrado anteriormente, ideologia é uma forma de consciência social, que, embora contemple elementos da realidade, não a reflete verdadeiramente, mas cria dela uma visão distorcida, agindo sobre o sentido que a vida adquire.

A filosofia é a forma lapidada da ideologia, ou seja, ela é a ideologia em uma forma refletida, sistematizada, teorizada (Althusser, 1967). É a filosofia adotada pela ciência que a diferencia de outras práticas ideológicas e, para o autor, a única filosofia verdadeiramente científica nasceu com o materialismo dialético, pois é a única que, em sua busca pela verdade, se reconhece como condicionada por fatores históricos ao mesmo tempo em que reconhece que ela própria desempenha na história uma função social. Por meio dessa filosofia, o conhecimento deixa de ser visto como algo puro e passa a ser encarado como condicionado por fatores históricos e em relação com eles.

Ao estudar as condições reais da produção de conhecimento, o materialismo se define como filosofia científica ao mesmo tempo em que define também a natureza das práticas ideológicas, separando-a das práticas reais nas quais se baseia a prática científica. Segundo Althusser (1967), essa compreensão é determinante na separação da filosofia científica das filosofias idealistas, da prática científica das práticas ideológicas. O que não significa que a ciência seja imune às

influências ideológicas, mas que a filosofia científica nega as (outras) ideologias que podem deformar a sua prática (Althusser, 1967).

Assim, ao observarmos que o letramento científico constitui um ramo da própria cultura científica, não podemos esquecer que ele herda essas implicações entre cultura, ideologia e ciência. De modo que a evidente dicotomia entre filosofia científica e demais ideologias nos sugere que este pode ser um ponto de partida promissor para a análise dos argumentos em discursos sobre ciências no contexto do debate público ou educacional, por exemplo, quando se busca elementos indicadores do letramento científico. O questionamento imediato que se levanta é: há possibilidades de identificar aspectos do letramento científico nos discursos produzidos sobre ciência por meio da distinção inicial entre ideologia e ciência?

Outro ponto que fortalece esse questionamento é o fato de que, embora o letramento científico seja constantemente associado à necessidade de aplicação do conhecimento científico na vida cotidiana e social, na realidade, o efeito geral da educação em ciências no comportamento é pequeno, de maneira que não há relação direta entre o letramento científico desenvolvido na formação escolar e a tomada de atitudes no cotidiano, mesmo entre sujeitos com nível superior de educação (Crowell; Schunn, 2015).

Há, portanto, um problema na transposição do conhecimento científico para o letramento científico aplicado (isto é, que se concretize na resposta da comunidade frente aos desafios que emergem de uma sociedade científica tecnológica) e, diante da dificuldade em se localizar indicadores da dimensão cultural do letramento científico, mais uma vez ganha evidência a necessidade de se refletir sobre as relações que se estabelecem entre ciência, cultura e ideologia. Esses fenômenos interagem e se influenciam mutuamente podendo impactar o modo como um sujeito, ainda que letrado cientificamente, responde às demandas da sociedade em relação ao bem comum, com potencial de direcionar tanto para uma postura conectada com a filosofia científica quanto para uma postura distante dela. Nesse caso, se poderia dizer que o letramento científico envolve mais que a compreensão do conhecimento científico, da sua natureza e do reconhecimento dos seus impactos na vida em sociedade, como também implica que o sujeito apreenda elementos da filosofia científica no rol de suas influências ideológicas, como um requisito para sua aplicação na vida prática, cívica e sociocultural.

1.5 A dimensão cultural da ciência

Há a ciência moderna, demarcada por seu paradigma, há a cultura científica, composta pelo universo de clados que partem da ciência e há, ainda, a dimensão cultural da ciência, a qual constitui um desses clados. Sobre esta última, trata-se de um ramo que brota da educação em ciências em meio à produção e a popularização do conhecimento científico.

Primeiramente identificado por Shen (1975), que categoriza esse ramo como um dos eixos que compõe o letramento científico, voltado ao público em geral e que colabora para o entendimento sobre ciência, a dimensão cultural da ciência é uma dimensão abstrata, descompromissada, espontânea que se alimenta da cultura científica e se expressa no comportamento. No interesse gratuito pelo conhecimento científico e, uma vez com a sua posse, extrai dele sensações como beleza e prazer, entre outras. Beleza em sentir e saber o que se sente. Prazer de saber e de compartilhar saberes. Tem estreita relação com a leitura que se faz do mundo, tornando-a mais densa ou mais leve, poética ou pragmática, filosófica ou concreta, a depender das interações que o sujeito estabelece com outros saberes e outras influências culturais que carrega em si.

Para Shen (1975), o contato com a dimensão cultural da ciência é motivado pelo entendimento da ciência como construção histórica humana, fato que gera sensações comparáveis àquelas geradas pela arte. Este mesmo autor pontua que esta dimensão ajuda a romper a dicotomia entre a ciência moderna e as humanidades e que sua abordagem na educação básica contribuiria tanto para formar apreciadores de ciência quanto para modelos de treinamento de futuros cientistas. Além disso, por se beneficiar dos meios de comunicação e linguagens mais apelativas, ela tem potencial de levar conhecimento científico a públicos mais suscetíveis às armadilhas das pseudociências, tendo, portanto, um efeito prático benéfico sobre a sociedade, ainda que involuntariamente.

Em um levantamento do termo “dimensão cultural da ciência” na plataforma Google Acadêmico, localizamos 66 trabalhos em língua portuguesa entre artigos, dissertações, teses, livros e resumos expandidos de encontros científicos. No entanto, embora os trabalhos relacionem a dimensão cultural da ciência com a educação, a divulgação científica ou a cidadania, nenhum deles explora

satisfatoriamente o tema, havendo, inclusive uma confusão entre cultura científica com todo seu universo e dimensão cultural da ciência, como apenas uma face desse universo. Quando tratada como vertente específica desse universo, ela surge nos trabalhos de modo pontual e descritivo, sendo em geral definida como parte estética, linguística, artística ou histórica da ciência.

Ao mudar o termo da busca no Google Acadêmico para “Alfabetização científica cultural”, tradução literal de “Cultural Science Literacy” cunhado por Shen (1975), aparecem 197 resultados em língua portuguesa. Do mesmo modo que o levantamento anterior, neste caso os trabalhos também não se debruçam na exploração desse tema, mas somente de forma pontual e descritiva para se referir a uma vertente da alfabetização científica, em geral, se limitando a traduzir as palavras de Shen (1975) sobre esse termo. Foge a este panorama, o trabalho de Costa e Lorenzetti (2020) que, mesmo não tendo encontrado evidências dessa dimensão entre os alunos, dedicaram uma parte da pesquisa a sua exploração em uma sequência didática de ensino de ciências.

Quando a busca é direcionada para literatura em língua inglesa, surgem 59 trabalhos. Contudo, não se diferenciam dos trabalhos em língua portuguesa quanto à abordagem pontual e descritiva da dimensão cultural, sendo que, além de Shen (1975), Shamos (1995) e Bybee (1997) são os autores comumente citados para subsidiar tal descrição. Com base nesses autores, Chandler (2020, p. 63) afirma que essa dimensão “[...] incorpora o histórico desenvolvimento da ciência e a interação entre ciência e sociedade, dentro do contexto do letramento científico”. O mesmo autor destaca que Shamos (1995) e Bybee (1997) dão a essa dimensão um caráter de conhecimento de fundo comum, que os indivíduos acessam quando se comunicam sobre ciência, mesmo sem a completa compreensão dos conceitos ou fenômenos envolvidos.

1.6 Considerações finais

A dimensão cultural da ciência é um aspecto que emana das atividades da cultura científica, ela está mais próxima da metáfora de cultura como cultivo da mente, utilizada por Eagleton (2005). No entanto, não se pode confundi-la com

erudição, com o domínio de conhecimentos conceituais e metodológicos como no estágio elitista de cultura, sob o risco de fechá-la dentro da comunidade científica.

Neste capítulo, buscou-se visualizar o que seria a dimensão cultural da ciência e que lugares ela ocupa na cultura científica, a fim de compreender como essa dimensão poderia ser identificada no contexto da educação em ciências, uma vez que ela é apontada como uma face do letramento científico.

Ao se colocar o foco na dimensão cultural da ciência, a lente se aproxima do sujeito, porque as leituras e as trocas que ele estabelece com a cultura científica são únicas e é possivelmente um lugar privilegiado onde o conhecimento científico vira senso comum, conforme denuncia uma das características do paradigma do conhecimento prudente de Santos (2018). Contudo, ao considerarmos cultura e ciência sob um ponto de vista histórico e filosófico, percebemos que as relações que se estabelecem entre o sujeito e a cultura científica podem não ser diretas e passivas, mas marcadas pelo choque entre as influências ideológicas do sujeito e a filosofia científica.

Como a cultura resulta das relações que o sujeito constrói com o seu meio e como essa construção é uma via de expressão das ideologias, inferimos que indicadores da dimensão cultural da ciência, ou seja, elementos da sua filosofia, podem ser encontrados em argumentos e comportamentos de sujeitos letrados cientificamente.

Uma hipótese que se levanta é a de que os indicadores hoje presentes na literatura dão a medida das dimensões conceituais, procedimentais e, até certo ponto, sociais do letramento científico, mas somente no nível teórico, como uma especulação de que tais habilidades terão reflexo no comportamento dos sujeitos. Contudo, indicadores da sua dimensão cultural estariam mais próximos de um letramento científico aplicado, ou seja, transposto à vida real, uma vez que esta dimensão se expressa no comportamento, no interesse gratuito pelo conhecimento científico e tem estreita relação com a leitura que se faz do mundo (Shen, 1975), envolvendo, por conseguinte, uma relação com implicações ideológicas.

Contudo, o levantamento bibliográfico realizado na plataforma de busca de literatura científica do Google evidencia que faltam abordagens mais profundas a essa dimensão, capazes de melhor defini-la e transformá-la em um conceito teórico sólido, apesar de o termo ter surgido há 46 anos. À época, Shen (1975) lamentava o baixo

fluxo de divulgação científica em meios populares de comunicação, hoje há a internet. O ciberespaço é um ambiente privilegiado de interação entre o público e a cultura científica, ele constitui um campo fértil para uma investigação profunda sobre a dimensão cultural da ciência, o que pode revelar os indicadores dela, além de articulações possíveis com outras faces do letramento científico e com o ensino de ciências.

2 A RELAÇÃO ENTRE O SENTIDO E A PRÁTICA DO LETRAMENTO CIENTÍFICO ATRAVÉS DA ANÁLISE DAS SUAS DIMENSÕES E INDICADORES

2.1 Introdução

As discussões a respeito do significado do conceito de Letramento Científico (LC) falam sobre as suas diversas faces em termos de dimensões, categorias, visões ou eixos estruturantes, entre outros (Shen, 1975; Bybee, 1997; Sasseron; Carvalho, 2011). Essas categorizações têm o objetivo de descrever a amplitude do conceito como um todo, a partir da exposição de cada uma das suas partes. Além de facilitar o desenvolvimento do LC por meio da compreensão dos aspectos que lhe envolvem, norteador intervenções pedagógicas na educação básica, assim como a construção de testes de aferição do nível de LC de determinados grupos.

Contudo, essa categorização não tem sido um trabalho simples, como um conceito social e culturalmente construído (Laugksch, 2000; Mun et al., 2015), o LC vem mudando ao longo de mais meio século e assume hoje um sentido bem mais amplo que no passado.

Inicialmente o LC adentrou as pesquisas da educação em Ciências com um sentido restrito. Envolveu sobretudo a aquisição de conhecimentos científicos no nível conceitual e procedimental por parte do público leigo. Havia o propósito de familiarizar a população com os novos produtos da ciência e com os investimentos governamentais em ciência e tecnologia, em virtude da inédita velocidade dos avanços científico tecnológicos (Laugksch, 2000; Mun et al., 2015).

Posteriormente, sobrepõe-se ao conceito inicial a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (Deboer, 2000). Em seguida, vinculou-se esses conhecimentos a postura individual do sujeito letrado diante das demandas sociais. Mais recentemente, começa a figurar também a ideia de uma visão ecológica global que os sujeitos do século XXI deveriam desenvolver, uma vez que todas as nações estão conectadas e que hoje as questões sociocientíficas locais têm reflexos globais (Mun et al., 2015).

Mun et al., (2015) afirmam que na sociedade globalizada, a educação em ciências deve focar seus objetivos na formação de cidadãos globais, com uma compreensão integrada das ideias centrais da ciência, aptos a participação em

questões de interesse sócio científico. Os mesmos autores enfatizam que cidadãos globais possuem valores de respeito a todos os grupos humanos e ao meio ambiente, apresentam ações responsáveis e encaram a ciência como um produto do empreendimento humano. A expansão do conceito de LC tem ênfase nos aspectos culturais, ideológicos e atitudinais. “Valores morais e visões de mundo que podem levar as pessoas a fazerem escolhas e decisões apropriadas para garantir um planeta sustentável” (Mun et al., 2015, p. 8).

Portanto, ao nível do discurso, a expansão do conceito de LC tem caminhado a favor da apreensão do conhecimento científico para aplicação na vida prática, cotidiana e coletiva, para construção de uma sociedade letrada cientificamente, cuja ação contribua para a resolução dos problemas sociocientíficos e ambientais, em direção a um mundo mais justo e saudável.

Em outras palavras, há uma crença de que a incorporação da cultura científica pelos sujeitos, pode resultar em mudança atitudinal, impactando positivamente a vida particular, em comunidade, além da saúde global do planeta. É sob essa justificativa que ocorre a implementação de diversas intervenções pedagógicas a favor do LC na educação básica, em muitos países impulsionada por reformas em currículos nacionais (Vieira; Tenreiro-Vieira, 2014).

Assim, o conceito de LC tem aderido cada vez mais um sentido crítico ao encorajar a exploração do conhecimento científico pelo viés (1) das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, (2) da compreensão da ciência como empreendimento humano histórico coletivo e (3) dos reflexos culturais e atitudinais da ciência sobre o sujeito, em direção a uma cidadania global. O que nos faz questionar se – e até que ponto – essa concepção vem sendo concretizada nas abordagens desenvolvidas no ensino e aprendizagem de ciências na educação básica.

Ao compreender que as transformações atitudinais dos sujeitos passam por construções culturais e ideológicas, nos perguntamos ainda como essa face do LC vem sendo tratada nas categorizações propostas para o termo e, nas abordagens pedagógicas efetuadas no ensino de ciências. Sendo que, no intuito de responder essas perguntas, percebemos a importância de um terceiro elemento que se coloca entre o LC e a abordagem implementada, que são os indicadores do LC. Há indicadores para todas as dimensões propostas na literatura? Quais indicadores têm

sido usados para avaliar as dimensões ligadas a face cultural, ideológica e atitudinal do LC?

As respostas a esses questionamentos podem contribuir para avaliar se a concretização do LC na prática do ensino de ciências vem acompanhando a evolução do próprio conceito, cuja ênfase atual recai sobre a formação para cidadania e transformação social. Assim, realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática para acessar pesquisas relacionadas ao letramento científico no contexto da educação básica. Norteiam a presente revisão os seguintes objetivos: identificar as categorizações de LC utilizadas pelos autores, a fim de acessar o sentido e a amplitude do conceito na prática da sala de aula; identificar e classificar os indicadores que vêm sendo usados nas práticas de LC, a fim de avaliar o alcance dos mesmos frente às múltiplas categorizações, em especial aquelas ligadas à sua face cultural, ideológica e atitudinal.

Foi efetuada uma análise textual discursiva sobre as categorizações de LC presentes nos artigos, o que permitiu uma nova visão sobre esse conceito, a qual serviu como parâmetro de avaliação do alcance do LC nos resultados dos artigos.

2.2 Aproximações entre o letramento científico e as teorias pedagógicas críticas

O letramento científico é um conceito abrangente que se refere a necessidade de apreensão dos vários elementos da cultura científica pela população em geral. Ele se classifica como um objetivo da educação básica, mais especificamente da educação em ciências. Contudo, esse é um objetivo cuja finalidade social está em disputa entre a conservação do capitalismo predatório, com a formação de cidadãos direcionada ao mercado de trabalho e ao consumismo, cada vez mais tecnológico e, por outro lado, a formação cidadã mais alinhada com a transformação do modo de produção e adoção de um sistema sustentável ambientalmente e justo socialmente.

Hansson e Yacoubian (2020) explicam que o LC não necessariamente incorpora a justiça social como objetivo, muitas vezes diminuindo o alcance da educação em ciências, bem como adotando um modelo deficitário em relação as necessidades de saberes dos alunos marginalizados. Na contramão, há propostas de ressignificação do LC por meio da práxis coletiva sobre situações sociais (Roth;

Lee, 2004) e pela incorporação de questões sociocientíficas como meio de promoção do engajamento em ações sociopolíticas (Santos, 2009; Lee et. al., 2013).

Como um objetivo educacional, o LC necessariamente se liga a outros elementos educativos, como teorias e métodos pedagógicos. Conforme Saviani (2017) uma teoria pedagógica se caracteriza pela sua estrutura baseada na prática educativa e em função dela, cuja finalidade é formular diretrizes para o processo de ensino e aprendizagem, buscando equacionar a relação professor-aluno. As teorias pedagógicas se diferenciam pelo modo como concebem e orientam a educação, que é objeto de disputa entre as classes sociais. Assim, segundo Saviani, temos quatro grandes teorias pedagógicas: Humanista tradicional (jesuíta); Humanista Moderna (escola nova); Analítica (tecnicista) e; Crítica Dialética (Saviani, 2017).

As três primeiras têm em comum a concepção acrítica da educação, ignorando a interferência dos aspectos sociais, “[...] adotando uma posição ingênua na medida que são teorias que entendem a educação como um instrumento de equalização dos problemas sociais sem a transformação do modelo econômico/social gerador da desigualdade” (Teixeira, p. 5, 2003). Na concepção não crítica, a escola adquire a suposta capacidade de corrigir os problemas sociais, que são individuais e acidentais, por meio da homogeneização social (Teixeira, 2003)

Já a Teoria Crítica Dialética compreende que a escola pode ser instrumento de reação à dominação capitalista sobre a sociedade. Na concepção de uma teoria pedagógica crítica, a sociedade é marcada pela divisão entre classes antagônicas, que possuem diferentes condições de produção da vida material. Nesse quadro, os problemas sociais e ambientais são um fenômeno que é intrínseco à própria estrutura da sociedade de classes, devido a apropriação da produção social/material de uma classe pela outra. Dentro dessa estrutura, onde até mesmo os recursos naturais e a ciência são convertidos em produtos, entende-se que a educação e a escola são determinadas socialmente. Esta teoria crítica dialética concebe a escola como instrumento de superação do problema da marginalidade da classe trabalhadora (Saviani, 2018).

Libâneo (2006) dialoga com essa visão ao classificar as teorias pedagógicas em Liberais ou Progressistas, a partir da forma como elas relacionam educação e condições sociopolíticas.

As pedagogias liberais refletem a ideologia capitalista de defesa da liberdade e individualidade como justificativa para defesa da propriedade privada dos meios de produção e manutenção da segregação das classes sociais. Ela abstrai as desigualdades de condições e exerce sua crítica sobre os sujeitos, que precisam se adequar aos papéis sociais pré-determinados pela sociedade de classes, desenvolvendo-se individualmente em acordo com suas habilidades (Libâneo, 2006).

Na direção oposta estão as pedagogias progressistas, que se fundamentam na análise crítica da realidade social. Elas concebem a educação como ferramenta sociopolítica de ambas as classes sociais e, por isso, defendem a ocupação e uso consciente desse espaço em favor da classe trabalhadora, mesmo compreendendo a impossibilidade da sua institucionalização no seio da sociedade capitalista (Libâneo, 2006).

São liberais as pedagogias: Tradicional; Renovada; Tecnicista. São progressistas as teorias pedagógicas: Libertadora; Libertária e; Pedagogia Crítico-Social dos Conteúdos (Libâneo, 2006).

Na condição de trabalhadores da educação, legitimados socialmente como detentores dos conhecimentos científicos historicamente acumulados, bem como conscientes das demandas sociais e ecológicas do tempo presente, os educadores em ciências (professores e/ou pesquisadores) não deveriam se alienar da luta política que circunda a sua prática. Ciente de que todas as teorias pedagógicas são atravessadas por valores, objetivos políticos, morais e ideológicos, “[...] é requerido que [os educadores] façam opções pedagógicas, ou seja, assumam um posicionamento sobre objetivos e modos de promover o desenvolvimento e a aprendizagem de sujeitos inseridos em contextos socioculturais e institucionais concretos” (Libâneo, p. 16, 2005).

É sobre o cenário das diferentes teorias pedagógicas que analisamos as pesquisas que objetivam o letramento científico na educação básica. Como um conceito que vem ao longo do tempo incorporando valores de responsabilidade social, política e ecológica, compreendemos o seu alinhamento às pedagogias críticas ou progressistas. Uma vez que os atuais problemas socioambientais, de amplitude global, decorrem do modo de produção capitalista, não faz sentido educar em ciências sem fazer a crítica ao sistema gerador dos problemas.

Letrar cientificamente sem a lente da crítica social, dá ao letramento científico um caráter liberal, resultando no desenvolvimento de habilidades individuais como raciocínio lógico, pensamento sistemático, capacidade de planejamento, avaliação, argumentação e demais características do trabalho científico, porém com destino ao postos de produção e de consumo, a despeito das demandas sociais e ambientais da própria geração dos educandos, agravando ainda as demandas que esperam as gerações futuras.

2.3 Material e métodos

A presente Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) foi realizada entre fevereiro e junho de 2022. Sua construção se referenciou no roteiro chamado *Roadmap*, cuja estratégia e método permite a busca e análise de resultados por meio de ciclos que se repetem continuamente até que se alcance os objetivos da revisão (Conforto; Amaral; Silva, 2011). A RBS *Roadmap* se constitui em três fases de trabalho: 1. Entrada – definição e clareza do problema, objetivos, fontes primárias de busca, *strings* de busca, critérios de inclusão, critérios de exclusão, critérios de qualificação, método e ferramentas, cronograma; 2. Processamento – condução das buscas, análise dos resultados, documentação; 3. Saída – alertas, cadastro e arquivo, síntese dos resultados, modelos teóricos (Conforto; Amaral; Silva, 2011).

No quadro 1 apresentamos a definição dos elementos da fase de Entrada da RBS *Roadmap*, que corresponde ao planejamento da revisão.

Quadro 1 – Entrada, primeira fase da RBS *Roadmap*.

PROBLEMAS	Quais indicadores vêm sendo utilizados em pesquisas sobre o ensino de ciências para avaliar o nível de letramento científico de determinado grupo? Quais dimensões do letramento científico esses indicadores abrangem? Tais indicadores conseguem avaliar com eficiência o letramento científico em suas múltiplas dimensões?
OBJETIVOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar os indicadores utilizados nas pesquisas em ensino de ciências para avaliar o nível de LC nos diversos níveis da educação básica; 2. Classificar os indicadores levantados em acordo com as dimensões de LC com as quais se relacionam; 3. Avaliar a eficiência dos indicadores utilizados na determinação do LC em suas múltiplas dimensões, em especial a dimensão cultural da ciência.
FONTES PRIMÁRIAS	Plataforma Sucupira; Banco de artigos dos periódicos selecionados; Google Acadêmico.

STRINGS DE BUSCA	Letramento científico; Alfabetização científica; <i>Scientific literacy</i> ; Indicadores de; Avaliação de; <i>Assessment</i> ; Nível; <i>Level</i> .
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	Trabalhos publicados nos último 15 anos (2007 e 2022); com avaliação do nível de letramento científico entre os objetivos; Com apresentação dos indicadores de letramento científico usados na pesquisa; Artigos de revistas <i>qualis A</i> , em português, inglês ou espanhol; Possuir um ou mais strings de busca no título ou resumo.
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	Trabalhos com foco em formação de professores, ensino superior ou ensino infantil; Artigos de revisão; Artigos com foco no currículo.
CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO	Experiências de ensino-aprendizagem com foco no letramento científico; Trabalhos realizados na educação básica, nível fundamental anos finais e nível médio; Trabalhos que explicitem seus indicadores de letramento científico e os recursos usados para a sua identificação; Trabalhos que abordam avaliação do nível de letramento científico ou alfabetização científica.
MÉTODO E FERRAMENTAS	Filtro de periódicos da área da educação e ensino de ciências <i>qualis A</i> na Plataforma Sucupira; Diferentes combinações das palavras-chave nos filtros de busca dos sites dos periódicos filtrados; Leitura dos títulos e das palavras-chave dos artigos (filtro 1); Leitura dos resumos para confirmação ou exclusão do artigo (filtro 2); Leitura completa do artigo (filtro3); Identificação de referências nos artigos que poderiam entrar na RBS (busca cruzada para possível acréscimo de trabalhos na revisão); Releitura completa dos artigos selecionados.

Fonte – Elaborado pela autora, 2022.

Na fase de Processamento, percebeu-se que ao se usar os *strings* de busca no título, resumo e palavras-chave, entravam artigos em que o letramento científico era secundário no trabalho. Esses artigos abordavam um determinado tema relacionado ao letramento científico, porém sem intenção de estabelecer uma visão panorâmica deste ou investigar sua relação com os demais aspectos e dimensões dele. Desse modo, embora esses trabalhos contribuam para o desenvolvimento de habilidades e competências que indicam a construção do letramento científico, por focarem a parte ao invés do todo, eles deixaram de fazer parte do escopo da presente pesquisa.

Durante a fase de Processamento, os artigos passaram por três ciclos de filtragem, conforme indicado no Quadro 1. No primeiro filtro eles foram codificados e organizados em um banco de dados no Calc, *software* livre do *LibreOffice*, com dados referentes ao título, ano de publicação e os critérios de inclusão que foram atendidos. No filtro 2 os artigos selecionados foram transferidos para um novo banco de dados com detalhes sobre os objetivos do trabalho, público-alvo e metodologia. No terceiro ciclo de filtragem, todos os artigos foram lidos na íntegra e passaram a compor um terceiro banco de dados com acréscimo de informações a respeito do país de origem, nível de ensino, os sentidos atribuídos ao letramento científico, as

dimensões consideradas pelos autores, os indicadores de letramento científico utilizados, as metodologias de coleta e de análise dos indicadores, os conteúdos curriculares específicos abordados e observações sobre os resultados e as conclusões.

Em seguida foi realizada uma análise descritiva das variáveis levantadas, com mapeamento das dimensões e dos indicadores de letramento científico ponderadas em todos os trabalhos, bem como dos tipos de instrumentos usados na sua coleta e análise deles. Para cada artigo, foi examinado ainda se as dimensões consideradas no referencial teórico do artigo estavam contempladas no método de coleta de indicadores e de avaliação do nível de letramento científico.

Em posse das informações coletadas e organizadas nos bancos de dados, realizou-se a fase de Saída da RBS *Roadmap*, onde os resultados foram sintetizados em textos, quadros e figuras, para análise e discussão.

Os conceitos das diversas e nem sempre convergentes dimensões de LC utilizadas pelos autores dos artigos ou pelos seus referenciais, constituiu o corpus de análise via Análise Textual Discursiva (ATD), segundo Moraes (2003). Essa metodologia possibilitou a emergência de novas categorias de sentido a partir da fragmentação, reconstrução e interpretação subjetiva dos conceitos analisados, com o intuito de visualizar a amplitude do próprio LC, bem como as peculiaridades de cada uma das suas faces, que após o tratamento passaram a ser chamadas de “domínios”, unicamente para não confundir com as dimensões que foram analisadas.

Com os domínios de LC assim construídos, foi efetuada a análise da frequência em que cada um deles ocorre nos trabalhos e sua correlação com os objetivos almejados pelos autores, através do coeficiente de correlação de *Pearson* (r). Do mesmo modo, houve levantamento dos indicadores que se relacionam com cada domínio e sua correlação (r) com os domínios atingidos nos resultados dos trabalhos revisados.

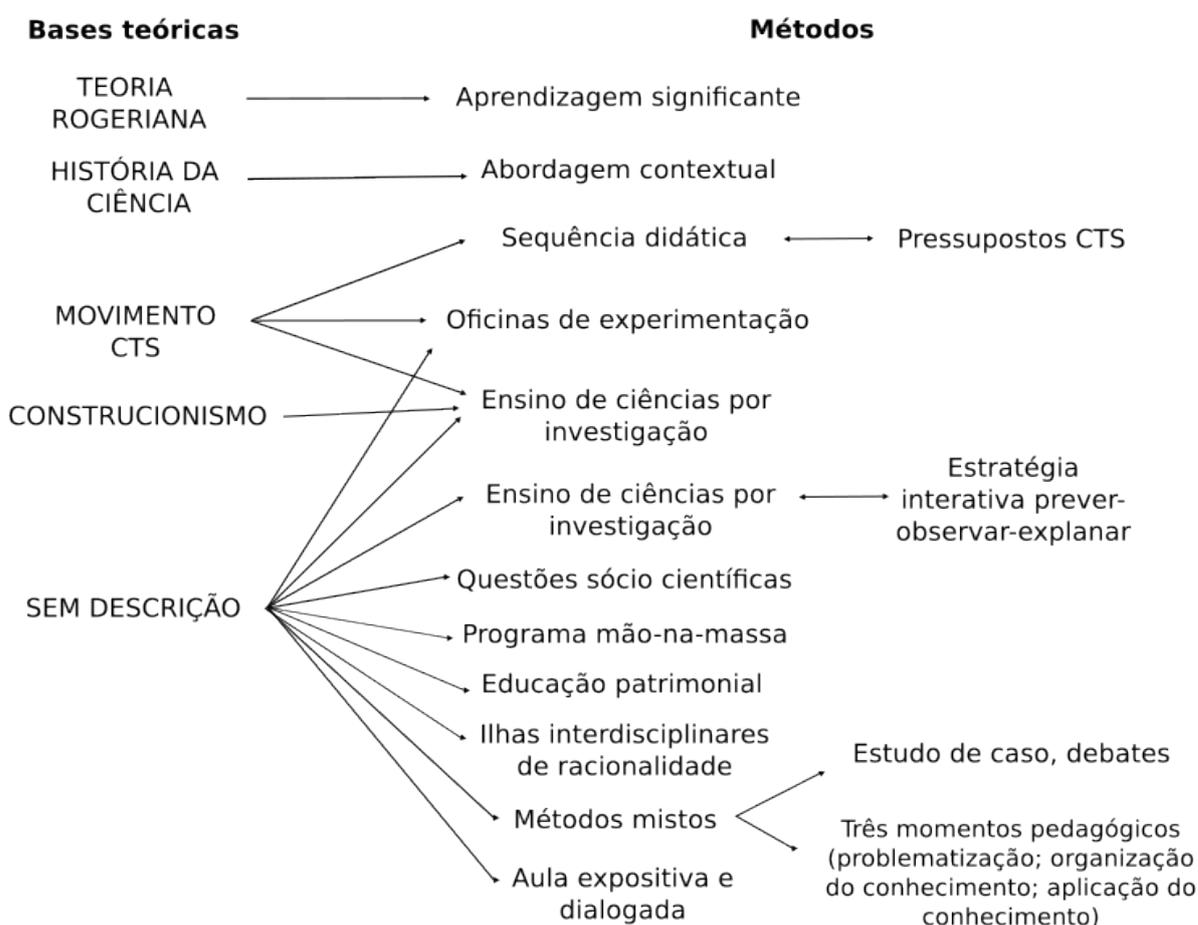
Por fim, realizou-se uma reflexão sobre o domínio Afetivo/Atitudinal, sua importância e relações com os sentidos de LC empregados pelos autores e para o desenvolvimento deste em sentido aplicado.

2.4 Resultados e discussão

Na Plataforma Sucupira foram encontrados 25 periódicos *qualis* A para a área de Educação em Ciências ou Ensino de Ciências, oriundos de diversas nacionalidades. As buscas realizadas nos sites de todos os periódicos resultaram em 1919 artigos, dos quais 73 passaram pela primeira filtragem. Destes, 35 artigos passaram pela segunda filtragem e 23 pela terceira filtragem. A busca cruzada resultou em dez novos artigos, dos quais apenas dois passaram por todos os filtros. Portanto, compõem o corpus da presente revisão bibliográfica 25 artigos (anexo I) extraídos de doze periódicos científicos escritos em língua portuguesa (Brasil e Portugal), inglesa (Austrália, China, Coreia do Sul, Estados Unidos, Nova Zelândia, Turquia) ou espanhola (Costa Rica, Espanha).

Os artigos foram divididos entre dois grupos: (1) pesquisas de avaliação do letramento científico após intervenção pedagógica, com dezessete trabalhos e; (2) pesquisas de avaliação do letramento científico direto, sem intervenção pedagógica, com oito trabalhos. Assim, inicialmente faremos análise do primeiro grupo, posto que possui um elemento diferenciador que é a intervenção pedagógica, em seguida abordaremos o segundo grupo em conjunto com o primeiro, pois nesse caso os elementos analisados são comuns a todos. Entre o primeiro grupo, cuja avaliação do LC foi realizada após intervenção pedagógica, foram identificados dezessete diferentes arranjos teórico-metodológico com foco no desenvolvimento de habilidades referentes ao letramento científico (figura 1). Todos eles tinham entre os objetivos da pesquisa avaliar a potencialidade da intervenção pedagógica no desenvolvimento de uma ou mais dimensões do LC.

Figura 1 – Arranjos teórico-metodológico das intervenções pedagógicas com foco no letramento científico



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Nota-se que onze intervenções pedagógicas não expõem claramente as correntes teóricas em que se amparam, de modo que a metodologia de ensino e aprendizagem parece independente de qualquer concepção teórica, sendo, por isso mesmo, um conjunto acrítico. Entre as seis intervenções que esclarecem suas concepções pedagógicas, três se ancoram em teorias não críticas ou liberais (Saviani, 2018; Libâneo, 2006) – Teoria Rogeriana, Construcionismo e História da Ciência (o qual não constitui uma teoria, mas uma tendência no ensino de ciências). As outras três intervenções pedagógicas se referenciam no movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), criando arranjos teórico-metodológicos que se alinham a teorias progressistas em educação.

Essa observação é importante devido as justificativas que os artigos usaram para a realização dos trabalhos, que giram em torno da construção do letramento

científico para o desenvolvimento da cidadania, bem como de competências para a tomada de decisões na vida pessoal e em sociedade. É comum em todos eles, a ideia de que a compreensão da ciência e seus fenômenos e a aquisição das habilidades relacionadas à racionalidade científica capacitam o sujeito para plena participação no debate público sobre questões sociocientíficas, para a tomada de decisões informadas ou para uma postura social sustentável. Essas competências e habilidades são colocadas no contexto de uma visão da cultura científica como elemento catalisador de transformação social.

Contudo, pode soar contraditório, por um lado, olhar o letramento científico como uma face da formação cidadã, potencializador de mudança social e, por outro lado, almejar o seu desenvolvimento pela via de uma concepção pedagógica conservadora.

As teorias pedagógicas não críticas compreendem a educação como um elemento que é autônomo diante da sociedade e, portanto, independe das variantes sociais que a circundam (Saviani, 2018). No espectro dessas teorias, os problemas sociais podem ser resolvidos pela educação, cuja função é equalizar os problemas e homogeneizar a sociedade. Nas palavras de Saviani (2018), elas possuem uma “crença ingênua no poder redentor da educação em relação à sociedade”, pois desconsideram o atual modo de produção como gerador da desigualdade. Não há, portanto, a intenção de transformar o modelo de sociedade que gera os problemas sociais, pois eles são vistos como acidentais (Teixeira, 2003).

Em um modelo crítico de cidadania, o LC deve atuar na compreensão de que as injustiças podem ser sustentadas por apelações científicas deliberadamente enganosas, que em determinados cenários político econômicos podem moldar privilégios sociais, vantagens econômicas e direitos (Allchin, 2020). Nesse cenário, o cidadão deve idealmente ter poderes para agir no sentido de expor quaisquer falhas ou pretensões duvidosas no discurso político científico, o que requer entender não apenas como o conhecimento é produzido dentro de uma comunidade científica, mas também como ele é transmitido em meio as configurações sociais (Allchin, 2020).

Assim, quando se fala em LC e formação cidadã com vistas à transformação social, há que se refletir sobre qual concepção de cidadania e de transformação social está em jogo. Ao ser implementado sob o viés de teorias não críticas, o LC se

aproxima de concepções vinculadas aos interesses dos processos produtivos vigentes, que não critica o seu caráter predatório e nem a submissão da ciência aos interesses econômicos desse modo de produção. Não há, pois, real possibilidade de transformação social, mas apenas um discurso estéril, uma vez que a construção do conhecimento sobre ciências e a construção das habilidades relacionadas ao fazer científico discutem as posturas individuais do sujeito ou de determinados grupos perante as problemáticas socioambientais, mas passam ao largo do modelo econômico que gera tais problemáticas.

Tomamos como exemplo duas pesquisas que compõem esta revisão sistemática, ambas com intervenções pedagógicas, objetivando a promoção do LC em turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Brasil. Realizamos mais de uma leitura contrapondo a visão de LC presente nos trabalhos à base teórica da abordagem e aos resultados alcançados.

A primeira pesquisa (código 6.2) utiliza a nomenclatura “alfabetização científica” e explica que seu objetivo geral é verificar a viabilidade do “Programa Mão na Massa” em alfabetizar cientificamente um público que inicialmente não é foco do programa, assim, criando oportunidades para a formação na EJA de um aluno crítico. Ao fazer a sua leitura percebemos que esse artigo demonstra no referencial teórico a visão de LC ligada aos seguintes elementos: compreensão e transformação do mundo; participação ativa em questões sociocientíficas e; superação de problemas sociais. Ele destaca ainda a importância do contexto social no ensino de ciências e a necessidade de formação de sujeitos críticos e capazes de tomar decisões de forma consciente. Contudo, o artigo não expõe a teoria pedagógica por trás da proposta.

Verificou-se que a metodologia do artigo 6.2 não alcança os elementos postos em destaque. Não se percebeu no desenvolvimento da proposta, nos seus resultados e discussão, indicadores da construção de uma formação científica preocupada com a cidadania ou transformação social. Ele se volta para as habilidades do fazer científico – classificar, justificar, levantar hipóteses, experimentar, comunicar etc. – como se, por si mesmas, tais habilidades capacitassem para a cidadania.

A problematização é ausente na abordagem do artigo 6.2, uma vez que o problema sobre o qual a turma se debruça já vem posto, o que contradiz as próprias

orientações do Programa Mão na Massa. A problematização, na concepção de abordagens críticas são um espaço para geração de questões problema pelos próprios alunos, que poderiam justificar a necessidade dos conteúdos trabalhados (Saviani, 2018). No artigo 6.2, mesmo a contextualização da abordagem ocorre de modo superficial, considerando que contextualizar não é somente inserir objetos conhecidos em uma atividade prática, mas a partir do cotidiano ou contextos conhecidos dos alunos, possibilitar a emersão de conhecimentos significativos para uma nova visão da realidade, “[...] e que os conhecimentos apreendidos possuam a dimensão da universalidade que transcendam aquele cotidiano que será modificado” (Ricardo, p. 8, 2003).

Não obstante, a segunda pesquisa (código 12.2) utiliza a nomenclatura “letramento científico” e pontua uma visão crítica dele. Seu objetivo geral é refletir sobre as contribuições do Movimento CTS para o LC, defendendo a articulação do conhecimento científico com as práticas cotidianas e no exercício da cidadania. A sua abordagem é por meio de uma sequência didática amparada nos pressupostos CTS. Ao efetuar a leitura do trabalho percebemos uma visão de LC que envolve aspectos conceituais, procedimentais e afetivos da ciência, contudo, não há a ideia de atrelamento automático entre a promoção do conhecimento científico e a superação de problemas sociais. Ao invés disso, o artigo destaca a origem do Movimento CTS e sua orientação para o ensino de ciências, sugerindo a abordagem dos conceitos científicos de maneira direcionada conscientemente para temas que evidenciem as relações nem sempre explícitas entre ciência, tecnologia e sociedade, levando em conta as influências ideológicas por trás dessas relações.

Verificou-se que a abordagem da pesquisa 12.2 atinge os pontos destacados na sua visão crítica de LC. A intervenção pedagógica é contextualizada conforme a concepção freiriana já mencionada e, embora a questão a ser desenvolvida já tenha sido previamente estipulada, há espaço para problematização do tema, evidenciando-se a necessidade da aprendizagem pelos estudantes. Ademais, coerente com a visão crítica de LC destacada no seu referencial teórico, a intervenção trás no arranjo temático, em torno da Água, mais que aspectos conceituais ou comportamentais no nível individual, mas também aqueles que envolvem a produção industrial e seu impacto sobre os recursos naturais, sua responsabilidade como promotor de problemas referente ao tema discutido em sala,

trazendo para o nível da consciência e promovendo reflexão sobre aspectos não casuais das problemáticas sociais, científicas e ambientais contemporâneas.

Mesmo com uma concepção crítica de LC, a falta de clareza sobre as bases teóricas do planejamento da intervenção pedagógica pode prejudicar o direcionamento das ações aos seus objetivos ou prejudicar a harmonia entre os resultados alcançados e as justificativas do trabalho. Dessa forma, os arranjos teórico-metodológico exibidos na Figura 1 tiveram sucesso, em diferentes níveis, em desenvolver habilidades das diversas dimensões do LC, desde o conceitual ao cultural ou afetivo. Contudo, isso não significa que houve avanço para formação da cidadania ou para mudanças comportamentais e atitudinais que contribuam para transformações socioambientais tão repetidamente mencionadas quando se justifica a promoção dos níveis de LC na população. Isto porque, o desenvolvimento de habilidades inerentes ao LC sem abordagem que explicita os aspectos políticos e ideológicos envolvidos na ciência e em seus produtos, se torna mecânico. O que implica que estará a serviço de interesses alheios ao próprio estudante.

Ao construir uma abordagem não crítica, se reforça o modelo de atuação cidadã restringido ao espaço individual, com sujeitos aptos ao consumo da ciência, seus produtos e sua cultura, capazes de elaborar críticas e ações pontuais, porém desconectadas das reais origens dos problemas, posto que não são percebidas. Esse modelo de LC pouco contribui para transformações pessoais ou sociais.

Portanto, é significativo que o planejamento de intervenções pedagógicas para o LC, se construam sobre uma base teórica crítica, a qual compreende que a educação e a escola são determinadas socialmente, sendo influenciadas pelo conflito de interesses que caracteriza a sociedade estruturada em classes antagônicas (Saviani, 2018). Por considerar que os problemas sociais são inerentes a essa estrutura, as teorias pedagógicas progressistas compreendem que o conhecimento por si mesmo não transforma a sociedade, mas ele pode se constituir em ferramenta cultural a favor da transformação. Elas encorajam a abordagem dos conteúdos curriculares por vias que explicitam as contradições da estrutura de classes, entrando em consonância com os propósitos da educação em ciências para a cidadania de fato.

2.4.1 Pesquisas de avaliação do letramento científico com e sem intervenção pedagógica

2.4.1.1 As dimensões de letramento científico presentes nas pesquisas

Em 16 artigos foram encontradas 12 referências diferentes para descrever as categorias ou dimensões de LC. Nove artigos não mencionam essas divisões, mas trabalham com o conceito geral de LC, buscando orientação nos indicadores presentes na literatura, ou naqueles possíveis de extrair da própria definição de LC adotada no artigo.

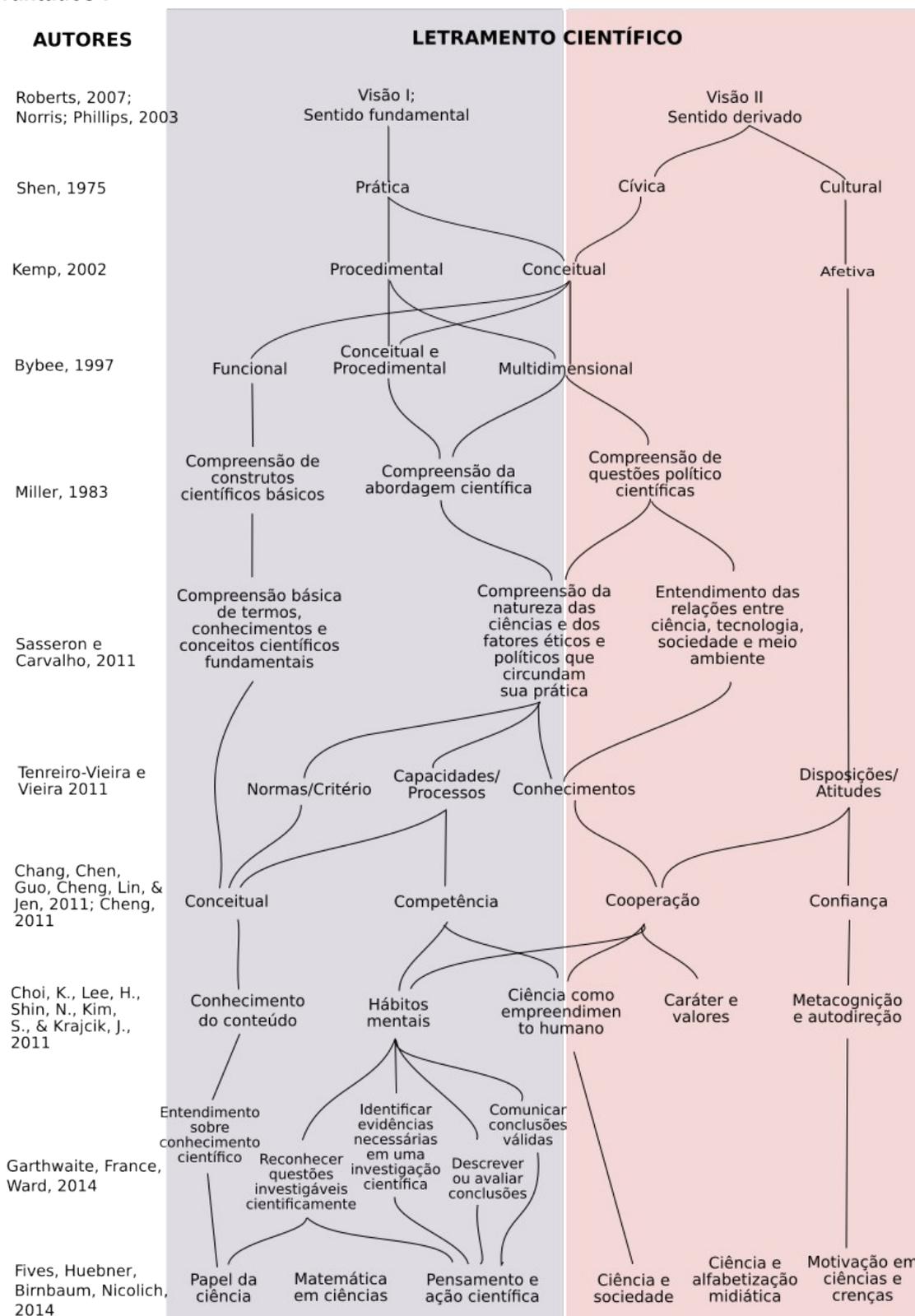
Sobre as 12 referências expressamente descritas nos artigos, percebe-se que se diferenciam em relação a abrangência da dimensão de LC, com alguns autores preferindo dimensões amplas e outros descrevendo dimensões mais específicas. Norris e Phillips (2003) e Robert (2007, *apud* Rodrigues; Quadros, 2019), por exemplo, são referências que estabelecem apenas duas dimensões de LC: Sentido fundamental e Sentido derivado para os primeiros autores e; Visão I e Visão II para o segundo autor. A divisão bidimensional desses autores compartilha em comum a ideia de que há um conjunto de elementos que são fundamentais em ciências, sem os quais a ciência se descaracteriza.

Nesse conjunto elementar figuram noções gerais sobre conceitos, fenômenos e processos tidos como básicos em ciências, assim como conhecimentos sobre a natureza da ciência e um domínio básico das habilidades inerentes ao método científico. Norris e Phillips (2003) dão destaque especial à capacidade para leitura e escrita científica como um aspecto fundamental do trabalho científico. Já na segunda dimensão figuram elementos que derivam da primeira, relacionando-se ao domínio de conceitos, pensamento crítico e a questões cívicas (Norris; Phillips, 2003) ou, ao papel da ciência na vida cotidiana das pessoas e da sociedade, à compreensão de questões que envolvem ciência no contexto da cidadania, além da capacidade de agir dentro desse contexto (Robert, 2007 *apud* Rodrigues; Quadros, 2019).

Além da divisão bidimensional, encontramos nos artigos referências a autores que descrevem de três a seis dimensões do LC. Em uma visão geral, partindo das dimensões mais amplas para as mais específicas, observamos que as diferentes descrições se conectam em determinados pontos e se separam em outros, com

ocorrência de dimensões que misturam elementos dos dois grandes grupos descritos acima, o que reflete o quanto é problemático definir o que é fundamental e o que é derivado no que se refere ao LC (figura 2).

Figura 2 – Autores referência e as respectivas dimensões de LC presentes nos artigos levantados⁴.



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

⁴O fluxo vai das categorizações amplas às específicas. As linhas indicam conexões de sentido entre as dimensões propostas. Dimensões sem conexões não encontraram correspondência objetiva nas demais

Uma aproximação pela via da ATD aos conceitos extraídos dos artigos fonte ou dos artigos da revisão (no caso de falta de acesso ao artigo fonte) de cada uma das dimensões da Figura 2, mostrou que os seus múltiplos sentidos confluem para cinco categorias, que a partir de agora chamaremos de Domínios. São eles: Domínio Valor da Ciência; Domínio Conceitual; Domínio Trabalho Científico; Domínio Ciência e Sociedade; Domínio Afetivo/Atitudinal. A seguir, descreve-se as características de cada um deles, extraídos da categorização via ATD, acrescida de sentidos empregados pelos autores dessa revisão, em acordo com as interpretações que emergiram da análise textual efetuada.

2.4.1.1.1 Valor da Ciência

O domínio Valor da Ciência foi o menos frequente nas referências, estando presente em apenas sete das doze descrições de LC encontradas. Envolve a compreensão da importância da Ciência pelas suas contribuições cultural, histórica e funcional, consciente de que ela é produto do trabalho humano, colaborativo, construído ao longo da história e em permanente diálogo com os contextos sociais. Envolve também a consciência de que a Ciência é orientada por determinada teoria e ideologia, promovendo uma abordagem interdisciplinar da natureza. Destacam-se nesse domínio: História da Ciência; Ciência como trabalho humano; Contexto histórico social do trabalho científico; Relações dialéticas entre a Ciência e a História humana.

2.4.1.1.2 Trabalho Científico

Domínio presente nas doze referências mencionadas nos artigos revisados. Ele envolve os aspectos fundamentais da pesquisa científica como, conhecimentos acerca da natureza da Ciência, as regras e rigor da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. O que implica a compreensão do método científico como processo essencial da verificabilidade do conhecimento, sua relação com as evidências e com a aplicação da matemática na ciência, bem como, por outro lado, implica também a noção de que não existe um método científico universal, nem verdades absolutas, mas modelos que se aproximam da realidade (Moura, 2014). Envolve a filosofia da Ciência com reflexões de cunho ontológico e

epistemológico. Ele viabiliza a compreensão da Ciência como um corpo coeso e coerente, embora formado por diferentes áreas e em constante transformação, que resulta do processo de construção de novos saberes. Esse domínio requer/promove o desenvolvimento de habilidades importantes para o trabalho científico como a capacidade para leitura e escrita científicas, pensamento crítico, sistematização, raciocínio, planejamento, colaboração, comunicação, abstração, entre outros. As habilidades promovidas aqui são importantes também para a formação cidadã, visto o caráter científico tecnológico que a Ciência imprime na Sociedade e as problemáticas daí decorrentes, que o sujeito precisa lidar. Destacam-se os seguintes elementos: Natureza da Ciência, Filosofia da Ciência e Método Científico.

2.4.1.1.3 Conceitual

Esse domínio surge em todas as doze referências encontradas nos artigos. Ele envolve a aprendizagem e o domínio de conceitos científicos amplamente utilizados nas grandes áreas da Ciência, considerados essenciais para a compreensão de outros conceitos relacionados a fenômenos e processos mais complexos. Essa base permite a formação de uma estrutura conceitual integrada em Ciência e Tecnologia, com ilimitada capacidade de crescimento ao longo da vida. À medida que o Domínio Conceitual em Ciências cresce, o sujeito adquire maior capacidade de abstração, com possibilidade de elevado número de associações mentais em níveis cada vez mais complexos. Característica importante para o desenvolvimento dos outros Domínios de LC, em especial para a percepção de questões problema complexas e construção de esquemas de ação na busca de soluções. Destacam-se nesse domínio: Vocabulário científico (fenômenos, procedimentos, processos e produtos científicos); Capacidade de relacionar conceitos (dos básicos aos complexos).

2.4.1.1.4 Ciência e Sociedade

Esse domínio surgiu em onze das doze referências mencionadas nos artigos. Ele envolve a percepção de elementos da ciência e seus produtos na vida moderna, bem como a compreensão da sua influência no modo de vida atual, seja na esfera

social ou individual. Aqui também se reconhece o caráter interdisciplinar da Ciência, o valor de seus produtos (elucidação de fenômenos, novas tecnologias etc.) bem como os riscos trazidos por eles (produção industrial e impactos socioambientais, tecnologia armamentista etc.), porém a ênfase é no presente e no futuro. Compreende-se que o conhecimento científico, como produto histórico humano, deve ser usado de modo responsável com o futuro, direcionando para o bem comum, respeitando a diversidade humana e o meio ambiente. Logo, ele envolve tanto o reconhecimento de problemas advindos do uso ou desenvolvimento da ciência sobre a sociedade e o meio natural, quanto a capacidade de pensar soluções sob a ótica científica e social. Há, portanto, o reconhecimento de que a ciência não é autônoma, mas impelida por influências políticas e ideológicas. Nesse viés, o Domínio Ciência e Cidadania chama para si os aspectos cívicos da ciência, que exige participação política social dos sujeitos letrados cientificamente, atuando por meio da organização popular, na luta pelo direcionamento político do trabalho científico e seus produtos para o bem comum. Vai, portanto, da compreensão à efetiva participação dos sujeitos no diálogo entre a ciência e a sociedade. Há, por fim, a noção de sociedade como o conjunto global da humanidade, atravessado por contextos diversos e problemas complexos. Destacam-se nesse domínio: Reconhecimento da Ciência na vida pessoal e social; Reconhecimento do caráter interdisciplinar da Ciência; Compreensão dos benefícios e riscos dos produtos da Ciência; Compreensão da face política do trabalho científico; Compreensão da relação dialógica entre Ciência e Sociedade.

2.4.1.1.5 Afetivo/Atitudinal

Domínio presente em dez artigos. Resultado das aprendizagens desenvolvidas nos outros domínios. A partir de conhecimentos sobre o Valor da Ciência, das habilidades inerentes ao Domínio Trabalho Científico e da compreensão das relações intrínsecas entre a Ciência e a Sociedade, é possível a imersão em uma filosofia científica que se sabe condicionada por fatores sociais e históricos, de modo que o sujeito adquire capacidade de direcionar suas habilidades para a construção de uma postura condizente com o conhecimento científico que já construiu e ainda vai construir (Domínio Conceitual). Na esfera pessoal

(considerando como se dará a acomodação do conhecimento e filosofia científica em meio os demais saberes e ideologias do sujeito), isso tem potencial de resultar em uma postura responsável com a natureza e os diversos grupos humanos, em julgamentos de valores baseados em evidências, disposto a superar crenças pessoais e aberto a novos pontos de vista, além de disposição para divulgação científica, compreendendo a ciência como elemento de melhoria da vida prática e social. Choi *et. al.*, (2011) menciona a capacidade de gerenciar e avaliar a própria aprendizagem, traçando metas pessoais de crescimento intelectual ao longo da vida. Ainda na esfera pessoal é possível visualizar elementos que se relacionam com o Domínio Valor da Ciência como a busca voluntária pela cultura e conhecimento científico, sendo tocado emocionalmente por elas, contribuindo com a sua divulgação/democratização e consciente de que não existem verdades absolutas. Enquanto na esfera social, o sujeito pode desenvolver uma postura participativa nas questões públicas sobre ciência e tecnologia, adentrando o ambiente comunitário e político da relação ciência e sociedade. Com disposição para usar as habilidades inerentes ao trabalho científico para a reflexão e busca de soluções para problemas complexos em contextos sociais e globais.

Atitude é a palavra-chave desse domínio porque ele materializa em ações os outros domínios. Espera-se que o sujeito cientificamente letrado expresse a filosofia e o conhecimento científico em atitudes na esfera da vida pessoal tanto em direção ao bem comum quanto em direção ao próprio enriquecimento cultural/intelectual, assim como na esfera da vida comunitária/global.

2.4.1.2 O equilíbrio entre os domínios identificados

Embora seja possível harmonizar esse resultado com a visão bidimensional descrita previamente, com os domínios Trabalho Científico e Conceitual no lado tido como fundamental do LC e os domínios Valor da Ciência, Ciência e Sociedade e Afetivo/Atitudinal entre os elementos derivados, destacamos que essa divisão não se constitui em escala hierárquica de valores, pois os “elementos fundamentais” à produção científica não possuem valor quando fechados em si mesmos, desconectados das demandas sociais, políticas e ambientais e desconectados do destino de seus produtos tecnológicos e culturais. Eles são uma via para o

desenvolvimento da capacidade de sistematizar o pensamento de maneira lógica, o que não necessariamente envolve a crítica da realidade para além da realidade natural.

Pode-se dizer que os domínios Conceitual e Trabalho Científico atendem à demanda da racionalidade científica, mas não têm compromisso com a construção de um olhar crítico sobre o mundo, isto é, impregnado pelos aspectos sócio, histórico e cultural, que são inseparáveis do trabalho do cientista e dos produtos da ciência. Se esses domínios não forem contextualizados e problematizados, eles não refletem a realidade social e não podem interferir nela, sendo, então, insuficiente ao LC comprometido com a cidadania.

Portanto, os cinco domínios são fundamentais ao letramento científico, estando conectados pelas relações de sentido que estabelecem entre si e, ao mesmo tempo, se diferenciando pelos conhecimentos, habilidades, produtos ou influências que cada domínio gera no sujeito (figura 3).

Figura 3 – Domínios que emergiram da ATD das dimensões de LC encontradas na literatura



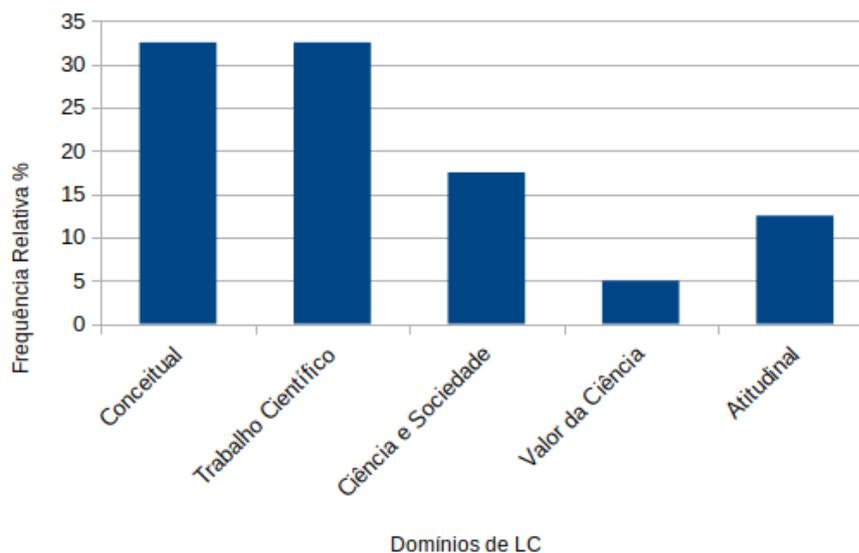
Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Os domínios Conceitual e Trabalho da Ciência capacitam no que há de mais característico na cultura científica, enquanto os outros domínios acrescentam novas habilidades e conhecimentos que dão sentido e orientação à aprendizagem, de maneira que, se há intenção de um ensino de ciências para cidadania e transformação social, o desenvolvimento do LC necessita de uma abordagem ampla, que contemple os cinco domínios identificados, além de uma base pedagógica crítica.

Contudo, verificou-se que não há equilíbrio na abordagem das diversas faces do LC. Os domínios Conceitual e Trabalho Científico predominam sobre os demais, havendo uma forte correlação entre a frequência do domínio nos referenciais e a frequência dele nos resultados das pesquisas ($r = 0,91$). Por exemplo, Valor da Ciência que está presente em apenas sete dos doze referenciais da revisão, possui uma frequência relativa nos resultados desses artigos de apenas 5 %. Enquanto o

domínio Conceitual e o domínio Trabalho da Ciência, presentes em todos os referenciais, possuem uma frequência relativa de 32,5 % (figura 4).

Figura 4 – Frequência relativa de cada domínio, estimada pela relação entre a frequência absoluta de um dado domínio com as frequências absolutas de todos os domínios.



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2022.

Ao considerar os artigos de maneira individual, o coeficiente de Pearson indicou uma correlação moderada ($r = 0,52$) entre as dimensões consideradas no referencial e as dimensões atingidas nos resultados, de modo que houve uma leve tendência de maior abrangência de domínios na abordagem, quando se tem explícita no desenho da pesquisa as dimensões de LC que os autores consideram no seu trabalho. Das nove pesquisas que não mencionaram nenhum referencial para as dimensões de LC, seis atingiram apenas os dois domínios ligados aos aspectos da produção científica (Conceitual e Trabalho da Ciência), enquanto aquelas que levaram em conta essa categorização, atingiram de três a cinco domínios. Assim, cada domínio tende a aparecer nos levantamentos de LC à medida que são consideradas previamente no referencial teórico.

2.4.2 Os indicadores de letramento científico e sua abrangência

Os indicadores são elementos que servem de parâmetros para o professor ou pesquisador pensar estratégias e avaliar o desenvolvimento do LC em uma intervenção pedagógica ou para avaliar o nível de LC de determinado grupo por meio de testes específicos. O quadro 2 mostra os indicadores levantados nessa revisão, dispostos em acordo com os domínios de LC com os quais se conectam.

Quadro 2 – Indicadores de LC extraídos dos artigos revisados ou dos artigos fonte nos quais eles se referenciam

Domínios	Elementos	Indicadores
Conceitual	<ul style="list-style-type: none"> • Vocabulário científico • Domínio e associação de conceitos científicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Compreensão de termos científicos; • Emprego de termos científicos na construção de argumentos; • Capacidade de explicar fenômenos científicos; • Uso e compreensão da linguagem científica; • Conhecimentos funcionais; • Interpretação de situações científicas e cotidianas; • Aplicação de conceitos científicos na oralidade e na escrita.
Trabalho Científico	<ul style="list-style-type: none"> • Filosofia da Ciência • Natureza da Ciência • Método científico 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento sobre características do conhecimento científico; • Compreensão dos meios de produção do conhecimento; • Compreensão dos aspectos relacionados à Natureza da Ciência; • Habilidades relacionadas ao espírito da ciência (curiosidade, criatividade, honestidade intelectual, tolerância à ambiguidade, ceticismo e abertura a novas ideias); • Capacidade de comunicação; colaboração; pensamento sistemático; gerenciamento de informações; reconhecimento de questões cientificamente investigáveis; • Identificação de evidências necessárias em uma investigação científica; reconhecer padrões; • Capacidade de tirar ou avaliar justificativas e conclusões; • Capacidade de levantar, imaginar e testar hipóteses; • Estabelecimento de previsões; • Uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional como forma de tornar uma ideia mais coerente; • Manejo de situações científicas comuns no cotidiano; • Competências para a pesquisa bibliográfica; • Divulgação do conhecimento produzido;

		<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação de desenhos de pesquisa.
Valor da Ciência	<ul style="list-style-type: none"> • História da Ciência • Ciência como trabalho humano • Contexto histórico-social do trabalho científico • Relação dialética Ciência e História 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimentos sobre a história da Ciência; • Compreensão dos traços característicos da ciência como forma de pesquisa e conhecimento humano; • Compreensão de que Ciência e sociedade se relacionam sofrendo influência do contexto histórico-social; • Compreensão de como a C&T moldam historicamente os ambientes material, intelectual e cultural da humanidade.
Ciência e Sociedade	<ul style="list-style-type: none"> • Caráter interdisciplinar da Ciência • Face política do trabalho científico • Benefícios e riscos dos produtos da ciência • Relação dialógica Ciência e Sociedade • Responsabilidade com a Natureza, diversidade humana e gerações futuras • Ciência no contexto da vida pessoal e social 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento sobre as diversas áreas da ciência e suas conexões entre si mesma e com a sociedade; • Compreensão dos fatores éticos e políticos que circundam a ciência; • Identificação de questões científicas ligadas a decisões políticas; • Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente; • Compreensão de como a C&T atuam sobre os ambientes material, intelectual e cultural; • Consciência sobre os impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade; • Envolvimento em questões relacionadas à ciência e com ideias científicas como um cidadão reflexivo; • Utilizar o conhecimento científico no exercício da cidadania; • Compreensão da aplicação da ciência no cotidiano; • Compreensão do papel da ciência na tomada de decisões.
Afetivo/ Atitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Enriquecimento cultural/intelectual • Atitude na esfera da vida pessoal • Atitude na esfera da vida social/global 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de uma visão de mundo ecológica; • Compaixão social e moral; • Comunicação e colaboração; • Responsabilidade sócio científica; • Desenvolvimento de interesse e apreço pela Ciência, pelo trabalho em ciências, usos e potencialidades; • Contínua aquisição de novos conhecimentos; • Percepção de autoeficácia em ciências (reconhecer as próprias habilidades científicas); • Valorização da ciência e da aprendizagem de ciências; • Consciência sobre a importância da confiabilidade das fontes de informações; • Capacidade de planejamento, monitoramento e avaliação; da própria eficácia de aprendizagem científica; • Desenvolvimento de auto-estima/confiança; • Escolhas de trajetórias futuras relacionadas à ciência e tecnologia; • Aplicação de conclusões científicas na vida diária; • Leitura crítica de notícias relacionadas a ciência;

-
- Hábito de questionar/avaliar as fontes das informações que recebe;
 - Estímulo à curiosidade, criatividade e pensamento crítico.
-

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Observou-se na revisão que o avaliador pode optar por uma abordagem ampla objetivando o alcance dos diversos domínios de LC ou uma abordagem com foco restrito a um determinado domínio. Independente da abordagem, os indicadores estão fortemente correlacionados ($r = 1$) aos domínios de LC que são atingidos nos resultados dos artigos. Isto significa que, se o foco de uma intervenção é o LC em sentido amplo, com seus aspectos relacionados à produção científica, ao valor da ciência, à relação ciência e sociedade e aos elementos afetivos/atitudinais, ela necessariamente deve levar em consideração no desenho da abordagem os indicadores que servirão de parâmetros para cada um desses aspectos.

Contudo, nos artigos da presente revisão, nem sempre a relação amplitude do LC e indicadores utilizados estiveram em harmonia, com dez artigos (40 %) objetivando o LC em sentido amplo, mas usando indicadores somente dos domínios Conceituais e Trabalho Científico. Isso se torna problemático quando o sentido de LC apresentado e defendido pelos autores vai além da face procedimental do ensino e aprendizagem de ciências, conectando-se com a cidadania e tomada de atitude frente aos problemas relacionados a ciência, tecnologia, meio ambiente e sociedade.

Artigos que olham somente para os domínios Conceitual e Trabalho Científico, dispensam o sentido crítico presente no conceito de LC, ou atribui a ele um sentido diferente da crítica social, que busca expor as contradições da sociedade de classes e seus impactos sobre os mais diversos setores. A crítica empregada é voltada para a capacidade de enxergar o conhecimento científico no sentido prático de aplicação cotidiana, mas sem viés social.

Busca-se a capacidade de sistematizar o pensamento de modo lógico para interpretar o meio e demais atributos ligados à produção científica, porém, não se reflete para quem ou para quem tais habilidades seriam úteis. Ele não toca a noção de criticidade que transforma socialmente o mundo.

Nesse cenário, a própria noção de transformação também corre o risco de se voltar para dentro do contexto científico, de transformação da matéria, de manipulação da natureza e conseqüente transformação física, mecânica do mundo.

Conhecer conceitos, processos e a epistemologia para então transformar as coisas, refletindo a noção de avanço científico como transformação e progresso. Nesse viés, a ciência e o conhecimento científico se tornam salvadores do mundo.

Porém, essa concepção de LC se distancia da noção de transformação das relações sociais geradoras dos desarranjos econômico sociais e ecológicos. A única transformação que a crítica puramente científica gera é a superação de seus próprios pressupostos, ocasionando novas formas de explicar o mundo, bem como novas tecnologias. A ingenuidade da base teórica de educação redentora comentada previamente, em alguns casos, parece ser transferida à concepção ou abordagem de LC, a qual se torna igualmente ingênua na sua crença de ciência e conhecimento científico redentor em si mesmo, apartado da crítica à sociedade de classes.

Por outro lado, quinze trabalhos (60 %) apresentaram harmonia satisfatória entre o foco de LC e os indicadores. Destes, quatro (16 %) apresentaram foco restrito (1 Conceitual; 2 Conceitual e Procedimental; 1 Afetivo/Atitudinal) e onze (44 %) apresentaram foco amplo, ou seja, objetivando atingir os cinco domínios e utilizando grupos de indicadores ligados a mais de três domínios.

Verificou-se que, embora haja na literatura indicadores para todos os domínios de LC, as pesquisas fazem uso majoritário daqueles referentes à produção científica, sendo os grupos de indicadores menos utilizados aqueles relacionados ao domínio Valor da Ciência e ao domínio Afetivo/Atitudinal. Os elementos ligados a esses dois domínios estão presentes na literatura do ensino de ciências desde os anos de 1970, quando surgiram os primeiros testes interessados nas atitudes dos estudantes em relação à Ciência (Mun et al., 2015), contudo a sua abordagem na prática do ensino-aprendizagem para o LC tem sido negligenciada.

A pedagogia da educação em ciências está diretamente relacionada a um conteúdo científico. Nos trabalhos que revisamos encontramos temas da biologia (biologia molecular, biossegurança, genética e biotecnologia, ecologia, água, vermicompostagem, sexualidade, classificação e evolução biológica), da química (radioatividade, corrosão metálica, diluição de soluções, plásticos e microplásticos) e da física (luz, fóton, queda dos corpos, fluabilidade, gás e pressão, recursos energéticos). Em geral, a primeira e principal preocupação dos autores é com o domínio conceitual dos estudantes sobre o tema trazido para aula. Para desenvolver

esse domínio muitas vezes se recorre a abordagem procedimental e, então, emerge em sala de aula a preocupação, assim como, a oportunidade de se desenvolver o domínio Trabalho Científico. Parece haver um consenso não declarado de que para se atingir os domínios Ciência e Sociedade, Valor da Ciência e Afetivo/Atitudinal, necessariamente deve-se antes de tudo desenvolver os elementos ligados aos domínios da produção científica.

Contudo, pelas leituras dos diálogos de alunos relatados em determinados artigos, observamos que elementos dos demais domínios, para além daqueles conceituais e procedimentais, fizeram-se presentes em sala de aula mesmo quando a abordagem dos autores se deu de modo restrito a estes últimos. Interesse pela aula, apreço pelo conhecimento que se constrói, colaboração com o trabalho dos colegas, autoavaliação, mudança de ideias diante de fatos novos, associações com a vida particular e/ou social, produção de material cultural, entre outras posturas, foram notadas nestes relatos, mas foram ignorados pelos autores na sua avaliação dos resultados.

A observação mencionada reflete que não é possível isolar um único domínio de LC em uma abordagem didática porque todos eles estão conectados, todos fazem parte do mesmo bloco que é a cultura científica. Não obstante, indica-se que a emersão de cada domínio pode ou não ser direcionada e captada pelos investigadores à medida em que é do interesse deles, bem como à medida em que eles utilizem ferramentas de coleta e análise dos seus indicadores. Trabalhos que não consideram os domínios Valor da Ciência e Afetivo/Atitudinal, tendem a não levantar dados referentes a eles, mesmo que seus elementos tenham figurado na intervenção efetuada.

Com relação aos métodos de coleta dos indicadores, eles variam em acordo com o domínio que se pretende observar (quadro 3). É possível que essa variação seja reflexo das diferenças entre a natureza dos indicadores de cada domínio, com alguns sendo mais conceituais, outros ideológicos, outros afetivos, o que requer diferentes métodos de abordagem. Assim, trabalhos que almejem os diversos domínios de LC, devem estruturar uma metodologia que envolva ferramentas adequadas para cada um deles.

Quadro 3 – Tipos de métodos de coleta dos indicadores em relação aos domínios de LC.

	Conceitual	Trabalho Científico	Valor da Ciência	Ciência e Sociedade	Afetivo/Atitudinal
Questões de múltipla escolha	7	8	1	5	*
Produção textual	4	3	*	1	*
Questões abertas	3	3	*	3	*
Entrevista semi estruturada	1	1	*	*	*
Produção oral	7	8	2	1	2
Questionário tipo Likert	2	4	5	4	7
Observação participante	2	2	*	*	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Nota-se que tem havido uma preferência pelas questões de múltipla escolha e registro das produções orais (interações discursivas, explicações, justificativas) quando se busca indicadores dos domínios Conceitual e Trabalho Científico, enquanto a preferência recai sobre o questionário tipo Likert quando se busca indicadores dos domínios Afetivo/Atitudinal e Valor da Ciência.

Para as questões de múltipla escolha e para as questões abertas, em geral, os autores realizaram adaptações de modelos padronizados como o *Test of Basic Scientific Literacy questionnaire* (Laugksch; Spargo, 1996) e o *Programme for International Student Assessment – PISA* (OCDE, 2006). Já os questionários tipo Likert, em geral, foram idealizados pelos próprios autores, como o *Global Scientific Literacy Questionnaire* (GSLQ) (Mun et al., 2015), o *3C (Competency, Cooperation, & Confidence) scientific literacy questionnaire* (Chen; Liu, 2018), o *Attitudes Towards Science Scale* (ARAÚJO; MORAIS; PAIVA, 2021) e o *Scientific Literacy Assessment - motivation and beliefs* (SLA-MB) (Fives et al., 2014).

Para as produções textuais, orais, entrevistas e observação participante, os dados foram contrapostos a matrizes pré-definidas a critério dos autores, bem como, submetidas a exames qualitativos por meio da Análise de Conteúdo, Análise Textual Discursiva ou Análise de Discurso.

2.4.3 Letramento científico aplicado e o domínio Afetivo/Atitudinal

O sentido de LC explorado até aqui está fortemente relacionado às questões socioculturais. Concorda-se com a ideia de que todos os alunos devem se beneficiar da educação científica, não apenas aqueles que desejam seguir uma carreira em ciência ou tecnologia, (Vieira; Tenreiro-Vieira, 2014). Letrar cientificamente um grupo não tem como finalidade formar futuros cientistas, mas cidadãos que compreendam as relações entre a ciência e os aspectos econômicos, políticos, ecológicos e culturais da vida em sociedade (Allchin, 2020).

O letramento científico representa uma parte da cultura científica e sendo assim ele faz parte do capital que dá sentido e orientação ao conhecimento científico, sem se restringir somente a ele (Cachapuz, 2016). Ressalta-se que o LC não se restringe aos domínios Conceitual e Trabalho Científico, mas está atrelado aos domínios Valor da Ciência, Ciência e Sociedade e Afetivo/Atitudinal, os quais lhe atribuem significado no âmbito da educação em ciências.

Passa por todos os domínios de LC o propósito de letrar cientificamente para que os cidadãos estejam aptos à ação perante os desafios do nosso tempo, marcado pelas mudanças climáticas antropogênicas, profunda desigualdade social e extinção em massa da biodiversidade. Contudo, como descrito previamente, há uma preferência pelo uso de indicadores dos domínios ligados aos elementos da produção científica e uma negligência com aqueles ligados à cultura e cidadania. Esse resultado mostra que permanece a tendência conteudista do ensino e aprendizagem de ciências (Teixeira, 2003), ainda que as abordagens fujam ao ensino tradicional.

Os indicadores do domínio Afetivo/Atitudinal se destacam por compreenderem os indicadores que melhor se relacionam aos resultados práticos do ensino e aprendizagem de ciências na postura do sujeito, seja na vida particular ou em comunidade. Eles indicam se o conhecimento científico está sendo aplicado de fato, isto porque os elementos que funcionam como indicadores desse domínio estão ligados à leitura que o sujeito faz do mundo (SHEN, 1975), assim transparecendo suas ideologias.

Segundo Drummond e Fischhoff (2017), nos EUA ideologias políticas polarizam com a ciência a visão pública sobre a causa antropogênica das mudanças

climáticas. Enquanto ideologias políticas junto a religiosas polarizam com a ciência em relação a temas como o *Big Bang*, Evolução Humana e Células-tronco.

Como exemplos do impacto social dessas polarizações ideológicas, uma pessoa pode compreender o processo biológico por trás do funcionamento das vacinas, mas ainda assim, se recusar a ser vacinado devido uma afiliação ideológica contrária à ciência. Pode compreender as mudanças climáticas e, conscientemente, consumir bens cuja cadeia produtiva é agressiva ao meio ambiente, devido as ideologias que carrega por trás do seu consumismo. Pode compreender os mecanismos da evolução humana e continuar se vendo superior a outros grupos devido sua raça ou classe social privilegiada. Nesses casos, sem o embate ideológico que chame o sujeito à manifestação, o letramento científico não cumpre seu papel social, ficando apenas no plano teórico, sem nenhum impacto prático.

Determina-se que há intrínsecas relações entre atitude, cultura e ideologia. Atitude é ação, uma interferência no meio que reflete de volta no próprio sujeito. A cultura é gerada dentro desse diálogo entre o sujeito e o seu meio através da ação. Ela é o produto do trabalho humano sobre o mundo (Rios, 2011). Por fim, as ações não são aleatórias, mais impelidas por crenças e valores. O modo como o sujeito interpreta o meio determina suas ações e essa interpretação passa pelo filtro das ideologias. Desse modo, as ideologias dão forma às ações sobre o meio, gerando como produto aspectos culturais que acabam por materializar as ideologias. Conforme Althusser (1985), a ideologia se materializa nas ações que são realizadas pelos sujeitos sob a sua influência e no contexto de determinada prática social.

Portanto, além da compreensão do conhecimento científico, sua natureza e reconhecimento dos seus impactos na sociedade, o LC também implica que o sujeito apreenda elementos da filosofia científica no conjunto de suas influências ideológicas, como um requisito para a concretização da cultura científica na vida prática, cívica e sociocultural, uma vez que esse é o seu objetivo.

Um olhar atento sobre o repertório de indicadores do domínio afetivo/attitudinal revela que a maioria está focada nas habilidades individuais e não em atitudes de responsabilidade com viés coletivo. Grande parte indica o interesse e as visões do sujeito sobre a ciência e sobre suas próprias capacidades científicas, como autogerência e avaliação. Ritchie, Tomas e Tones (2010) se referem a autoeficácia

científica como uma crença do sujeito na própria capacidade em executar ações necessárias para produzir determinadas realizações.

O foco unicamente nas habilidades individuais do sujeito pode não atender o objetivo principal do LC que é a reação coletiva aos problemas do nosso tempo, mas apenas direcionar às capacidades de adequação do sujeito ao mercado de trabalho científico e tecnológico e a cadeia de consumo global. Quando pensamos no objetivo central do LC que concerne a uma mudança de comportamento político, social e ecológico, levando em consideração saberes científicos, acreditamos que a validade desses indicadores afetivo/atitudinais se correlaciona à efetiva concretização do LC em sentido aplicado, em ações impelidas pelo conhecimento e filosofia científica, gerando e disseminando a cultura científica.

Cientes de que apenas uma pequena parte dos indicadores do domínio Afetivo/atitudinal se volta para o comportamento e visão social dos sujeitos, temos como alvo de pesquisa futura investigar possíveis interações entre a bagagem ideológica, a apreensão da cultura científica e a sua resposta atitudinal ao confrontar situações ligadas aos desafios humanitários globais do século XXI.

2.5 Considerações finais

Iniciou-se o presente capítulo perguntando como a face cultural e ideológica do LC vem sendo tratada nas categorizações propostas para o termo, nas abordagens pedagógicas efetuadas no contexto do ensino de ciências e quais os seus indicadores. Verificou-se que os elementos culturais, afetivos e atitudinais do conhecimento científico são considerados por diversos autores como uma parte importante do LC, constituindo o que aqui chamamos de domínio afetivo/atitudinal. Verificou-se também que já há na literatura indicadores e métodos de abordagem a esses elementos. Contudo, eles são minoria nas intervenções pedagógicas propostas para a educação básica.

Observamos que as propostas de LC na educação básica pode se afastar do caráter crítico presente na sua conceituação teórica, quando a ênfase da intervenção é dada aos elementos da produção científica em prejuízo dos elementos sócio culturais.

Contudo, mesmo os indicadores do domínio afetivo/atitudinal podem refletir uma ideologia liberal no ensino aprendizagem de ciências, caso reflitam somente as habilidades individuais na prática cotidiana do sujeito. Sugerimos que, devido as relações entre atitude, cultura e ideologias, indicadores que reflitam este último podem contribuir para a avaliação do letramento científico, no contexto da vida prática e cotidiana dos sujeitos.

Assim, é indicado que professores e pesquisadores tenham claro no planejamento de uma abordagem ao LC, qual o objetivo de letrar cientificamente determinado público e para benefício de quem. Quais domínios do LC se deseja atingir. Quais indicadores serão utilizados e como serão coletados. Essa clareza é essencial para uma boa estruturação pedagógica da abordagem, do tempo que será necessário, e para a harmonia do trabalho com os objetivos finais e com as próprias visões de educação, de ciência e de sociedade adotadas pelos autores.

3 ASPECTOS CULTURAIS E IDEOLÓGICOS ENTRE O LETRAMENTO CIENTÍFICO E O PERFIL ATITUDINAL: PROPOSIÇÃO E ANÁLISE DE UM MODELO TEÓRICO

3.1 Introdução

O letramento científico é constantemente associado à necessidade de aplicação do conhecimento científico na vida cotidiana e social. Por um lado, ele é compreendido como uma atitude a ser usada para compreender o mundo e, por outro lado, para nele interferir, transformando-o. Como por exemplo, encontra-se expresso na Base Nacional Comum Curricular brasileira, a nova BNCC:

[O letramento científico] envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de *transformá-lo* com base nos aportes teóricos e processuais da ciência. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da *capacidade de atuação no e sobre o mundo*, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2017, p. 273, grifos da autora).

Contudo, conforme se comentou no capítulo 1, o efeito geral da educação em ciências no comportamento tem se mostrado pequeno, de maneira que não se percebe relação direta entre o letramento científico e a tomada de atitudes no cotidiano (Crowell; Schunn 2015). Possivelmente, um reflexo disso seja a proliferação de grupos anti-ciência tanto em países cujas populações têm altos níveis de letramento científico, quanto em países com baixos índices de letramento científico, tomando como referências avaliações de larga escala como o PISA.

Olhando somente para a população brasileira no contexto da pandemia do Coronavírus, foi possível observar pessoas dentro de um mesmo grupo social com posicionamentos diferentes em relação aos conselhos da Organização Mundial de Saúde (OMS). Por exemplo, uma vez que as ações indicadas pela OMS se baseavam em evidências científicas, de modo geral, era de se esperar que profissionais da saúde, com nível superior de educação e experiência em pesquisas, seguissem essas orientações. Entretanto, no Brasil, vimos uma divisão mesmo dentro do Conselho Federal de Medicina, em que grupos de médicos que se autodenominavam “Médicos pela Vida”, colocavam-se contrários à vacina e a favor de medidas sem comprovação científica, como o chamado “tratamento precoce” (Ferrari et al., 2022). Vale lembrar que o contexto político brasileiro era de forte

polarização político-ideológica e que, as medidas contrárias à OMS eram encorajadas pelo próprio governo brasileiro (Brandão; Mendonça; Sousa, 2022).

Contrapondo esse recorte ao que prega o letramento científico, nos perguntamos se a aquisição de conhecimento científico garante atitudes em consonância com os apontamentos da ciência. Em outras palavras, conscientes de que o nível de conhecimento científico de uma população não se reflete de modo automático no seu comportamento e, sabendo que o letramento científico comporta domínios que vão além do conhecimento conceitual e processual da ciência, surge o questionamento sobre quais fatores alheios à ciência impactam as respostas atitudinais de uma população letrada cientificamente a respeito de questões sócio científicas da atualidade.

Diante do problema da transposição do conhecimento científico para o letramento científico aplicado (isto é, que se concretize na resposta da comunidade frente aos desafios que emergem de uma sociedade científica tecnológica), reforça-se a necessidade de se refletir sobre as relações que se estabelecem entre ciência, cultura e ideologia, uma vez que a cultura é resultado das ações que o sujeito estabelece com seu mundo por meio do trabalho (Rios, 2011), que a ideologia é uma lente que molda o reconhecimento do sujeito sobre si mesmo, sobre suas ações e sobre seu mundo e que a ciência, por sua vez, é dotada de uma filosofia que sempre envolve, mesmo em segundo plano, a crítica de conceitos ideológicos (Althusser, 1967).

Devido a interação entre ciência, cultura e ideologia, a aquisição de conhecimento científico não é garantia de uma postura social conectada com a filosofia científica. Nesse ponto, argumenta-se que o desenvolvimento do letramento científico necessita construir no sujeito condições para que ele compreenda e adote como visão de mundo elementos da filosofia científica no rol de suas influências ideológicas, conforme refletimos no capítulo 1.

Portanto, dado que o conhecimento científico, por si mesmo, pode não ser suficiente para provocar mudanças de postura no sujeito frente aos desafios socioambientais e tecnológicos que se apresentam globalmente, pergunta-se quais relações esse conhecimento estabelece com as construções ideológicas e culturais de um sujeito e como elas se conectam ao desenvolvimento do letramento científico aplicado, em seus múltiplos domínios.

Tal elucidação tem potencial de indicar caminhos para a promoção de uma correspondência mais efetiva entre o desenvolvimento das habilidades inerentes ao letramento científico e sua transposição à vida prática e cotidiana, em nível individual e coletivo.

3.2 Referencial teórico

A origem das discussões sobre letramento científico no ensino de ciências remonta ao contexto político do pós Segunda Guerra Mundial e início da Guerra Fria, momento que se vivia uma corrida por avanços tecnocientíficos, sob o pretexto da segurança nacional nos Estados Unidos (Deboer, 2000). Naquele cenário havia uma preocupação dos governos com a formação de novos cientistas e com o apoio do público aos pesados investimentos na área de ciência e tecnologia. Isso nos conduz ao entendimento de que o letramento científico como foco do currículo da educação em ciências tem sua raiz em concepções político-ideológicas.

Atualmente, não se pode dizer que esse quadro seja muito diferente, pois reformas educacionais têm sido impulsionadas por políticas neoliberais visando atender às necessidades do mercado por mais acumulação de capital (Mclaren, 2005). O mercado exige que as pessoas tenham algum nível de letramento científico para que se tornem melhores consumidores no nível pessoal e, também, para que se tornem contribuintes no processo de acumulação de capital, no nível social (Mclaren, 2005).

Yacoubian (2018) afirma que há agendas ideológicas implícitas nos currículos e documentos políticos voltados para a definição e estratégias de fomento ao letramento científico. Contudo, o autor argumenta que é possível promover o letramento científico mesmo sob documentos curriculares que não são neutros, se suposições subjacentes a estes e, ideologias políticas, forem trazidas para o nível consciente, promovendo experiências de aprendizagem em que os futuros cidadãos possam ser guiados a refletir crítica e explicitamente sobre eles.

Sob esse viés, já não parece contraditório o fato de, em teoria, os diversos conceitos de letramento científico girarem em torno da construção de um sujeito capaz de pensar criticamente e agir pessoal e socialmente com base científica, priorizando o bem comum, mas, na prática, tal letramento se deter no conhecimento

científico conceitual/processual/metodológico e pouco impactar as ações do sujeito na vida em sociedade. Especula-se que o letramento científico no nível teórico é suficiente para suprir as necessidades do mercado.

Por letramento científico aplicado se entende a probabilidade de alguém aplicar seu conhecimento científico à vida cotidiana (Crowell; Schunn 2015). Crowell e Schunn (2015) fornecem evidências de que a quantidade de educação científica não é suficiente para determinar se alguém age levando em consideração seu conhecimento científico. Os mesmos autores defendem a construção de modelos de relacionamento entre letramento científico e educação mais complexos e sensíveis ao impacto das percepções pessoais, preocupações práticas e da qualidade da experiência educacional pessoal. Na mesma linha, Yap (2014) discute que a tomada de decisão na vida prática parece envolver mecanismos bastante complexos, como o compromisso do sujeito com um sistema de crença e ideologias, os quais podem anular valores de justiça e equidade impactando decisões sobre o que é moralmente correto, por exemplo.

Assim, nessa discussão sobre letramento científico, não se pode esquecer as implicações entre ciência e ideologia, considerando ainda que a prática científica possui uma filosofia por trás da própria epistemologia, resultando em um processo de produção de conhecimento incumbido de influências ideológicas, de maneira que, a ciência não escapa da ideologia, porém a sua filosofia conflita com ideologias que podem deformar a prática científica (Althusser, 1967).

Conforme defende Althusser (1967), a filosofia científica materialista-dialética é importante por imprimir na ciência o seu caráter histórico e em profunda relação com a sociedade, expondo a sua função social. Essa compreensão afasta o mito de ciência pura e, desse modo, coloca o sujeito fazedor de ciência e o sujeito estudante das ciências em estado de alerta quanto às concepções ou discursos ideológicos que isolam a ciência das suas reais condições de produção. Essa compreensão de que a ciência, apesar de racionalista, é também histórica e social, permite separar a filosofia científica de concepções idealistas, assim como separar prática científica de práticas ideológicas.

Ressalta-se novamente a dicotomia entre filosofia científica e demais ideologias porque no presente capítulo tomamos discursos sobre temas sociocientíficos recortados da internet, entre os quais, alguns se inclinam para a

filosofia científica na defesa de um posicionamento em contraponto com outros que se inclinam para ideologias alheias à ciência. Esses discursos foram inseridos na composição de um teste de letramento científico, a fim de melhor visualizar as possíveis interações entre ciência, cultura e ideologia.

3.3 Material e métodos

A presente pesquisa adota uma abordagem quantitativa com características descritivas e correlacionais. O público-alvo são estudantes que, no momento da coleta de dados, estavam entre o último ano do ensino médio e o início da graduação. Nos concentramos em identificar, por meio da aplicação de um questionário *online*, aspectos referentes ao perfil cultural, ideológico, atitudinal e de conhecimento científico deles. A identificação e caracterização desses aspectos visaram acessar as relações entre as influências culturais/ideológicas e a capacidade de conhecimento científico dos sujeitos, na tomada de atitudes frente a questões sociocientíficas.

Os dados foram analisados com o recurso do método de modelagem de equações estruturais (SEM – *Structural Equation Modeling*), que trabalha com múltiplas e simultâneas relações de dependência e independência entre diferentes variáveis, algumas observáveis e outras latentes, permitindo analisar correlações entre elas (Pereira, 2013).

O termo SEM não se refere a uma única técnica estatística, mas sintetiza um conjunto de procedimentos inter-relacionados (Kline, 1998). As variáveis latentes são construtos hipotéticos, representados na SEM pelas múltiplas variáveis que se observa diretamente através do questionário, servindo de indicadores das variáveis ou construtos latentes. O modelo a ser avaliado é determinado previamente com base no corpo teórico que existe sobre o tema trabalhado. O pesquisador fornece ao programa estatístico as informações hipotéticas sobre como as variáveis se correlacionam, de modo que a SEM é vista como uma técnica de capacidade confirmatória (Brei; Liberali Neto, 2006).

Contudo, a SEM também adquire um sentido exploratório quando o modelo inicial é refutado pelos dados. Nesse caso o pesquisador pode modificá-lo e submeter novamente ao mesmo conjunto de dados, buscando se aproximar de um

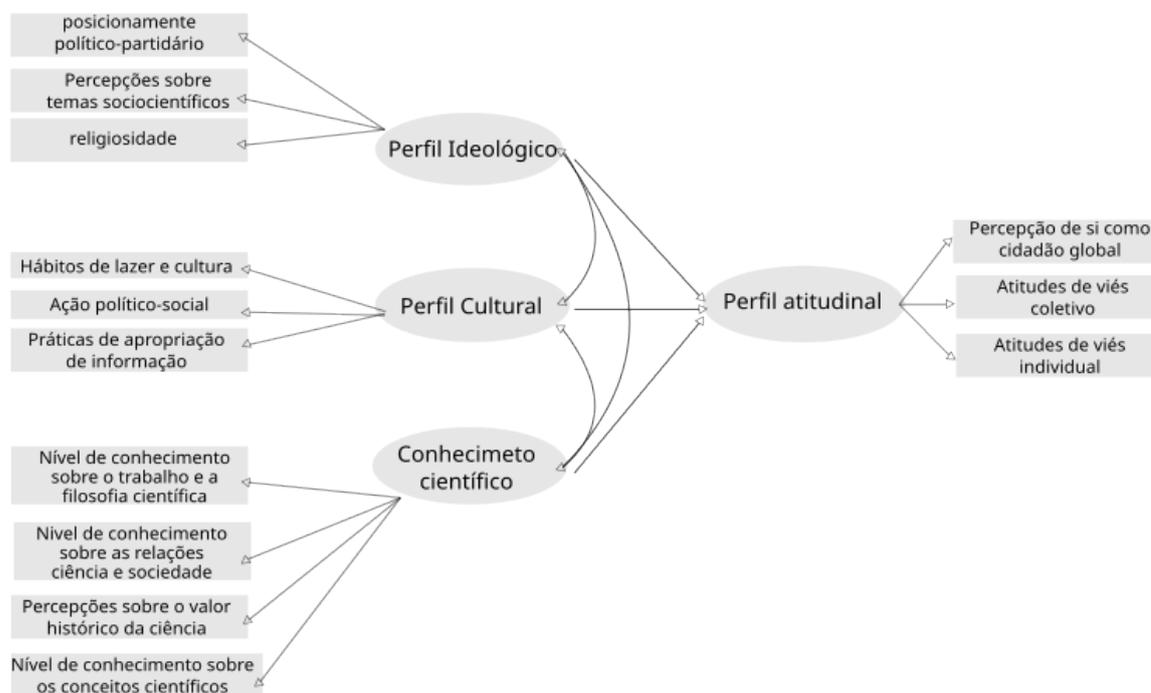
modelo que tenha sentido teórico e que corresponda estatisticamente aos dados coletados (Joreskog; Sorbom, 1993).

3.3.1 Fase 1: *Elaboração do questionário*

Antes da elaboração do questionário foram realizadas duas pesquisas bibliográficas: a primeira sobre as relações entre cultura, ideologia e ciências (Capítulo 1); a segunda sobre as dimensões e indicadores do letramento científico (Capítulo 2). Com base nessas revisões foi desenhado o modelo teórico para as possíveis relações entre cultura, ideologia, conhecimento científico e perfil atitudinal dos sujeitos.

O modelo teórico (figura 5) expressa a hipótese de que os fatores: ideologia, cultura e conhecimento científico se inter-relacionam e influenciam à tomada de atitudes dos sujeitos frente a questões sociocientíficas. Em outras palavras, a compreensão do conhecimento científico pelo sujeito, por si mesmo, não é uma garantia de que ele terá atitudes em concordância com a ciência. O modelo hipotético defende que o perfil cultural e as perspectivas ideológicas interagem com o nível de conhecimento científico dos sujeitos e podem impactar de modo significativo o quanto desse conhecimento será incorporado às atitudes individuais e coletivas dos sujeitos.

Figura 5 – Modelo teórico hipotético sobre as relações entre as variáveis latentes, assim como entre as variáveis latentes e suas respectivas variáveis observáveis.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

As variáveis latentes são o Perfil Ideológico, Perfil Cultural, Conhecimento Científico e Perfil Atitudinal. Cada variável latente possui um conjunto de variáveis observáveis. As linhas retas da figura 5 indicam relações de causalidade diretas de uma variável sobre a outra e as linhas curvas indicam correlações entre elas. Seguindo esse modelo teórico hipotético, um questionário preliminar foi construído com perguntas referentes às variáveis observáveis. Esse questionário foi estruturado em quatro sessões (quadro 4), cada uma delas ligadas a um dos quatro fatores latentes do modelo teórico: (1) perfil ideológico; (2) perfil cultural; (3) conhecimento científico; (4) perfil atitudinal.

Quadro 4. Escopo das questões presentes nas sessões ligadas a cada uma das variáveis latentes

Variável latente	Escopo
Perfil ideológico	<p>Essa sessão apresenta ocorrências de interesse sociocientífico real. Tanto as ocorrências quanto os comentários em cada uma das ocorrências, foram extraídos de redes sociais como Facebook e Twitter. Embora as questões tratem de temas científicos, não há nessa sessão interesse no conhecimento científico do respondente, mas na sua posição ideológica diante dessas questões no âmbito social. No tratamento dos dados, não houve pontuação do tipo "certo" ou "errado", mas sim uma análise descritiva e depois correlacional das percepções dos respondentes, sem julgamento de valor. Destaca-se que o sentido althusseriano de ideologia foi adotado na pesquisa. Para esse autor, a ideologia é um complexo de representações que dão sentido à ordem social. No plano individual, é a ideologia que viabiliza as ações do sujeito no seu meio. O mesmo autor pontua que a filosofia científica (que não deixa de ser uma ideologia, contudo mais elaborada) é uma linha que separa a ciência das percepções e práticas ideológicas. Por isso, foram trazidos comentários da internet que se aproximam de visões ideológicas alheias a ciência e outras que se alinham à ciência. Desse modo se verificou onde o respondente se posicionou diante do leque ideológico apresentado nas questões dessa sessão.</p>
Perfil cultural	<p>Na presente pesquisa, o termo cultura remete às ações que o sujeito realiza no seu meio, seja particular ou coletivo. De modo que a cultura possui um caráter de ação e inter-relação do sujeito com o seu mundo. Destarte, essa sessão se voltou para a busca dos hábitos culturais do sujeito, em relação às ações que envolvem o seu lazer, o seu modo de enriquecimento intelectual/cultural e as suas ações no espectro político-social.</p>
Perfil conhecimento científico	<p>Essa sessão buscou verificar o conhecimento científico do sujeito com base em quatro categorias de letramento científico, levantadas previamente na literatura: 1. Conhecimento conceitual, a qual buscou verificar o domínio de conceitos científicos e a capacidade do sujeito de os relacionar; 2. Conhecimento sobre o trabalho científico, buscou avaliar os conhecimentos acerca da natureza do trabalho científico, da filosofia da ciência e da metodologia científica; 3. Conhecimento ciência e sociedade, buscou avaliar o reconhecimento da ciência na vida</p>

pessoal e social, o reconhecimento do caráter interdisciplinar da ciência, a compreensão dos benefícios e riscos dos produtos da Ciência, a compreensão da face política do trabalho científico, a compreensão da relação dialógica entre Ciência e Sociedade; 4. Conhecimento valor da ciência, buscou identificar o reconhecimento do sujeito sobre o valor da ciência, assim como o interesse pela história e cultura científica, com vistas a levantar a compreensão do sujeito sobre a importância das contribuições cultural, histórica e funcional da ciência, consciente de que ela é produto do trabalho humano, colaborativo, construído ao longo da história e em diálogo com os contextos sociais.

Perfil atitudinal

As questões dessa variável buscaram apreender atitudes do sujeito que sinalizam uma postura condizente com o conhecimento científico. Espera-se, por exemplo, que o sujeito letrado cientificamente dê sinais de uma postura responsável com a natureza e os diversos grupos humanos, que seja capaz de fazer julgamentos de valores baseados em evidências, disposto a superar crenças pessoais e aberto a novos pontos de vista, além de disposição para divulgação científica, compreendendo a ciência como elemento de melhoria da vida prática e social. Do ponto de vista pessoal, espera-se capacidade de gerenciar e avaliar a própria aprendizagem, traçando metas pessoais de crescimento intelectual ao longo da vida. Ainda na esfera pessoal espera-se uma postura participativa nas questões públicas sobre ciência e tecnologia, adentrando o ambiente comunitário e político da relação ciência e sociedade. Com disposição para usar as habilidades inerentes ao trabalho científico para a reflexão e busca de soluções para problemas complexos em contextos sociais e globais.

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

As questões do perfil atitudinal refletem o letramento científico em sentido aplicado. Embora o conceito de letramento científico por si mesmo expresse ação perante os desafios sociocientíficos do nosso tempo, acrescenta-se o adjetivo “aplicado” para tornar mais didática a diferença entre os indivíduos que sabem ciência e os indivíduos que não apenas sabem, mas também usam a ciência para fundamentar seus posicionamentos na prática cotidiana.

Antes de ser aplicado, o questionário preliminar passou por um teste de validação do conteúdo (Souza; Alexandre; Guirardello, 2017), na qual uma banca de especialistas em pesquisa e ensino de ciências julgou cada item quanto a sua equivalência em relação ao traço latente que se desejava atingir. Como resultado,

todos os itens foram considerados equivalentes, com alguns necessitando de pequenas alterações. Em seguida, especialistas em ensino de biologia avaliaram a rubrica de respostas da variável latente “conhecimento científico”, no intuito de verificar a concordância sobre os itens julgados como corretos e errados. Houve divergência em 32 % das respostas, de modo que algumas dessas questões foram reescritas e outras foram excluídas, até o momento que se atingiu 100 % de concordância entre as respostas dos especialistas. Optou-se por especialistas em ensino de biologia, porque as questões do bloco “conhecimento científico” eram mais próximas dessa área.

A seguir, efetuou-se a validação semântica, em que cinco estudantes na mesma faixa etária do público-alvo foram convidados a ler o questionário na íntegra e responder, por meio de uma escala do tipo Likert de quatro pontos, em que constavam os itens: 1 = muito confuso; 2 = um pouco confuso; 3 = claro; 4 = bastante claro. Como resultado, os itens considerados “muito confuso” foram eliminados, enquanto os itens considerados “um pouco confuso” foram reelaborados.

O questionário foi construído em língua portuguesa e inglesa concomitantemente. Participaram da validação do conteúdo e da validação semântica, especialistas da Universidade Estadual da Paraíba/Brasil, da Universidade de Ottawa/Canadá e da Secretaria de Estado de Educação do Pará/Brasil. Assim, ao final desse processo de validação de conteúdo e semântica, ambas as versões ficaram com 58 itens distribuídos em 42 questões.

3.3.2 Fase 2: Coleta, tratamento e análise dos dados

O questionário foi aplicado a 182 estudantes por meio da distribuição do link de acesso na Faculdade de Ciências da Universidade de Ottawa e em cinco escolas públicas do estado do Pará. Os estudantes responderam ao questionário de maneira voluntária.

Com os dados organizados em planilhas teve início a análise do modelo teórico, com foco no ajuste geral do modelo e nas relações entre os fatores latentes. Para isso se efetivou a Estimação do Modelo e a Avaliação do Ajuste do Modelo

Teórico. Para o primeiro, os parâmetros do modelo foram estimados de modo a representar da melhor forma possível os dados observados e, para o segundo, foi analisado o quão bem o modelo teórico reproduz a estrutura de correlações entre as variáveis observadas na amostra (Pereira, 2013).

Nessa fase foi utilizado o *software* R (versão 4.3.0) e o pacote *lavaan* (versão 0.6.15). Para a Estimação do Modelo se comparou diversos modelos de SEM com o objetivo de determinar qual deles apresentaria o melhor ajuste aos dados. As métricas consideradas nessa análise foram: *Comparative Fit Index* (CFI), *TLI Tucker-Lewis Index* (TLI), *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) e *Standardized Root Mean Square Residual* (SRMR). Esclarece-se que as métricas de ajuste do modelo são utilizadas para avaliar o quão bem o modelo se ajusta aos dados observados.

Destaca-se que o processo de ajuste do modelo viabiliza a identificação e incorporação de eventuais disparidades entre as respostas coletadas, permitindo uma avaliação criteriosa da adequação do modelo proposto em relação aos dados observados. Esta análise se torna crucial ao lidar com um grupo amostral heterogêneo, como o abordado no presente trabalho.

Aplicou-se por fim o teste qui-quadrado de adequação do modelo, para avaliar a compatibilidade entre o modelo proposto e os dados observados, fornecendo uma medida de ajuste global.

O modelo estimado envolveu um total de 117 parâmetros e foi aplicado a um conjunto de 98 observações, provenientes das 182 amostras disponíveis. O método de estimação empregado foi o de máximo verossimilhança (*Maximum Likelihood – ML*), que é comumente utilizado para estimar os parâmetros de modelos de equações estruturais. A otimização dos parâmetros do modelo foi realizada por meio do método NLMINB, que é um algoritmo numérico usado para maximizar a função de verossimilhança.

3.4 Resultados e discussão

Foram estimados sete modelos de equações estruturais a partir dos dados coletados. O primeiro a ser estimado foi o modelo apresentado na figura 5, que corresponde à hipótese inicial do presente trabalho (M1).

O M1 considera a relação entre o Perfil Atitudinal e as três variáveis independentes: Perfil Ideológico, Conhecimento Científico e Perfil Cultural. O objetivo foi avaliar se e como essas variáveis influenciam o Perfil Atitudinal do sujeito. Como resultado, obteve-se as métricas apresentadas no quadro 5.

Quadro 5 – Valores obtidos para as métricas de ajuste do modelo. Para CFI e TLI, quanto mais próximo de 1, melhor é o ajuste do modelo. Para RMSEA e SRMR, quanto menor o valor, melhor é o ajuste do modelo

Métrica	Estimativa	Ajuste do Modelo
CFI	0.70	Bom
TLI	0.60	Satisfatório
RMSEA	0.06	Muito Bom
SRMR	0.10	Bom

Fonte: Elaborado pela autora.

As métricas de ajuste do modelo apresentadas no quadro 4 sugerem que o modelo teórico proposto tem um bom ajuste. Contudo, pelo resultado das estimativas, é possível que existam outras variáveis ou fatores que precisam ser considerados para explicar melhor o Perfil Atitudinal.

Esse resultado indica que há relações de influência entre todas as variáveis do modelo proposto. O Perfil Atitudinal dos sujeitos frente a questões sociocientíficas é atravessado por fatores que vão além do seu conhecimento científico. Esse resultado confirma que o desenvolvimento do letramento científico necessita dispendar maior atenção às faces socioculturais da ciência, como a sua face política, histórica, cultural e social, por exemplo.

Embora as dimensões conceituais, processuais e metodológicas do letramento científico sejam fundamentais para a aprendizagem de ciências, as dimensões socioculturais atuam agregando sentido e significado ao conhecimento científico, pois estão ligados à leitura que o sujeito faz do mundo (Shen, 1975). São as dimensões subjetivas da ciência que permitem uma abordagem mais fecunda sobre os discursos políticos e ideológicos que circundam a produção científica, a democratização dos produtos da ciência, os usos do conhecimento científico, as decisões que guiam os avanços tecnológicos e o manejo dos decorrentes problemas socioambientais que daí emergem.

Logo, centrar demasiada atenção apenas nos elementos objetivos do currículo de ciências contribui para aumentar a bagagem de conhecimento científico do sujeito, mas esses elementos perdem valor quando fechados em si mesmos, pois se arrisca não ultrapassar o nível teórico, de maneira que o sujeito não desenvolve a competência de olhar criticamente as informações que chegam, desvelando e contrapondo ideologias, lapidando esse conhecimento adquirido para que ele seja de fato utilizado quando o contexto extraescolar o exigir.

A habilidade de raciocínio científico, com sistematização do pensamento de modo lógico pode viabilizar o conhecimento da realidade natural, mas não necessariamente leva a capacidade crítica da realidade social. Sendo que essa capacidade de crítica é importante para que o sujeito mobilize o seu conhecimento teórico na fundamentação dos sentidos que ele possa construir sobre a sua realidade. Sentidos que, por conseguinte, influenciam suas ações, expressando a confluência entre conhecimento, ideologias e cultura.

Conforme mencionado no capítulo 2, nos Estados Unidos, a visão pública sobre a causa antropogênica das mudanças climáticas, o big bang, a evolução humana e as células-tronco se apresentam polarizadas entre ideologias políticas ou religiosas por um lado e a ciência por outro lado (Drummond & Fischhoff, 2017). Embora não tenhamos esses dados para o Brasil, o cenário estadunidense corrobora a necessidade do ensino de ciências em promover o embate ideológico junto à construção do conhecimento científico.

Além do modelo M1, outros seis modelos foram estimados conforme consta no Quadro 6, junto com as métricas observadas para cada um deles.

Quadro 6 – Valores obtidos para as métricas de ajuste de cada um dos modelos testados. Para CFI e TLI, quanto mais próximo de 1, melhor é o ajuste do modelo. Para RMSEA e SRMR, quanto menor o valor, melhor é o ajuste do modelo.

Modelo (M)	Considera relações entre:	CFI*	TLI*	RMSEA**	SRMR**
M1	Perfil Atitudinal e três variáveis independentes: Perfil Ideológico, Conhecimento Científico e Perfil Cultural	0.70 (Bom)	0.60 (Satisfatório)	0.06 (Bom)	0.10 (Bom)
M2	Perfil Atitudinal e duas variáveis independentes: Conhecimento Científico e Perfil Cultural	0.70 (Bom)	0.60 (Satisfatório)	0.07 (Satisfatório)	0.10 (Bom)

)		
M3	Perfil Atitudinal e duas variáveis independentes: Perfil Ideológico e Perfil Cultural.	0.90 (Ótimo)	0.80 (Bom)	0.06 (Bom)	0.08 (Bom)
M4	Perfil Atitudinal e duas variáveis independentes: Perfil Ideológico e Conhecimento Científico	0.70 (Bom)	0.60 (Satisfatório)	0.07 (Satisfatório)	0.10 (Bom)
M5	Perfil Atitudinal e uma única variável independente: Perfil Ideológico	0.90 (Ótimo)	0.80 (Ótimo)	0.07 (Satisfatório)	0.08 (Bom)
M6	Perfil Atitudinal e uma única variável independente: Conhecimento Científico	0.70 (Bom)	0.70 (Bom)	0.07 (Satisfatório)	0.10 (Bom)
M7	Perfil Atitudinal e uma única variável independente: Perfil Cultural	0.90 (Ótimo)	0.80 (Bom)	0.06 (Bom)	0.08 (Bom)

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao realizar o teste qui-quadrado para todos os modelos analisados, observou-se que o valor de p obtido foi maior que 0.05 em todos os casos. Esse resultado indica que não há evidências de discrepância significativa entre o modelo proposto e os dados observados, isto é, os modelos analisados demonstraram um bom ajuste aos dados disponíveis.

Quando se observa todos os modelos em conjunto (quadro 5), as estimativas apontam que aqueles que relacionam a variável Perfil atitudinal com as variáveis Perfil Cultural e Perfil Ideológico (M3, M5 e M7) se ajustam melhor aos dados em comparação com os modelos que incluem a variável Conhecimento Científico (M1, M2, M4, M6). Esse resultado sugere que, diante de questões sociocientíficas reais, o fator conhecimento científico do sujeito tem menor impacto na sua postura que os fatores ideológicos e culturais.

No contexto do letramento científico, esse resultado não significa que o fator conhecimento científico não tem impacto ou que perde importância, mas apenas reforça que ele é uma das múltiplas faces do letramento científico e que, o seu desenvolvimento na educação em ciências construído de modo isolado das demais faces pode se mostrar nulo quando o sujeito se depara com situações-problema reais da sociedade. Pois, em tais situações o sujeito acessa o seu conhecimento

científico em conjunto com os diversos saberes, vivências, influências e visões de mundo que o compõe.

De modo geral, após a análise das métricas e das diferenças percentuais entre elas, conclui-se que dentre os três melhores modelos (M3, M5 e M7), o M3 é o melhor modelo de modelagem de equações estruturais (SEM) para este estudo. Ele apresenta o melhor ajuste aos dados, com valores superiores de CFI e TLI em comparação com os demais modelos. Apesar de ter um ligeiro aumento no valor de RMSEA, ele ainda está dentro do limite aceitável. Além disso, o valor de SRMR é comparável aos demais modelos.

Em outras palavras, o modelo M3 que estabelece o Perfil Atitudinal como variável resposta das variáveis independentes Perfil Ideológico e Perfil Cultural mostrou melhores índices de ajuste entre os sete modelos avaliados, superando os índices do modelo teórico proposto inicialmente (M1). Ainda que o modelo teórico proposto (M1) tenha obtido bons índices de ajuste e, portanto, indicando que a variável Conhecimento Científico também estabelece relação positiva com a variável Perfil Atitudinal, a comparação com o modelo M3 sugere que as variáveis Perfil Ideológico e Perfil Cultural apresentam peso maior na constituição do sujeito, no que refere a sua postura e tomada de decisões, mesmo que o assunto em questão seja dentro do escopo da ciência.

No contexto do presente estudo esse resultado indica que, para o desenvolvimento do letramento científico, como ele é atualmente conceituado nos currículos oficiais do Brasil, como a BNCC (Brasil, 2017), as propostas de ensino e de aprendizagem de ciências precisam dedicar igual atenção aos aspectos conceituais/processuais/metodológico das ciências e aos seus aspectos sociais/culturais/ideológicos. Cenário que ainda se mostra distante das práticas docentes em ciências, como detalhado no capítulo dois.

Destaca-se que a própria BNCC, menciona o letramento científico como um objetivo do ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, sem comentar quais estratégias e suportes serão direcionados à classe docente para o alcance desse objetivo na educação básica.

O problema da baixa correlação entre o letramento científico desenvolvido na formação escolar e a tomada de atitudes no cotidiano apontada por Crowell e Schunn (2015), encontra sentido quando se reflete que a prioridade do ensino de

ciências tem sido os seus domínios conceituais e metodológicos em detrimento dos seus domínios históricos, culturais, sociais e ideológicos, como apontado no capítulo dois. Pois, se a tomada de atitude está mais relacionada ao perfil cultural e ideológico do sujeito – como sugere os resultados do presente estudo – tais domínios do conhecimento científico deveriam receber tanta atenção quanto aquela oferecida aos domínios conceituais e metodológicos.

Como vimos previamente, diversos autores citam essas dimensões socioculturais que compõe o letramento científico, tais como as categorias “cívica” e “cultural” (Shen, 1975), questões político-científicas (Miller, 1983), “relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente” (Sasseron; Carvalho, 2011), “ciência como empreendimento humano”, “caráter e valores” e “metacognição e audireção” (Choi et al., 2011), “ciência e sociedade”, “ciência e alfabetização midiática” e “motivação em ciências e crenças” (Fives et al., 2014).

Dispender maior atenção aos domínios mencionados no capítulo dois, tais como “ciência e sociedade”, “valor da ciência” e “afetivo/atitude” vai ao encontro da construção de modelos de educação em ciências mais sensíveis ao impacto das percepções pessoais e preocupações práticas defendidas por Crowell e Schunn (2015), como uma saída à atual dificuldade de transposição do conhecimento científico adquirido na escola para a realidade que se enfrenta fora dela.

Os resultados aqui apresentados também corroboram as discussões efetuadas por Yap (2014), evidenciando que na tomada de decisão sobre questões sociocientíficas, o conhecimento científico abre espaço para o compromisso do sujeito com a sua própria rede de crenças e ideologias que, se for contrária à ciência, pode ofuscar o conhecimento e, assim, impactar as decisões diante de problemas sociocientíficos.

Portanto, observa-se que a tomada de decisões referentes a questões de cunho sociocientífico, mais que aquisição de conhecimento científico, configura-se como uma equação ideológica, na qual os aspectos culturais do sujeito possuem peso significativo. Logo, infere-se que o desenvolvimento do letramento científico necessita fazer emergir os aspectos culturais da própria ciência, assim como a sua filosofia, de modo que o núcleo duro do conhecimento científico (isto é, sua parte mais objetiva) encontre um caminho para dialogar com o sistema de crenças e ideologias do sujeito, incorporando significado e peso à equação mencionada.

Defende-se que trabalhar para a exposição e compreensão da face cultural da ciência e da filosofia científica no processo de ensino e aprendizagem contribui para que o sujeito possa contrapor esses aspectos ao modo como ele concebe e compreende o mundo ao seu redor. Esse choque gera reflexões que se concretizam na sala de aula de ciências, lugar propício para o avanço dos domínios científicos, contribuindo para uma forma de pensar que ultrapassa os limites da escola, chegando aos círculos pessoal e social mais alargados do sujeito.

Essa ação cognitiva ao ser realizada em sala de aula, aproxima o ensino de ciências da reflexão apresentada por Althusser (1967), de que a construção do conhecimento científico necessariamente provoca a negação de ideologias alheias à ciência.

3.5 Conclusões

A submissão do modelo teórico M1 à SEM (Modelagem de Equações Estruturais) indicou que as variáveis latentes Conhecimento Científico, Perfil Ideológico e Perfil Cultural influenciam a variável resposta Perfil Atitudinal, confirmando a hipótese inicial de que há relações de influência entre os fatores conhecimento científico, cultura, ideologia e atitude, quando o sujeito é colocado diante de questões sociocientíficas.

Entretanto, os dados obtidos por meio do questionário se ajustaram melhor ao modelo M3 que estabelece o Perfil Atitudinal como resposta das variáveis Perfil Ideológico e Perfil Cultural, ainda que as questões apresentadas aos sujeitos girassem em torno da Ciência. Tal modelo leva à conclusão de que no sistema de crenças e valores de um sujeito, o conhecimento científico interage fortemente com aspectos ideológicos e culturais, podendo ser suplantado por estes na tomada de decisões do sujeito.

Diante desses resultados e a partir das discussões efetuadas, conclui-se que o desenvolvimento do letramento científico na educação básica necessita acompanhar a amplitude do seu conceito teórico. O que exige fortalecer no ensino e na aprendizagem de ciências a abordagem dos domínios ciência e sociedade, valor da ciência e afetivo/atitudinal, trabalhando de modo articulado com os domínios conceitual e trabalho científico.

A abordagem atenta às diversas faces do letramento científico constitui um caminho que pode levar a ampliação da transposição do conhecimento à vida concreta, refletindo-se de modo mais efetivo na postura e na tomada de decisões dos sujeitos da aprendizagem.

Parte II

Pedagogia Histórico-Crítica para um Letramento Científico em seus múltiplos domínios

4 EDUCAÇÃO E DEMOCRACIA

Educar os filhos da grande massa de trabalhadores do país é a principal marca da profissão docente. Como algo de tamanha importância, o trabalho docente necessita ser compreendido pelos professores além das lentes do manejo pedagógico do cotidiano escolar, mas dentro do contexto social, histórico, cultural e político que estão fortemente vinculados à educação pública brasileira.

Sendo o seu lugar de ação, é preciso que professores e professoras compreendam esse contexto e se situem dentro dele, tomando posição diante das disputas que se desenrolam no campo da educação. Esse é um caminho para que a profissão docente alcance significado concreto, que fuja ao sentido romântico de educar por amor ou por vocação e que se afaste também do sentido puramente prático, no qual se executa uma ação automática com vista unicamente na própria subsistência.

Por essa razão é necessário olhar para a origem da escola pública moderna, onde vemos que ela surgiu junto ao Estado Moderno com objetivo de criar no povo o sentimento de nação, por meio da aprendizagem de uma linguagem única, comportamentos padronizados e elevação ou implantação de aspectos culturais de relevância para o Estado-Nação que acabara de nascer, conforme comentado no capítulo um.

A reprodução dos objetivos elencados por meio da educação pública transparece o papel da escola em sua gênese, ligada à garantia da reprodução e manutenção da nova estrutura social que a classe burguesa estava forjando. A escola contribui tanto para formar a força de trabalho indispensável ao atual modo de produção, quanto para naturalizar as ideologias que dão sentido às relações de poder que sustentam o modo de produção em vigor. Assim “[...] a inculcação de uma ideologia, ou arbitrário cultural passa pela estruturação de um sistema educativo baseado nos modos de produção capitalista” (Ferraro, 2014).

A recém-constituída classe burguesa organizou os elementos para a reprodução das relações de poder na figura do Estado. As relações de poder nesse contexto se referem às relações entre as classes antagônicas que formam a sociedade capitalista, a elite composta pela burguesia detentora dos meios produção e a massa trabalhadora detentora unicamente da própria força de trabalho e

submetida à exploração burguesa. A classe política da sociedade moderna nasceu como um braço aliado da classe burguesa, que constrói e maneja os aparelhos de dominação, tanto os burocráticos (como as instituições jurídicas), quanto os repressivos (como as instituições policiais e militares). Esses aparelhos exercem forte pressão sobre os aparelhos institucionais civis como a mídia de massa, a igreja e a escola (entre outros), os quais se tornam canais de disseminação e dominação ideológica do Estado e, assim, da própria classe burguesa (Schlesener, 2007).

Como o Estado tem suas raízes no capitalismo, ele se transforma e se reestrutura em acordo com as demandas desse sistema de produção, mas sempre mantendo a lógica de manutenção do capital e reforço das desigualdades sociais (Alves et al., 2021). Foi como resposta à grande depressão de 1929, que nos países centrais do capitalismo, o Estado assumiu um papel com maior controle da economia, cedendo mais direitos aos trabalhadores nas áreas de saúde, educação, infraestrutura e seguridade social, além de promover aumento da capacidade de consumo das massas, visando equalização entre capacidade produtiva do mercado e capacidade de consumo da classe trabalhadora. O Estado assumiu nesses países a face de Bem-Estar Social, como uma alternativa dentro daquele contexto histórico-social para prevenir novas crises do capital (Alves et al., 2021).

A partir da década de 1970, um novo contexto social e histórico permitiu às elites capitalistas a exigência de uma nova reestruturação das funções do Estado, pregando uma drástica redução da sua influência nas questões sociais, econômicas e mesmo políticas. A diminuição da presença do Estado nas questões sociais, por exemplo, facilitou a exclusão de direitos conquistados, além de provocar a precarização de serviços públicos e, conseqüentemente, privatizações. Essas mudanças atendem o crescimento do lucro e das desigualdades entre as classes, características marcantes do capitalismo, no contexto de aprofundamento da globalização e ascensão de corporações multinacionais. O Estado assume sua face neoliberal, cuja ideologia recai sobre a liberdade individual, governo limitado, livre mercado e crença na capacidade do próprio mercado em direcionar os recursos e resolver problemas econômicos.

Contudo, muitos países com histórico colonial como o Brasil nunca conheceram a face menos selvagem do capitalismo. Tentativas de mudanças que estão, inclusive, projetadas na Constituição Federal de 1988, que poderiam gerar a

longo prazo o Estado de Bem-Estar da sociedade brasileira, foram bloqueadas por parte das elites econômicas locais com apoio de parte das elites econômicas dos países centrais do capitalismo. Há uma divisão dentro da elite nacional, com grupos pró-ativismo estatal e grupos pró-mercado (ou nacionalistas versus liberais), “[...] que impede o país de aproveitar as oportunidades que a história oferece para tornar-se um ator geopolítico mais autônomo” (Sieben; Ramos; Silva, 2020). As recentes disputas sobre a exploração do Pré-sal e o destino dos lucros ilustram esse cenário – No segundo governo Lula (2008-2012) foram criadas leis que garantiam a soberania nacional sobre os recursos do Pré-sal e os direcionava para o desenvolvimento econômico e social do Brasil, com destaque para a Lei Federal Nº 12.304/2010 que elegia a Educação e a Saúde como destinatárias dos royalties do Pré-sal (Sieben; Ramos; Silva, 2020).

Porém, desdobramentos políticos como a queda do governo Dilma Rousseff e a implantação do programa neoliberal “Ponte para o Futuro” do governo Temer, levaram a aprovação da Lei Federal Nº 13.679/2018, que acabou com o monopólio da Petrobras sobre o Pré-sal, efetivou a privatização dessas reservas e desmontou o projeto de desenvolvimento nacional baseado nos recursos do Pré-sal, nos moldes do que assegurava a Lei Federal Nº 12.304/2010 (Sieben; Ramos; Silva, 2020).

Embora com altos níveis de complexidade devido à emergência de novos atores, a geopolítica atual, assim como a de outrora, abriga um sistema arquitetado de maneira hierárquica, em que as elites capitalistas dos países mais ricos, hoje chamados de Norte Global controlam as economias dos países subdesenvolvidos, chamados Sul Global, fazendo-as trabalhar a favor de seus interesses econômicos e projetos de poder (Sieben; Ramos; Silva, 2020).

Portanto, embora apresente muitas faces, o capitalismo se compõe em um sistema unificado global, de modo que a sua face mais humana em países com herança do período de Estado de Bem-Estar Social está profundamente ligada à sua face mais desumana, que se apresenta em diversos países do Sul Global.

Note que as ações ou a inércia do Estado, assim como as transformações que historicamente ocorrem nas funções que ele desempenha, não são demandadas prioritariamente pelas necessidades humanas, mas pelas necessidades do sistema econômico em vigor e das elites que o controlam. As mudanças que ocorrem visam “[...] a manutenção das estruturas da sociedade em

que o capital é a grande máquina de desenvolvimento da economia e de definição da estrutura social” (Alves et al., 2021, p. 3).

Como membros de uma sociedade cujo capital assume sua forma neoliberal, podemos ver com clareza a oposição entre necessidades humanas e necessidades do capital em nosso cotidiano. Como uma amostra, recentemente vimos no Brasil as necessidades do capital sendo postas acima da vida durante os dois anos da pandemia da Covid-19. Mais de meio milhão de brasileiros perderam a vida devido à má gestão da presidência sobre a pandemia. “Rotatividade de ministros da saúde, fragilização da Atenção Primária à Saúde, minoração das relações interfederativas, morosidade no processo de vacinação, descaso com a ciência, inépcia na estratégia de testagem e distribuição de insumos, militarização da saúde, opacidade das informações em saúde, casos de corrupção, dentre outras” foram as marcas do governo federal na gestão da crise sanitária de 2020-2021, que agiu de modo negacionista (Brandão; Mendonça; Sousa, 2022).

O slogan “a economia não pode parar” foi repetido como um mantra por apoiadores do governo enquanto pessoas morriam, sem que as principais medidas indicadas pela Organização Mundial da Saúde fossem ouvidas. Vale lembrar que medidas como distanciamento social, uso de máscaras e promoção de vacinas foram principalmente defendidas e efetuadas pelos governos estaduais, enquanto o governo federal se mostrava omissivo. A postura discursiva do governo federal se deu no sentido de evitar que a crise sanitária e a suas consequências econômicas prejudicassem a imagem do governo e a manutenção do grupo que estava no poder naquele período (Oliveira; Abreu, 2022), terceirizando a culpa e defendendo a volta à normalidade (Amarante, 2021).

Também é importante lembrar que a pandemia se deu de maneira diferenciada entre as camadas da população, com a parte mais empobrecida sendo atingida mais intensamente. Isto, por efeito da forte desigualdade social dos brasileiros junto ao enfraquecimento das políticas públicas alinhadas à ideologia neoliberal (Ghiraldelli, 2021; Faccin; Almeida, 2023).

A pandemia da Covid-19 fez ressaltar os efeitos nefastos da desigualdade social e do avanço do neoliberalismo não só no acentuado número de casos de mortes entre os mais vulneráveis socialmente, mas também sobre a lacuna educacional a qual estudantes das camadas mais pobres foram submetidos durante

esse período. O agravamento da fome, do desemprego, da carga de trabalho doméstico no cuidado com parentes doentes ou considerados de “alto risco” e o aumento da violência doméstica, somados à falta de recursos tecnológicos básicos para o ensino remoto, como computador e internet, além da falta de espaço e mesmo privacidade para a dedicação aos estudos em casa, foram os principais fatores apresentados como indicadores de impossibilidade de estudos, desmotivação e abandono de estudantes (Vasconcelos et al., 2022) ou a dificuldade dos responsáveis em dar suporte às crianças pequenas (Nicácio; Nicácio, 2023).

Não obstante, professores também sofreram com a falta de recursos tecnológicos, preparo para a efetivação da educação à distância, privacidade no ambiente virtual, espaço apropriado em casa, aumento da carga de trabalho e uso de reservas pessoais para aquisição de recursos pedagógicos (Nicácio; Nicácio, 2023).

Se no período pandêmico o Estado era sabidamente negacionista da ciência, foi coerente com esse posicionamento o seu descaso com a educação. Ao relembrarmos o status da educação pública como instrumento de consolidação das ideologias dominantes no Estado burguês e como instrumento de adequação da sociedade às demandas das forças produtivas capitalistas, notamos que a educação também sofre reestruturações em acordo com as demandas do capital, que são orquestradas nesse modelo de Estado.

No neoliberalismo, a educação adquire o sentido de objeto mercadológico e os estudantes são massa consumidora. É a união da função de aparelho de transmissão cultural e ideológica do Estado, com a sua função de geração de mão de obra especializada, recurso de exploração econômica e geração de lucro. Assim, “[...] as muitas configurações que o Estado assume com o propósito de manter e proteger o capital se imbricam na dinâmica da política de educação, que por sua vez, através dos processos ideológicos, conduzem a ordem política, social e econômica” (Alves, et al., 2021, p. 11). Por essa razão, é crucial que professores e professoras percebam de modo amplo as forças que moldam o seu ambiente e objeto de trabalho (escola e educação), pois elas refletem o capitalismo no Estado brasileiro e as suas formas de manutenção.

Como um importante aparelho ideológico do Estado burguês, a educação é uma das primeiras atingidas pelas reestruturações que ocorrem nos Estados. Ela é

altamente policiada pelas forças repressoras do capitalismo que se concretizam na burocracia estrutural do sistema educacional, nas leis, currículos e diretrizes educacionais, no direcionamento da opinião pública pelos aparelhos ideológicos de comunicação, bem como por instituições como igreja e família.

Não por acaso a aprovação da reforma do Ensino Médio no Brasil se deu logo após a queda do governo Dilma Roussef, cujo programa eleito nas urnas foi substituído de modo antidemocrático pelo programa neoliberal apresentado pelo governo Temer. No mesmo contexto, ganhou espaço na mídia e no próprio governo o discurso intitulado Escola Sem Partido, o qual, na verdade defende uma Escola de partido único, de viés conservador, que busca afastar da educação pública temas importantes para a democracia como o nazifascismo, o golpe militar no Brasil, a história do feminismo, as violências de gênero, a educação sexual, os problemas sócio-econômicos e ambientais provocados pelo próprio capitalismo, a luta de classes, entre outros temas.

As concepções do projeto Escola sem Partido, implementado pelos ideais ultraliberais, têm como objetivo gerar uma desconstrução das diversas conquistas das classes sociais, políticas e educacionais, utilizando como base os fundamentos religiosos e ultraconservadores (Alves et al., 2021). Mesmo sem a implementação formal do projeto Escola Sem Partido, professores e professoras sentiram a materialização da “censura como prática de perseguição à prática docente e limitação do processo de ensino e aprendizagem” (Alves et al., 2021, p. 7).

O conteúdo e a forma que os professores ensinam aos filhos da classe trabalhadora são temas caros ao Estado burguês, porque tem potencial de desmistificar a estrutura de reprodução e manutenção do capitalismo, em torno da qual uma série de aparelhos ideológicos e repressores se posicionam justamente para ofuscá-la. Diante desse aparato de vigilância, parece utopia acreditar que a educação possa servir à classe trabalhadora e à democracia, conforme se almeja em uma concepção crítica de letramento científico. Por essa razão, reflete-se a seguir sobre as relações que se estabelecem entre educação e democracia na atual sociedade de classes, bem como sobre as possibilidades de se estabelecer uma educação para a democracia, resistente às pressões do capital.

4.1 A escola entre a democracia e a violência

Marilena Chauí nos lembra que o conceito de democracia como “[...] um regime político eficaz, baseado na ideia de cidadania organizada em partidos políticos, e que se manifesta no processo eleitoral de escolha dos representantes, na rotatividade dos governantes e nas soluções técnicas para os problemas econômicos e sociais”, é apenas o conceito que o liberalismo percebe e deixa perceber (Chauí, 2022, p. 3).

A autora destaca características da democracia que a coloca além de uma forma de governo, mas em profunda identificação com uma forma geral de funcionamento da sociedade. Nessa caracterização destacam-se: a igualdade de todos perante a lei e a liberdade de todos em expor e ver discutidas as suas opiniões, independente das desigualdades econômicas entre os cidadãos; o conflito político, sendo mediado de modo institucional, como elemento legítimo e necessário da democracia; a forma sociopolítica em que os direitos sociais, políticos, econômicos e culturais podem ser reivindicados por todos, bem como a criação de novos direitos para novas configurações socioculturais emergentes; o caráter popular do poder e das lutas, que se opõem contra a cristalização jurídico-política em favor das classes dominantes e, por fim; a distinção entre o poder e o governante garantida pela presença de leis, pela divisão de várias esferas de autoridade e pela existência das eleições, assinalando que o poder está sempre vazio e que seu detentor é a sociedade (Chauí, 2022).

A instituição de direitos pela via social é uma característica marcante da democracia, apontada inclusive como uma espécie de contrapoder que parte da sociedade e dirige ou controla a ação do Estado e o poder dos governantes, ao mesmo tempo em que mantém a sociedade aberta ao seu próprio tempo histórico (Chauí, 2022).

A educação em sua forma institucionalizada, escolar, parece não depender da democracia para existir. Ela pode funcionar em regimes antidemocráticos e servindo ao propósito desses regimes. Por exemplo, as escolas não desapareceram durante os anos de ditadura militar no Brasil e demais países latino-americanos. Do mesmo modo, as escolas também funcionam em democracias fragilizadas, que sofrem com obstáculos diante de cada um dos pontos elencados anteriormente, como é o caso

da sociedade brasileira, que atualmente se encontra “[...] violenta, autoritária, vertical, hierárquica e está polarizada entre a carência e o privilégio, com bloqueios e resistências à instituição dos direitos civis, econômicos, sociais e culturais, isto é, dos Direitos Humanos” (Chauí, 2022, p. 5).

Contudo, enquanto a educação não depende da democracia, a democracia parece depender da educação para se fortalecer, uma vez que “[...] democratas não surgem espontaneamente, sem a intervenção de uma ou outra modalidade de educação. Eles formam-se, não nascem formados” (Barbosa, 2020, p. 3). Embora a escola não seja o único lugar onde a democracia pode ser gerada, na atual configuração social, ela é o lugar que reúne as melhores condições para a formação de uma comunidade com apreço pela sua prática e valores. Isso porque mantém em seu abrigo, durante vários anos e durante sua fase de crescimento e formação, a geração que será protagonista em breve.

Mas, a escola não tem uma vocação natural e espontânea para democracia. Em essência, a escola não tem vocação para o bem ou para o progresso, assim como não tem vocação natural para o contrário. Ela unicamente reflete a sociedade que lhe rodeia e na qual se insere e dialoga. Em consequência, em uma sociedade fundada sobre a violência da negação de direitos à maioria da sua população, onde os direitos civis, políticos e sociais foram por séculos tratados como privilégios das classes mais ricas e cujo aparelho político-jurídico se comportou como guardião desses privilégios, a educação tende a perpetuar as relações de desigualdade e violência. Conforme Chauí (2022):

A violência trata seres racionais e sensíveis, dotados de linguagem e de liberdade como se fossem coisas, isto é, irracionais, insensíveis, mudos, inertes ou passivos, isto é, nega que sejam sujeitos racionais, capazes de ações voluntárias e responsáveis, isto é, capazes de liberdade. A violência, portanto, não se refere à criminalidade nem ao que os meios de comunicação chamam de vandalismo e sim a relações sociais estruturadas de maneira a tratar seres humanos como se fossem coisas (Chauí, 2022, p. 6).

Se a escola é violenta, ou seja, se trata os estudantes como coisas, então ela contribui para a formação de cidadãos que normalizam uma sociedade violenta e que estranham os valores e as práticas da verdadeira democracia. Como professores de escolas públicas da sociedade brasileira, que se define mais pela violência do que pela democracia, o papel ético desses profissionais se dá no

sentido de transgredir os obstáculos de enfraquecimento da democracia no seio da escola, o que significa ir contra a violência de tratar os alunos como coisas, seja a coisa “futura mão de obra”, seja a coisa “mercadológica” – a consumir ou a ser consumida. A postura de assumir a humanidade do aluno, compreendendo que as suas ações e pensamentos se originam na complexidade das suas relações de existência é um passo contra a violência e a favor da democracia.

Esse olhar que desvela o ser humano é uma escolha pessoal em meio a violência que professores e professoras também sofrem, ao terem negadas as condições mais dignas para o seu trabalho (estruturais, institucionais, salariais e estéticas). Contudo, é o primeiro passo para devolver o sentido do seu trabalho em meio à violência que sofrem e também é o primeiro passo para devolver ao estudante o seu direito à uma educação para a liberdade e igualdade, através da aquisição e da criação de conhecimento. Esse olhar humanizador sobre si mesmo e sobre os estudantes em seu pequeno ciclo de ação, é capaz de romper a naturalização da violência, bem como de dotar a escola de um sentido democrático, em uma ação capilar e de baixo para cima das estruturas de poder.

4.2 O conhecimento científico é uma via para a democracia?

Uma das relações que se costuma apontar entre educação e democracia é a capacitação para tomada de decisões fundamentadas no conhecimento formal. Diz-se que a escola, ao levar conhecimento aos estudantes, junto a prática do pensar de modo crítico e a habilidade de fazer análises, capacita-os a entender melhor as questões sociopolíticas e a tomarem decisões informadas, por exemplo em eleições, referendos e demais processos democráticos.

Esta é uma visão que, por um lado, simplifica a complexidade do ato de tomar decisões e, por outro, reduz a práxis democrática ao voto, ao mesmo tempo em que dá ao conhecimento científico o status de requisito para decisões políticas “acertadas”, promovendo uma falsa proporção entre nível de estudos e capacidade de atuação democrática.

O progresso da ciência e o acúmulo de conhecimento pela humanidade não é proporcional ao seu progresso moral e cívico. A ciência pode possibilitar a cura de doenças, viagens ao espaço, desvendar a física quântica, descobrir a origem da vida

e do universo, ao mesmo tempo em que a humanidade decai moral e eticamente, com pessoas sobrevivendo abaixo da linha da pobreza, submetidas a situação de trabalho escravo ou análogo a ele, com o genocídio de povos tradicionais à luz do século XXI, junto ao ecocídio da extinção em massa e destruição de biomas. Visível e paradoxalmente, os problemas avançam junto com um desenvolvimento tecnocientífico sem precedentes, que colocam em dúvida os limites éticos da humanidade, dada a possibilidade de criar espécies transumanas e pós-humanas. O progresso científico se mostra capaz de redefinir profundamente as relações entre a natureza, a cultura e os seres humanos, mas também se mostra incapaz de incluir todas as pessoas igualmente nos benefícios da ciência e tecnologia (Valladares, 2021).

O conhecimento científico avança sobre a diversidade genética do planeta e sobre a diversidade cultural das comunidades humanas, pretéritas e atuais, mas isso não impede que os interesses de mercado devorem essas diversidades. Espécies e povos são expulsos da vida para entrarem nos livros ou serem peças de museus. Ao mesmo tempo em que a maioria absoluta das pessoas do planeta não usufruem do progresso científico tecnológico do seu próprio tempo, mas vivem no passado, sem chance de experienciar uma vida digna, com acesso à bens básicos como saúde, educação, segurança e lazer.

No plano individual, também de modo algum se pode dizer que o nível de conhecimento formal do sujeito seja proporcional ao seu apreço pela democracia. Mesmo assumindo que a educação seja importante para o engajamento político dos sujeitos e tomando esse comportamento como um aspecto benéfico para as democracias, recentemente estudos começaram a questionar o senso de que há uma correlação direta entre o nível de escolaridade e participação política (Persson, 2015). Por exemplo, surgiram indicadores de que o engajamento político tem mais relação com as experiências escolares na fase pré-adulta, sofrendo pouca influência da educação recebida no nível superior (Kam; Palmer, 2008). Também se infere atualmente que a relação entre nível de escolaridade e participação política é indireta ou parcialmente causal (Bömmel; Heineck, 2022), com predisposição à política sendo influenciada por uma intersecção de fatores como, a qualidade da educação recebida (Schlegel, 2010; Willeck; Mendelberg, 2022), os traços de

personalidade individual (Dinesen; Nørgaard; Klemmensen, 2014), habilidade cognitiva e status socioeconômico familiar, entre outros (Persson, 2014).

Esses indicadores levam a pensar que o acúmulo de conhecimento no decorrer dos anos não é o principal fator para o desenvolvimento de uma personalidade participativa e favorável à democracia. Para muitos da atual geração, o conhecimento das mais diversas áreas da ciência está à distância de um clique no celular. Há uma variedade de recursos disponíveis no meio digital como artigos e vídeos, de modo que a escola já não é fonte primordial para a aquisição de conhecimento. Porém, o fluxo de informação e a facilidade de acesso ao conhecimento científico não tornou a sociedade mais democrática. Ao contrário, vive-se um período de recessão democrática global, especialmente visível entre os países do G-20, países populosos e outros geopoliticamente importantes (Diamond, 2021).

Assim, nota-se que não existe uma relação de causalidade direta entre o conhecimento e a democracia, mas sim um percurso sinuoso que é atravessado por elementos contextuais do círculo social do sujeito, da qualidade da educação que ele recebe, bem como por interesses diversos e até alheios ao próprio sujeito.

Observamos atualmente na educação brasileira, por exemplo, que os interesses do mercado financeiro vêm desviando o foco da democracia para o lucro. Encoraja-se o ensino dos conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade, por meio de metodologias que visam o desenvolvimento de habilidades e competências direcionadas ao desempenho no mercado de trabalho.

O desenvolvimento do pensamento crítico, outrora defendido com o sentido de questionar os problemas socioambientais e suas causas, bem como ideologias vigentes por trás de ações dos governos e demais instituições civis, desvia-se para o mero desenvolvimento da habilidade de identificar problemas e construir soluções dentro de um cenário puramente tecnocientífico. Desse modo, incentiva-se que o estudante efetue um olhar crítico sobre si mesmo, capaz de julgar o próprio desempenho, com autoavaliação sobre suas metas, seus resultados e suas falhas. É um pensamento crítico técnico e individual, que leva à apreensão de elementos do método e do conhecimento científico por si mesmos, sem a exploração adequada das suas dimensões políticas, sociais, culturais, estéticas e filosóficas.

A crítica voltada a si próprio, restringe o pensar sobre as soluções de problemas comunitários ao nível da ação individual. A título de exemplo, no contexto de mudanças climáticas, crise da biodiversidade e aumento da pobreza, são pensadas e encorajadas “soluções” individuais como, separar o próprio lixo, diminuir o próprio consumo de água, teto solar na própria casa, produto sem agrotóxico na própria mesa, roupa sustentável no próprio guarda-roupa etc.

As ações citadas, embora louváveis pela preocupação ambiental que expressam, contribuem mais para um apaziguamento do sujeito com a sua consciência do que para promover soluções aos problemas que a sociedade enfrenta. Ao mesmo tempo em que transfere ao consumidor final a responsabilidade pela “sustentabilidade”, aliviando ou mascarando a responsabilidade dos produtores. Alimentam ainda a ideia de que as soluções passam necessariamente pelo consumo e, em consequência, pela respectiva produção capitalista. Criam-se mercados e especulações em nome da “sustentabilidade”, ao passo em que soluções estruturais no modo de produção e consumo ficam em segundo plano, a crise ambiental e a desigualdade social continuam intocadas. A crítica que seria política é substituída por uma crítica aos estilos pessoais de vida, esquecendo-se que o estilo de vida sustentável é uma escolha que nem todos têm condições financeiras de adotar.

Ao comentar a educação superior, Dalbosco (2015, p. 129) diz que essa tendência mercadológica na educação “[...] pode preparar uma parcela das novas gerações para ser bem-sucedida economicamente, mas pagando o preço de não mais formá-la adequadamente para o convívio democrático”, o que resulta em gerações “[...] indiferentes a diversidade cultural e ao respeito pelo outro [...]”. O mesmo autor indica que a democracia depende da retomada da ideia de educação como prática de liberdade (Dalbosco, 2015). O que fortalece a ideia de que a relação entre democracia e educação não é natural, mas depende dos direcionamentos que a educação recebe.

Pensar por si mesmo é diferente de pensar tendo a si mesmo como centro. Trabalhar para que o estudante adquira a habilidade de pensar autonomamente é uma tarefa da escola e, portanto, dos professores e professoras a favor da democracia. Contudo, precisa-se afastar a ideia do pensamento crítico voltado para a competência técnica e subordinada à lógica do mercado. Nesse sentido, necessita-se desenvolver estratégias pedagógicas para que os estudantes sejam

capazes de perceber as diferentes ideias que cercam e disputam todos os elementos da sociedade que vivemos e a qual ajudamos a construir, tendo o conteúdo da grade curricular como objeto que viabiliza problematizações e discussões.

Dessa forma, toma-se a aquisição de conhecimento formal não como fim, mas como meio, isto é, a educação se propõe ao fortalecimento da democracia quando, mais que ensinar conceitos, processos e métodos, ela viabiliza a emergência, o debate e o respeito de diferentes ideias e formas de pensamento, de maneira que os estudantes sejam capazes de criticar o próprio modo de conceber o mundo e de desenvolver empatia pelas causas de outros grupos sociais. Criticar no sentido de se questionar de onde vêm as ideias que lhe dominam o pensamento, contestando o seu efeito de naturalidade, bem como de perceber e questionar as ideias dominantes no discurso do outro, assim como as ideias que dominam entre os diferentes grupos, ou seja, realizando uma crítica que vai além do julgamento de si no campo da competência técnica, como requer o mercado.

O exercício do pensamento crítico leva os sujeitos a repensarem o seu lugar na sociedade e a compreenderem o lugar do outro, identificando lugares de semelhanças e diferenças em relação a si mesmos na teia das representações sociais. Ao fazer esse reconhecimento, os discursos que lhe chegam e, também, os que eles produzem, adquirem maior significado e densidade, de modo que eles vão se tornando capazes de perceber as ideias que vêm em defesa dos seus direitos e aquelas se colocam como ameaças, assim como ideias que se convertem em obstáculo à conquista de novos direitos. É nesse ponto que a educação encontra a democracia. Essa educação da pessoa e para a cidadania é uma ação ética contra a violência interpessoal e, politicamente, uma ação civilizatória contra a violência social, econômica, política e cultural, contra a injustiça e a exclusão porque compreende o que são os direitos e age como criadora de direitos (Chauí, 2022).

A autonomia do pensar, a valorização do diálogo, a disposição em adotar diferentes pontos de vista, o respeito e o interesse por diferentes culturas, entre outras características importantes ao desenvolvimento do apreço à democracia desenvolvidas no ambiente escolar, se tornam particularmente importantes também ao conferir aos jovens a capacidade de crítica nos outros ambientes de construção

moral, cultural e ideológica da sociedade, os quais eles frequentam, como igrejas e organizações diversas.

A capacidade de crítica é um obstáculo ao chamado efeito manada ou instinto de rebanho, situações em que, ao tomar um posicionamento moral ou político, por exemplo, o sujeito generaliza de modo raso as ideias opostas às concepções dominantes dentro do seu grupo, decidindo-se em seguir o bando para preservar-se. Tal comportamento, que conserva uma moral amarrada ao consenso e que não suspeita de si mesma (Santos; Bello, 2021), é danoso para a democracia porque avesso ao diálogo e ao diferente. Com isso, podemos inferir porque a educação é também assediada por grupos religiosos fundamentalistas e, então, a importância de uma escola laica e livre, posto que ela é um dos poucos lugares onde os valores democráticos podem ser formados de maneira massiva.

Em síntese, não há uma relação direta e proporcional entre educação e democracia. Ambas podem desenvolver uma relação de fortalecimento mútuo, no entanto essa relação não é compulsória ou natural. Se, por um lado, a democracia depende de alguma forma de educação, por outro lado, a educação pode ser uma ação tanto de fortalecimento quanto de desgaste da democracia. Como instrumento de mediação no interior da sociedade (Saviani, 2013), o compromisso da educação com a democracia vai sempre depender dos interesses dos grupos que a controlam.

Ressalta-se que a disseminação de conhecimentos e habilidades científicas pela instituição escolar não resulta naturalmente em uma geração capaz de forte participação democrática no governo. No atual contexto histórico brasileiro, a relação entre escola e democracia depende do quanto a escola está disposta a se desviar das ideologias neoliberais que chegam pela via institucional das reformas, como a BNCC de 2017 e o chamado Novo Ensino Médio (Lei nº 13.415/2017), ambas aprovadas sem o apoio de importantes entidades especializadas e representativas da área educacional brasileira (Costa; Silva, 2019).

As mudanças na educação básica, como resultado da pressão de setores do mercado e com forte viés neoliberal, abrem espaço para a mercantilização e privatização da educação ao mesmo tempo que inserem um currículo focado unicamente na formação de força produtiva, ignorando a função da escola de formação para a cidadania, prevista na LDB (Costa; Silva, 2019). Em outras palavras, o neoliberalismo ao adentrar a educação trabalha pela sua privatização por

um lado e despolitização por outro, o que planta os elementos necessários para a formação de uma geração com reduzido interesse pelos valores da democracia e, conseqüentemente, com menos participação na luta por direitos e nos direcionamentos da nação. Atualmente no Brasil, assim como já ocorrera em outros países, fazer a firme defesa da educação pública é vital para garantir a difícil, mas imprescindível, formação da vontade democrática (Dalbosco; Salomão; Doro, 2021).

5 O LETRAMENTO CIENTÍFICO É TAMBÉM UM LETRAMENTO POLÍTICO

A definição de letramento científico com frequência enfatiza o engajamento público na sociedade ao mesmo tempo em que costuma ser vaga sobre o tipo de engajamento que se espera do público. Isso se torna problemático diante de modelos de letramento científico que, embora enalteçam o desenvolvimento da cidadania como fim principal, reforçam as relações de poder existentes na sociedade de classes em vez de questioná-las. Há casos em que o próprio sentido de cidadania se esvazia, dando lugar a um tipo de letramento científico que se mescla à produção e ao marketing (Árnason, 2012).

Na teoria liberal o núcleo da cidadania é a igualdade de direitos, enquanto na teoria republicana é a participação ativa do público nos processos deliberativos da nação (Árnason, 2012). Porém, embora traga em seu conceito a cidadania como cerne, algumas tentativas práticas de letramento científico têm se limitado à noções pessoais de saúde e bem-estar, bem como à cadeia produtiva e consumo, confundindo qualquer participação e ação do sujeito com uma participação e ação efetivamente cidadã (Árnason, 2012). Elas se afirmam como práticas a favor da cidadania, mesmo que estejam longe de associar o letramento científico à luta por direitos ou de tomá-lo como ferramenta de empoderamento para participação popular em assuntos de interesse comum, na construção da democracia.

Caurio et al. (2021) apontaram sete tendências diferentes para o sentido de cidadania em pesquisas sobre Educação em Ciências. O letramento científico surge atrelado ao sentido chamado pelos autores de “cidadania científica e tecnológica”, a qual é descrita como:

Experiências de ensino que promovem o debate e construção de argumentos sobre situações reais, às vezes próximas (contaminação do rio da cidade), ou não (lixo espacial), exigindo do aluno posicionamentos individuais ou coletivos. O conhecimento científico é colocado como o mais decisivo para a tomada de decisões (Caurio et al., 2021, p. 5).

Os autores afirmam que as práticas de ensino associadas a essa concepção de cidadania científica e tecnológica, costumam ter aparência neutra, objetiva e apolítica, deixando transparecer a ideia de que o letramento científico e tecnológico

“é suficiente para [o sujeito] participar da tomada de decisões na sociedade, independente do modelo econômico, social, cultural” (Caurio et al., 2021, p. 5).

Práticas de letramento científico despolitizadas colaboram para o apagamento do seu caráter crítico. Diante disso, é preciso enfatizar que o letramento científico é também um letramento político, caso contrário ele deixa de ser letramento e se torna simplesmente um treinamento tecnocientífico, por meio do qual se pode aprender a linguagem, os conceitos e a metodologia científica apartada da sua face cultural, histórica e das suas relações com a sociedade, retirando assim o seu potencial crítico sobre as relações de poder que estruturam a sociedade capitalista.

Contudo, mesmo esse apagamento da criticidade do letramento científico também é político, dado que a suposta neutralidade da educação serve a certos grupos sociais em detrimento de outros. Assim, o próprio letramento científico é um objeto de disputa dentro da educação, onde ele pode servir à formação de um sujeito-produto, subjugado, com conhecimento científico útil para determinadas ações, tal qual um robô, ou ele pode servir à formação de um sujeito-cidadão, com autonomia para usar o conhecimento científico na construção da sua cidadania e na luta pela cidadania do outro, assim colaborando para a sociedade democrática.

Urge esclarecer que a cidadania que serve à democracia e à justiça social precisa ir além do sentido de cidadania técnico científica mencionada previamente. Entre os sentidos de cidadania que figuram na pesquisa da educação em ciências, Caurio et al. (2021) apresentam a chamada “cidadania crítica decolonial”, sendo esta compreendida,

[...] como construção nos processos de movimentos, ativismos e práticas sociais de forma solidária e coletiva. Integrante de práticas pedagógicas com vistas à denúncia dos privilégios de grupos sociais dominantes, das violências, do silenciamento e exclusão sociais com fins de anunciar outros modos de construção social, para promover uma sociedade justa e igualitária (Caurio et al., 2021, p. 5).

Para os autores, estabelecer esse sentido crítico de cidadania coloca a educação em ciências na mesma perspectiva de ativismos políticos e sociais pela equidade de direitos entre os diversos grupos sociais, tais como negros, indígenas, mulheres, transgêneros, sem-teto, sem-terra etc. Sendo a sala de aula um lugar de encontro e convivência entre pessoas dos mais diversos grupos, o ensino de

ciências nesse sentido crítico, pode criar possibilidades de uma formação para o protagonismo cidadão/cidadã (Caurio et al., 2021).

Assim, quando se diz que o letramento científico se volta para a formação cidadã, entende-se que ele deve ultrapassar o sentido de cidadão tecnocientífico como também o sentido de sujeito-produto. Deve, contudo, se estruturar colocando os conhecimentos científicos como um dos elementos (mas não o único) para a promoção de um estado popular de direitos, “[...] que promovam a descolonização do pensamento, numa educação antirracista, antimachista, anticapitalista, entre outras” (Caurio et al., 2021).

Antes de buscar práticas que conduzam à construção de conhecimento científico clássico, demandados nos currículos escolares, é necessário que professores e professoras tenham clareza sobre o porquê da sua ação docente, para então pensar em estratégias de ensino e aprendizagem. Ao estabelecer um eixo em questões que envolvem (em seu sentido crítico) cidadania, justiça social, justiça ambiental, democracia, direitos civis e outras demandas inerentes às problemáticas da sociedade de classes, é possível conduzir práticas de exploração política, social e cultural dos conteúdos científicos, pois eles foram e são construídos em íntimo diálogo com a sociedade. De modo que o trabalho docente se esvazia de significado quando o foco recai em demasia nos resultados ou “descobertas” da ciência, tal e qual quando recai em demasia nos processos científicos de maneira isolada da história ou da realidade social contemporânea.

Não se trata de colocar em segundo plano o currículo de ciências, mas de construir esse conhecimento nuclear cercado pelas suas múltiplas dimensões. A exploração dos componentes políticos e socioculturais da ciência pode dar significado à aprendizagem de ciências na educação básica, bem como ao próprio trabalho docente nessa fase de ensino. Além disso, são justamente as dimensões políticas e socioculturais da ciência que mais se aproximam da tomada de decisões cotidianas do cidadão comum e que, portanto, tem potencial de fomentar valores e se concretizar em atitudes, que adentram a sociedade e contribuem para a sua evolução.

Por exemplo, há décadas a ciência tem demonstrado a homossexualidade como uma variante da sexualidade humana, contudo isso parece não entrar nas aulas de biologia sobre genética e sexualidade humana – a não ser em

experimentos pontuais como o de Cunha, Costa e Sá-Silva (2020). No Brasil, embora tenha havido avanços na legislação (como o casamento civil entre homossexuais), a homossexualidade continua sendo tratada como anormalidade (inclusive dentro das escolas) resultando em graves índices de violência contra essas comunidades. Como uma ciência que costuma ser utilizada erroneamente para proliferar discurso de ódio contra a comunidade LGBTQIA+⁵, a educação biológica é uma das áreas que deveria contribuir para a luta contra a homofobia e, conseqüentemente, para a aquisição de direitos à comunidade.

Quando a ação docente encontra o seu sentido político, social e cultural, o caminho para problematizar o conteúdo científico e as estratégias para a abordagem pedagógica se tornam mais evidentes. O docente motivado pelo sentido que elegeu para o seu trabalho consegue enxergar com mais nitidez as barreiras e, também, as aragens presentes na sua escola e na sua comunidade. Essa visão ampla lhe permite vislumbrar estratégias mais adequadas sobre como as suas aulas de ciências podem promover aspectos e valores da democracia, como podem ser políticas e como podem promover cidadãos conectados com as demandas socioambientais do tempo presente. Ao mesmo tempo que as teorias e práticas pedagógicas mais adequadas se tornam mais fáceis de identificar, em meio as diversas opções que o professor tem contato.

Contudo, há que se considerar que mesmo seguro de um propósito civilizatório na educação, encontrar meios de realizar uma atividade docente significativa é bastante complexo no contexto de violenta escassez de recursos e ausência de condições dignas de trabalho, as quais muitos professores estão submetidos. Tais complexidades tem peso na postura dos professores, os quais precisam efetuar o exercício de olhar os obstáculos como propositais e não como negligência, falta de conhecimento ou de recursos do Estado. Quanto menos tempo de qualidade ou condições tivermos para explorar as dimensões políticas do conhecimento, mais fácil para as elites dominantes manterem as condições de permanência do seu poder e a conseqüente desigualdade de renda, a qual gera

⁵ Parlamentares federais se apropriaram de elementos da biologia para, de modo descontextualizado e distorcido, embasar posicionamentos homofóbicos, em discursos acerca do projeto de lei PL122/2006, que criminaliza a homofobia. O argumento “biológico” utilizado faz referência à existência dos cromossomos XX e XY que designam os sexos feminino e masculino, em contraposição a “não existência” de um gene gay, sendo, por essa lógica, a homossexualidade um comportamento não natural, mas criado socialmente (Bortolin, 2018).

tantos outros agravantes sociais. Porém, quando o professor olha os problemas da escola sob o viés da luta de classes, inevitavelmente ele se percebe no meio do campo de batalha, nesse ponto lhe cabe decidir a quem e a qual propósito seu trabalho deve servir.

Sem dúvida a omissão facilitaria o trabalho, dando a oportunidade de seguir mecanicamente planos de aula pré-formatados para todas as classes e conteúdos curriculares, com reduzidos diálogos entre a classe e o contexto socioambiental local e global. No entanto, a omissão deixaria a atividade docente sem sentido, além da pura sobrevivência material dada pelo salário mensal.

Para Vasconcellos (2021), o ser humano se faz por sua atividade, a qual é sempre marcada por sentido, de modo que, agir sem sentido é um comportamento alienado que leva à angústia. Quando, por um lado, professores se questionam sobre o porquê de continuar trabalhando pela educação diante da negação de condições de trabalho dignas e, quando, por outro lado, estudantes se questionam sobre o porquê de continuar frequentando uma escola que lhe nega um atendimento digno ou quando ele se vê sem perspectiva de futuro, ambos estão reproduzindo um comportamento intrinsecamente humano que é a busca de significado para suas ações. Ao não encontrar sentido ou mesmo a perda de interesse pela busca de sentido corresponde a um processo de desumanização de ambos, professores e estudantes (Vasconcellos, 2021). Isso produz e reforça o quadro de violência ao qual muitas comunidades escolares estão submetidas.

Assim, o sentido da educação em ciências pode ser produzido no fomento do letramento científico dos estudantes, posto que esta prática precisa ser política – transparecendo as relações de poder presentes na história da construção do conhecimento científico, nos seus produtos e consequências – e humanizador – que seja sensível às condições de existência do estudante, fazendo com que a barreira da indiferença ao conhecimento seja rompida.

A noção de uma educação política e humanizadora no contexto da luta de classes, afasta o trabalho docente das noções vazias de democracia e cidadania, que figuram em currículos e propostas de base neoliberal. A abordagem pedagógica feita de modo consciente do seu lugar e posicionamento político social pode ser um caminho para que a educação em ciências alcance significado fora do contexto escolar, adentrando a vida real e concreta do estudante, levando-o a pensar em si

mesmo como cidadão de uma sociedade científica e tecnológica, convertendo-se no primeiro passo para a reflexão sobre qual papel ele desempenha ou quer desempenhar nessa sociedade.

Se educar é sempre um ato político como declarou nosso patrono da educação, Paulo Freire, cabe também aos professores das ciências naturais assumirem essa responsabilidade, comumente delegada às disciplinas das ciências humanas. A compreensão da dimensão política da ciência desconstrói o mito de neutralidade que a envolve, assim como os sujeitos e os discursos que a utilizam para mascarar ideologias. Sabe-se que o direcionamento da produção científica e, portanto, o próprio conhecimento científico

[...] carrega marcas profundas da desigualdade que ajudou a criar ao longo da História, marcas profundas dos apagamentos, da classificação e segregação social, dos epistemicídios e pilhagem promovidos durante o violento processo de colonização, principalmente na África e nas Américas. Se o conhecimento científico ajudou a promover esse violento processo colonial que aprofundou injustiças em escala global, é também possível que esse conhecimento possa ajudar a promover o processo inverso (Moura, 2019, p. 4).

O ensino de ciências deve promover um letramento mais disruptivo, baseado no uso de conteúdos científicos e no pensamento crítico característico da ciência, porém elegendo como objetivo a melhor compreensão dos processos complexos e de longo prazo que estamos enfrentando no mundo, para que, dessa forma, a educação científica possa contribuir para a distribuição equitativa dos benefícios da ciência, para a construção de mais resiliência global, projetando novas relações sociais antiopressivas, mais solidárias e sustentáveis, não só entre os seres humanos, como também entre eles e o meio ambiente (Vasconcellos, 2021).

5.1 Do letramento científico na escola ao impacto social fora da escola

Ainda que a concepção de letramento científico vincule o ensino de ciências à promoção da cidadania e, por conseguinte, à democracia e justiça social, as práticas pedagógicas que se concretizam nas salas de aula se voltam majoritariamente para as dimensões conceituais e processuais da ciência, conforme apresentado nas discussões do capítulo dois.

Ciente desse cenário efetuou-se no âmbito da presente pesquisa, um levantamento bibliográfico sobre práticas em ensino de ciências que estabelecem o letramento científico como via para a promoção de elementos da cidadania, da democracia ou da justiça social, em primeiro plano e não como objetivos secundários. O propósito foi entrever os esforços realizados nesse sentido e as formas que vêm assumindo nas pesquisas brasileiras.

O levantamento foi realizado sobre os anais do Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências – ENPEC, com um recorte de 14 anos (2007 a 2021), em sete edições. O trabalho se deu em três fases: (1) acesso ao link de cada um dos eventos onde os trabalhos estavam reunidos e busca através de palavras-chave (cidadania/cidadã, democracia/democrata, justiça social); (2) leitura dos resumos filtrados na fase anterior, a fim de verificar se havia relação com práticas de letramento científico; (3) leitura completa dos trabalhos a fim de verificar o percurso metodológico empregado, bem como os resultados e conclusões. Os termos-chave usados na busca foram: alfabetização/letramento científico; cidadania/cidadã; democracia/democrata e; justiça social.

A análise dos percursos pedagógicos levantados se deu à luz das categorizações das teorias pedagógicas efetuadas por Libâneo (2006) e Saviani (2017), do mesmo modo que na revisão do capítulo dois.

Como resultados, foram encontrados apenas seis trabalhos com percursos pedagógicos focando principalmente a articulação entre letramento científico e cidadania. Com isso, pode-se dizer que são raras as pesquisas em ensino de ciências que estabelecem o letramento científico como uma via para a promoção de elementos da cidadania, da democracia ou da justiça social como objetivo principal ou parte dele.

Embora os termos chave utilizados na revisão (alfabetização/letramento científico, cidadania/cidadã, democracia/democrata, justiça social) permeiem uma expressiva quantidade de trabalhos em todas as edições investigadas do ENPEC, são escassos trabalhos que cruzem dois ou mais desses termos nos objetivos principais de uma prática pedagógica. No que se refere à abordagem do assunto enfocando o ensino fundamental há três produções, e no âmbito do ensino médio foram encontradas duas produções e, no ensino superior apenas uma.

As abordagens pedagógicas presentes nas produções se estruturaram em torno do uso de um ou mais dos sete referenciais a seguir: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (3); problemática socioambiental (2); dinâmica dos três momentos pedagógicos (1); questão sociocientífica (1); tema gerador (1); eixos estruturantes da alfabetização científica (1) e; Ilhas de racionalidade (1).

De modo geral, os resultados desses trabalhos indicam promoção tanto de elementos da alfabetização/letramento científico quanto de valores da cidadania, democracia e justiça social. Esses elementos foram categorizados em: formação cidadã crítica, reflexiva e participativa; construção de significados sociais e tecnológicos sobre conceitos científicos; desmistificação de concepções reducionistas da ciência; tomada de ação diante de problemas discutidos em aula; promoção da habilidade de colaboração, interatividade e autonomia no processo de aprendizagem; mudança de postura perante situações-problema; desenvolvimento da criticidade, atitudes questionadoras e responsabilidade social. Como contraponto, indicou-se nos trabalhos a necessidade de uma formação de professores de ciências mais compromissada com a sociedade democrática e com as causas sociais.

Contudo, em uma aproximação mais cuidadosa, os trabalhos estruturados na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), foram os que mais se aproximaram de uma perspectiva crítica ou progressista de educação, com momentos de avanço sobre as concepções de mundo dos estudantes diante da problemática explorada no percurso pedagógico. Os demais trabalhos exploraram as relações socioculturais entre ciência e sociedade, mas não atingiram uma reflexão sobre a fonte geradora dos problemas abordados, que é o próprio modelo de sociedade capitalista.

A perspectiva CTSA surgiu em três dos seis trabalhos encontrados na revisão, confirmando a permanência de uma tendência que já havia se estabelecido nos anos 2000. Ao analisar a literatura sobre ensino de ciências e democracia, Cassab (2008) deu destaque para as perspectivas da Ciência & Tecnologia & Sociedade (CTS) e Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Segundo a autora, esses movimentos se filiam a discursos em prol da construção e consolidação da democracia, com abordagens que valorizam a ideia de currículos integrados e interdisciplinaridade (Cassab, 2008).

Contudo, a autora enfatiza que a ligação entre esses movimentos e a democracia passa pela necessidade de se observar a matriz teórica ao qual eles se filiam, examinando criticamente onde os currículos escolares estão fundamentados, ou seja, se estão associados à ideia de competências filiadas ao mercado, ou à aquisição de conhecimentos clássicos de cada disciplina por si mesmos ou, à sociedade democrática (Cassab, 2008). Ainda que os movimentos CTS e ACT no nível do discurso se vinculem à promoção da democracia ou transformação social, sem uma teoria pedagógica crítica ou progressista, eles podem ir no sentido contrário do discurso, dando “[...] espaço para perspectivas ideológicas conservadoras, contrárias à perspectiva da democracia no ensino das ciências” (Cassab, 2008, p. 12).

A tendência de atrelamento entre o letramento científico e a perspectiva CTS quando se relaciona educação em ciências e cidadania, também foi confirmada por Heidemann e Lorenzetti (2021).

Explorando outros caminhos, Coutinho, Figueiredo e Silva (2016) apresentam uma metodologia para o ensino de ciências permeada por ações democráticas. A metodologia proposta se desenrola em torno da avaliação dos riscos e das incertezas que emergem do avanço do conhecimento científico, por meio da escolha e exploração de uma questão tecnocientífica. Desde a apresentação da proposta pelo professor, passando pela delimitação dos objetivos, pela formação de grupos temáticos, pela forma de abordagem dos problemas e chegando até a apresentação das soluções encontradas, o percurso é atravessado pela ideia de democracia participativa, onde os estudantes debatem as suas ideias e tomam decisões pela via do diálogo. O foco das questões na avaliação de riscos e incertezas para a tomada de decisão, expande o significado do conhecimento científico, que se torna um ponto do qual se parte para pensar como ele poderia impactar o futuro da sociedade.

Tal exercício de pensar o futuro amplia o diálogo com outras áreas do conhecimento, com outras formas de conhecimento, dando evidência também ao caráter heterogêneo da sociedade. Nesse cenário emergem os direitos de cada grupo, como eles seriam impactados pelo dispositivo tecnocientífico em discussão, assim como quais decisões tomar em benefício do bem comum.

Não obstante, para que metodologias pedagógicas como essa se tornem prática comum na educação básica, além da necessidade de promover a relação

entre ensino e democracia na formação de professores, os autores apontam a necessidade de desenvolver recursos para avaliar as decisões tomadas pelos grupos de estudantes, como também o grau de dialogicidade alcançado por eles (Coutinho; Figueiredo; Silva, 2016).

Conclui-se com essa revisão bibliográfica que, embora os trabalhos apresentados indiquem boas perspectivas dos arranjos teórico-metodológicos, as relações entre letramento científico e educação para cidadania, democracia e justiça social precisam ser mais exploradas no nível das práticas pedagógicas que ocorrem nas salas de aulas das escolas de educação básica brasileira.

Em adição, destacamos a importância de se ancorar o planejamento do percurso pedagógico em uma base teórica de cunho crítico/progressista, de maneira que a estrutura da abordagem provoque mudanças de concepção acerca da relação entre ciência e sociedade, dos problemas sociocientíficos, da própria cidadania e da estrutura social na qual estamos inseridos em um estado de dialogicidade.

Voltando à pergunta sobre a viabilidade de uma educação para a democracia resistente às pressões do capital, entende-se que tal educação é possível dentro do ensino de ciências, sendo que, um dos caminhos possíveis envolve o movimento de estabelecer o foco na concepção ampla de letramento científico e por meio de arranjos teórico-metodológico de base crítica.

6 PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA: A EDUCAÇÃO COMO MEDIADORA DA TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

Efetuiu-se até o momento a crítica de uma educação em ciências que contribui para a manutenção do atual estado da sociedade, que se configura como desigual e violenta. Essa educação se efetiva pela falta de objetivos, com um ensino de ciências em si mesmo, bem como pela falta de criticidade em suas abordagens. Porém, uma vez que a crítica sem movimento pode se perder no vazio, voltamos nossa atenção para uma perspectiva que nos aproxime da superação do problema. Por conseguinte, propomos pensar o ensino de ciências a partir da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), considerando-a como uma opção de prática educativa reflexiva, não aleatório, uma vez que ela se apresenta como possibilidade contra-hegemônica, colocando-se na luta pela transformação da sociedade, a favor dos interesses da classe trabalhadora (Saviani, 2013).

A PHC é uma teoria pedagógica fundamentalmente crítica, não apenas pela forma com que ela propõe a abordagem do processo de ensino e de aprendizagem, mas, principalmente, pela forma como foi concebida e estruturada. Segundo o seu principal teórico, Dermeval Saviani, a criticidade da teoria tem raízes em três aspectos intrínsecos à sua concepção. Primeiramente, pelo empreendimento de conhecer a educação em suas características estruturais de modo a apreendê-la em sua concreticidade. Em segundo lugar, pela contextualização e crítica do tratamento que as teorias hegemônicas dão a educação. Em terceiro lugar, pela elaboração e sistematização da teoria pedagógica, efetuada sobre o conhecimento e a crítica, referentes aos dois primeiros aspectos (Saviani, 2017).

Os esforços teóricos que Saviani emprega na elaboração da PHC, vão ao encontro do empreendimento efetuado por Marx e Engels na construção de uma teoria socialista científica. Marx e Engels ao elaborar uma teoria social, ancorada no Materialismo Histórico e Dialético (MHD), foram às raízes do seu objeto de estudo, procurando entender os modos de produção econômica, para, em seguida, realizar a crítica ao modo de produção hegemônico e, por fim, vislumbrar um modo de produção contra-hegemônico.

É esse método de análise Materialista Histórico e dialético que Saviani utiliza para enxergar a educação e formular a PHC, como um processo de ensino e de aprendizagem orientado para a superação da educação hegemônica. Também é a partir do uso do MHD que o autor justifica a cientificidade da PHC (Saviani, 2011).

Na segunda metade do século passado, embora houvesse teorias que analisavam a educação através das suas relações com a sociedade, como as chamadas por Saviani (2018) de “teorias crítico-reprodutivistas”, faltava uma pedagogia crítica, isto é, não havia uma teoria orientadora do processo de ensino e de aprendizagem estruturada na prática educativa e se movimentando em sua função, tendo em conta o atual modelo de produção econômica e suas relações sociais (Saviani, 2018).

Para as teorias crítico-reprodutivistas a escola serviria unicamente para a reprodução dos interesses da classe dominante, dessa maneira essa teoria não se debruçava sobre a análise do processo de ensino e de aprendizagem que ocorre no âmbito da sala de aula, assunto que diz respeito ao campo da pedagogia (Saviani, 2018). Com isso, um dos questionamentos que alimentou o surgimento da PHC, foi a possibilidade de considerar a escola como um instrumento a serviço dos interesses da classe dominada (Saviani, 2013).

Nesse sentido, a PHC se caracteriza pela visão diferenciada sobre a educação, mostrando que se trata de uma atividade que funciona como mediação no interior da prática social (Saviani, 2013), com possibilidade de servir também aos interesses da classe trabalhadora. É a partir dessa concepção que a PHC teoriza um processo de ensino e de aprendizagem radicalmente a favor da transformação social em benefício da classe trabalhadora.

Como uma teoria de base marxista, a PHC compreende que a sociedade é dividida em classes antagônicas, em que uma das classes é dona dos meios de produção, enquanto para a outra resta a escravização do trabalho ao capital, sob a aparência da liberdade (Saviani, 2013). A construção da PHC se empenha em “elaborar as condições de organização e desenvolvimento da prática educativa escolar como um instrumento potencializador da luta dos trabalhadores pela transformação estrutural da sociedade atual” (Saviani, 2013, p. 44).

Ao pôr em primeiro plano as concepções de sociedade composta por classes antagônicas e de educação como objeto de mediação social, a PHC alça a pedagogia ao mesmo contexto da luta de classes. Desse modo, ela desvela o caráter não neutro das escolhas pedagógicas, evidenciando que ignorar esse cenário ou “[...] pretender manter-se neutro é uma forma objetivamente eficiente de agir em consonância com os interesses dominantes” (Saviani, 2013, p. 27).

Em um recorte atual, podemos dizer que a educação favorece a classe dominante quando atende às reformas curriculares e diretrizes formuladas sob o patrocínio de grupos neoliberais. Por conseguinte, nas extremidades do sistema de educação, onde se concretiza a escola e a comunidade escolar, aos professores cabe a decisão entre se integrar ou não ao lado burguês, reproduzindo acriticamente as demandas do topo da pirâmide e omitindo-se diante da violência imposta à escola pela desumanização de professores e estudantes. A atitude inversa seria se integrar ao lado da classe trabalhadora, pensando em meios de resistir aos assédios e obstáculos do capital, bem como buscando meios de explicitar aos estudantes a própria luta de classes, as contradições da sociedade, o lugar dos sujeitos nesse quadro e as ideologias que se vinculam a eles.

A PHC assume sua visão de mundo sob as lentes ideológicas do marxismo. Isso importa ao modo como ela concebe a violência social que se reflete na escola. Para o marxismo, a violência é produzida diretamente pela estrutura social vigente, logo, pela atual base econômico-social. De forma que o combate à violência deveria se concentrar exatamente na estrutura social que a gera (Saviani, 2013).

Como o sistema que gera a violência produz também mecanismos que colocam o foco das atenções longe da fonte do problema, a lente marxista da PHC contribui para realocar os olhares no alvo correto. A opacidade do sistema gerador de violência se constrói, por exemplo, na famigerada guerra às drogas que deixa um rastro de morte nas comunidades mais pobres, no incentivo ao armamento civil em nome de uma suposta segurança pessoal, na caçada moral contra a diversidade de gênero, diversidade religiosa, diversidade étnica, nas supostas guerras contra o terror e na própria naturalidade do descaso com a educação da classe trabalhadora.

Sobre esse descaso, sublinhamos que ele ganha aparência de “incompetência” do Estado em gerir a educação pública, quando na essência se trata de negligência planejada, uma vez que a limitação dos horizontes de

professores e estudantes, reduz questionamentos críticos e reforça a estrutura social em vigor.

Ao ter o marxismo como base teórica, a PHC tem sempre à vista o objetivo de desvelar as verdadeiras fontes de contradição da sociedade, geradoras da violência que atinge principalmente a classe trabalhadora, quais sejam: a pobreza, a concentração de renda, os privilégios político-jurídicos da classe dominante, a concentração de terras, as disputas econômicas inerentes a própria estrutura social capitalista.

Um exemplo de desvio de foco provocado pelo sistema capitalista via seus aparelhos ideológicos está nos ataques de pessoas armadas às escolas que infelizmente têm aumentado nos últimos anos no Brasil. Imediatamente após os ataques que ocorreram no primeiro semestre de 2023, o assunto que dominou as redes sociais, impulsionado pelas mídias tradicionais, foi a suposta necessidade de permanente policiamento nas escolas, expansão de escolas militares e armamento de professores e demais profissionais da comunidade escolar. Não obstante, pouco se discutiu sobre a causa do crescimento desses ataques ou sobre as formas de prevenção pela via dos órgãos de inteligência e de segurança pública. Matérias como “Professor deve usar arma, diz metade da população”, veiculada pelo jornal Folha de São Paulo (2023) logo após a ocorrência de um episódio desse a uma escola no Paraná, propositalmente ditam o debate e desviam o foco para questões que não atingem a raiz do problema. Assim,

[...] para o marxismo não basta constatar a existência objetiva da violência escandalizando-se ou indignando-se especialmente com suas formas extremas. É necessário ultrapassar esse nível e pôr em evidência as determinações econômicas que constituem o fundamento último das variadas formas que a violência pode assumir numa sociedade como a atual, caracterizada pela divisão em classes antagônicas (Saviani, 2013, p. 39).

Uma pedagogia que contribua para o desvelar da conformação estrutural da sociedade de classes, com seus mecanismos de sustentação e reprodução, se faz importante aos interesses dos trabalhadores. Pois a opacidade das relações sociais dentro do sistema capitalista é um dos seus pilares de sustentação, sendo ela construída e alimentada pelos sempre vigiados aparelhos ideológicos do sistema – entre os quais, a própria escola (Althusser, 1999).

Destarte, para além de expor a violência estrutural inerente a sociedade de classes antagônicas, a PHC colabora para o desvelar da violência que incide sobre a escola, no apagamento de professores e estudantes como seres humanos, dotados de direitos. Através de suas lentes, cada sujeito da comunidade escolar recupera seu *status* de ser humano, ao mesmo tempo em que o grupo recupera também sua posição de classe social. Pois, compreende-se que a sua condição é concreta, histórica e construída pelas relações sociais travadas na produção da sua existência.

Considerar o contexto histórico-social dos estudantes provoca a admissão das diferenças nas condições de existência material de cada um deles, as quais impactam na maneira como eles se configuram na condição de sujeitos. Compreender esse fato é um elemento de sensibilização do olhar dos professores e professoras sobre os estudantes, que ajuda no processo de humanização do outro. A humanização, além de fator que vai contra a violência, é elementar em processos de ensino e de aprendizagem que valorizam as trocas de saberes entre os sujeitos da prática educativa e que, mais ainda, se utilizam dos saberes dos educandos como ponto de partida para a construção de novos saberes, como é o caso da PHC.

Contudo, outra via de humanização da PHC se dá na defesa de que a classe trabalhadora precisa assimilar os conhecimentos clássicos produzidos coletivamente pelos seres humanos no decorrer da história. Em primeiro lugar, por ter direito a essa herança cultural (Saviani, 2019) e, em segundo lugar, pelo fato desse conjunto de conhecimento ser importante para o sujeito, podendo ser usado para melhorar as suas condições de existência, em virtude de tais conhecimentos serem valorizados pela sociedade na qual o sujeito está inserido (Saviani, 2021). Destaca-se que devolver a humanidade de estudantes e professores é ir contra a violência das correntes neoliberais que lhes dão a condição de mercadoria.

Com base na ideia de que os conteúdos clássicos do currículo escolar podem ser uma via para a mudança de concepção de mundo, ou seja, para mudanças de cunho ideológico, a PHC se lança ao objetivo de “organização dos conteúdos escolares, que possam desenvolver em cada indivíduo a concretização da humanização em sua vida” (Lelis; Hora, 2021, p. 6).

A preocupação da PHC com os conteúdos foi inspirada nas reflexões de Gramsci sobre a educação. Pois, para Gramsci, a cultura greco-romana desempenhou na antiga educação italiana um papel estrutural, que viabilizou a reprodução do ideal humanista que prevalecia nas clássicas sociedades de Atenas e Roma. Gramsci refletia que o ideal humanista se incorporava na vida e na cultura nacional por meio da educação, que naquele momento histórico da sociedade italiana estava centrado na cultura da Grécia e da Roma antigas (Saviani, 2011).

Tomando o contexto contemporâneo na formulação da PHC, Saviani argumenta que a História é a matéria que pode ocupar esse lugar de centralidade na organização da educação escolar. A abordagem dos temas curriculares deve se vincular ao estudo do processo histórico do tema em questão, possibilitando uma constante submersão na história que, assim, leva à construção de uma lente historicista do mundo (Saviani, 2011). Uma vez estabelecida, essa capacidade de leitura histórica do mundo, espontaneamente acompanha o sujeito em todo o seu percurso de vida. É por defender essa centralidade da história na educação que a PHC se denomina histórica, pois

[...] a História seria exatamente essa matéria que ocuparia o lugar central no novo princípio educativo da escola do nosso tempo: uma escola unitária porque guiada pelo mesmo princípio, o da radical historicidade do homem e organizada em torno do mesmo conteúdo, a própria história dos homens, identificado como o caminho comum para formar indivíduos plenamente desenvolvidos (Saviani, 2011, p. 25).

Assim, a atenção dispensada pela PHC à seleção dos conteúdos curriculares, se justifica na necessidade de privilegiar aqueles que se conectem ao contexto de vida do estudante, para que a visão histórica dos conteúdos possibilite o surgimento de novos sentidos, viabilizando a melhora qualitativa da sua relação com a realidade imediata (Lelis; Hora, 2021). Dessa maneira, o currículo escolar se adequa ao objetivo de colaborar com a transformação da sociedade.

Contudo, enquanto um lado da PHC se volta para a orientação curricular, o outro se volta para a orientação da mediação pedagógica dos conteúdos, de maneira que no processo de assimilação, eles possam servir ao propósito de humanização e politização dos estudantes e professores. Assim, a PHC inicia o

trabalho de construção de um processo de mediação entre o ensino e a aprendizagem do conteúdo e a emancipação da classe trabalhadora.

Na intenção de orientar o método pedagógico, a PHC se espelha no materialismo histórico e dialético, compreendendo que, assim como ele produz conhecimento, também pode criar processos de ensino e de aprendizagem (Saviani, 2018). Os mecanismos do materialismo histórico e dialético, usados na perspectiva científica para produção de conhecimento, são transferidos para o processo de ensino e de aprendizagem.

Destacam-se nesse processo os mecanismos de ir da síncrese à síntese pela mediação da análise, o que “constitui uma orientação segura tanto para o processo de descoberta de novos conhecimentos (o método científico) como para o processo de transmissão-assimilação de conhecimentos (o método de ensino)” (Saviani, 2018, p. 126). Por síncrese se entende uma visão superficial e confusa da realidade de um objeto. Por análise se entende as abstrações e determinações que se empreende sobre o objeto na intenção de o conhecer, em suas diversas faces e em totalidade. Finalmente, por síntese se entende uma visão profunda que engloba a totalidade de determinações dessa realidade e as numerosas relações que a compõe (SAVIANI, 2011).

O método pedagógico da PHC se espelha nesse arco que inicia no *objeto caótico* e termina no *objeto ressignificado* pelo movimento da *análise*. Assim como o conhecimento produzido por essa via pode contribuir para alterar a realidade, a PHC admite que o conhecimento produzido pelo sujeito no processo de ensino e de aprendizagem é um elemento ativo de transformação social (Saviani, 2011). A compreensão dos conteúdos curriculares sob novas perspectivas históricas, culturais, étnicas, artísticas, filosóficas, assim como a aquisição de uma visão de mundo ciente da realidade como fruto de uma multiplicidade de relações e determinações, são produtos esperados de uma educação ancorada na PHC.

Portanto, para a PHC, além da funcionalidade prática do conhecimento, ela “[...] contribui para ultrapassar o nível de consciência ingênua posta na vida cotidiana para a consciência crítica, emancipadora, capaz de agir para transformar as relações sociais desiguais na sociedade capitalista” (Lelis; Hora, 2021, p. 5).

Mesmo não tendo o poder de transformar a sociedade diretamente, a educação é uma modalidade potente de mediação com a prática social. Assim, para

a PHC, “[...] a educação deve se comprometer com a elevação da consciência humana como parte da transformação social” (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 7). Com esse objetivo a PHC,

[...] se empenha num trabalho configurado por dois momentos concomitantes e organicamente articulados entre si: um momento negativo que consiste na crítica à concepção dominante representada pela ideologia burguesa; e um momento positivo que implica o domínio dos instrumentos teóricos e práticos necessários à transformação social (Saviani, 2013, p. 44).

Portanto, um trabalho pedagógico orientado pela PHC leva à crítica do sistema capitalista de modo conjunto com a apropriação do conhecimento clássico. À vista disso, a PHC se insere no quadro de fundamentação teórica que vimos tentando construir para o produto da presente tese, um processo educacional para o ensino e para a aprendizagem de ciências, cujo sentido se produza no fomento do letramento científico dos estudantes, em uma forma estruturalmente política e humanizadora.

6.1 Relações entre o Materialismo Histórico e Dialético e o ensino de ciências

O processo educacional que se constrói no presente trabalho, tem por objetivo geral apresentar uma forma de ensino de ciências capaz de levar à construção de conhecimentos que atenda ao conceito de letramento científico em sentido amplo e crítico. O que significa que ele se propõe a atingir os cinco domínios do letramento científico apresentados no capítulo dois, em conjunto com a construção de uma visão de mundo capaz de perceber as relações de contradição entre as classes antagônicas que compõe e estruturam a sociedade atual.

Esse processo educacional se fundamenta na Pedagogia Histórico-Crítica e, dessa forma, no materialismo histórico e dialético. Assim, é importante esclarecer, ainda que sinteticamente, a origem dessa corrente científica e o modo como ela opera.

A dialética, quando entendida como lógica, pode se apresentar como uma forma de pensar e, também, como um método de conhecimento. Como método, ela foi primeiramente sistematizada por Hegel, o qual estabeleceu a contradição como

categoria de pensamento, para análise e compreensão da realidade (Saviani, 2019). Esse método parte do pressuposto de que a realidade é composta por elementos opostos ou contraditórios, cuja tensão se converte em fonte de movimento e mudança, o que provoca o surgimento de novas realidades. “Assim, a contradição se tornou uma categoria explicativa de tudo o que existe, permitindo-nos compreender que as coisas não são estáticas” (Saviani, 2019, p. 224).

A proposição deve exprimir o que é o verdadeiro; mas essencialmente, o verdadeiro é o sujeito: e como tal é somente o movimento dialético, esse caminhar que a si mesmo produz, que avança e que retorna a si. Em qualquer outro conhecer, a demonstração constitui esse lado da expressão da interioridade. Porém, desde que a dialética foi separada da demonstração, o conceito da demonstração filosófica de fato se perdeu (Hegel, 1992, p. 58).

Pela visão da dialética hegeliana, a realidade estaria sempre em progresso, da simplicidade para a complexidade, o que se daria por estágios sucessivos, em que cada estágio teria um modo geral de comportamento próprio. O mundo seria composto por elementos hierárquicos, onde cada elemento incluiria todos os que estão abaixo dele e estaria, ao mesmo tempo, incluso em todos os que estão acima (Bernal, 1937).

[...] a dialética da certeza sensível não é outra coisa que a simples história de seu movimento ou de sua experiência; e a certeza sensível mesma não é outra coisa que essa história apenas. A consciência natural por esse motivo atinge sempre esse resultado, que nela é o verdadeiro, e disso faz experiência; mas torna sempre a esquecê-lo também, e começa de novo o movimento desde o início (Hegel, 1992, p. 80).

Hegel utilizava três categorias para explicar o movimento dialético da realidade: a Tese como uma afirmação da realidade; a Antítese, como uma negação da realidade e; a Síntese como resultado da tensão entre os dois polos, que guardaria em si tanto a identidade quanto a contradição dos opostos (Coelho, 2019). Porém, embora a dialética hegeliana captasse o movimento, ela não captava a história, com os diferentes estágios a surgir instantaneamente e com uma aura de eternidade (Bernal, 1937).

Segundo Marx e Engels (2021), o problema da dialética hegeliana era o seu caráter metafísico ou idealista, uma vez que para Hegel, havia uma primazia da ideia ou da essência sobre a própria matéria. Para ele, a consciência dos homens

determinaria a sua existência. Marx, inverteu essa lógica ao conceber o materialismo histórico e dialético, compreendendo que é a existência material que determina a consciência, isto é, estabelecendo uma primazia da matéria sobre a ideia ou a essência.

“As premissas de que partimos não são bases arbitrárias, dogmas; são bases reais que só podemos abstrair na imaginação. São os indivíduos reais e suas condições materiais de existência, tanto as que eles já encontraram prontas, como aquelas engendradas de sua própria ação. Essas bases são, pois, verificáveis por via puramente empírica” (Marx; Engels, 2021, p. 10).

Tal inversão afastou as concepções metafísicas que tiravam dos homens a responsabilidade sobre o desenvolvimento da história (Saviani, 2019). Entretanto, embora Marx e Engels neguem o idealismo da filosofia hegeliana, eles adotam o núcleo racional dessa mesma filosofia, a dialética, tirando do materialismo o caráter apenas contemplativo da realidade e lhes dando capacidade de crítica e revolução (Gorender apud Marx; Engels, 2001, p. XXXIII).

Assim, partindo de uma base materialista e mantendo a contradição como categoria de pensamento, a dialética marxista se volta ao trabalho de compreensão da realidade, a partir da análise das relações sociais, econômicas e políticas que se constituíram ao longo da história humana.

Marx, ao conceber a hierarquia dos elementos por um viés materialista, tornou a realidade ao mesmo tempo dinâmica e histórica. Cada estágio superior, não apenas engloba os estágios inferiores, mas cresce a partir deles. As novas qualidades que possui são produto daquelas que estão nos estágios inferiores, sendo também produto da sua síntese. As categorias de análise concebidas dessa forma diferiam daquelas usadas na ciência da sua época, por serem incapazes de isolamento completo. Deveriam ser sempre considerados em relação à sua origem e ao seu desenvolvimento futuro (Bernal, 1937). Essa característica fundamental é chamada por Lefebvre (1987) de princípio da totalidade.

A revolução, e não a crítica, é a verdadeira força motriz da história, da religião, da filosofia e de qualquer outra teoria. Esta concepção mostra que o fim da história não se acaba resolvendo em ‘consciência de si’, como ‘espírito do espírito’, mas sim que a cada estágio são dados um resultado material, uma soma de forças produtivas, uma relação com a natureza e entre os indivíduos, criados historicamente e transmitidos a cada geração por aquela que a precede, uma massa

de forças produtivas, de capitais e de circunstâncias, que, por um lado, são bastante modificados pela nova geração, mas que, por outro lado, ditam a ela suas próprias condições de existência e lhe imprimem um determinado desenvolvimento, um caráter específico; por conseguinte, as circunstâncias fazem os homens tanto quando os homens fazem as circunstâncias (Marx; Engels, 2001, p. 36).

No início do século XX, com o materialismo histórico e dialético inaugurado na ciência há poucas décadas, havia o debate sobre a cientificidade do método. Segundo Bernal (1937), os argumentos de que ele não poderia ser considerado científico giravam em torno desse fundamento de totalidade da realidade, na qual existe uma conexão entre todos os seus elementos, bem como a noção de que o todo é mais do que a soma das partes.

Para os críticos, a característica de totalidade dos elementos da realidade os impediria de serem isolados para análise controlada. Contudo, essa foi na verdade a maior contribuição do marxismo para a ciência, uma vez que, ao saber que cada elemento guarda em si os fatores da sua transformação, “[...] estende-se a possibilidade de compreensão e controle dos fenômenos para incluir aqueles em que coisas radicalmente novas estão acontecendo” (Bernal, 1937, p. 60). Além disso, sublinha o autor, a “[...] relevância do marxismo no desenvolvimento da ciência é tanto teórica quanto prática. Ele remove a ciência de sua posição imaginada de completo distanciamento e a mostra como parte, uma parte criticamente importante, do desenvolvimento econômico e social” (Bernal, 1937, p. 63).

Onde estaria a ciência da natureza sem o comércio e a indústria? Mesmo esta ciência da natureza chamada ‘pura’, não são apenas o comércio e a indústria, a atividade material dos homens, que lhe atribuem uma finalidade e lhe fornecem seus materiais? (Marx; Engels, 2001, p. 45).

O princípio da totalidade leva à compreensão da realidade como um todo estruturado e dialético. Dentro desse todo, um elemento ou conjunto de elementos pode vir a ser racionalmente compreendido (Kosik, 1969 *apud* Coelho, 2019).

Portanto, apesar das suspeitas oriundas de uma má compreensão sobre o método materialista dialético, na realidade ele não nega totalmente o método científico clássico, mas o transforma. Levando-o a um estágio mais complexo, em

razão de desvelar a importância de considerar as conexões entre os elementos na constituição e transformação da realidade.

Além do princípio da totalidade, Lefebvre (1987) apresenta mais quatro princípios do materialismo histórico e dialético como método científico. Um deles é o princípio do movimento universal, no qual cada elemento da totalidade possui movimento interno próprio, com suas contradições e determinações, ao mesmo tempo em que eles próprios pertencem ao movimento vinculado à sua realidade externa. Assim, mesmo que haja uma aparência de estabilidade sobre o objeto de análise, sabe-se que ele se insere em uma realidade que já caminha para o seu fim, ao mesmo tempo em que fecunda uma nova. De modo que durante a análise de um elemento, o seu percurso histórico precisa ser apreendido para que se compreenda as determinações que resultaram em sua síntese.

[...] o mundo não é um objeto dado diretamente, eterno e sempre igual a si mesmo, mas um produto da indústria e do estado da sociedade, no sentido de que é um produto histórico, o resultado da atividade de toda uma série de gerações, sendo que cada uma delas se alçava sobre os ombros da precedente, aperfeiçoava sua indústria e seu comércio e modificava seu regime social em função da modificação das necessidades (Marx; engels, 2001, p. 43).

O terceiro princípio consiste na unidade dos contraditórios, ou seja, os elementos de contradição se incluem mutuamente um no outro ao mesmo tempo em que se negam. Ciente disso, o materialismo dialético busca captar o complexo que mantém a inclusão e a negação, o que envolve captar como os opostos se chocam e como se superam (Lefebvre, 1987).

As sínteses que resultam das tensões entre os opostos, consistem em modificações quantitativas que ocorrem de modo lento no interior dos elementos. Essa cadeia de pequenas mudanças culmina em uma aceleração do devir, sendo que o momento de culminância se dá de modo brusco, em crises internas que realizam uma metamorfose profunda do elemento em si. Esse movimento consiste no quarto princípio descrito por Lefebvre (1987), que recebe o nome de mudança qualitativa (ou lei dos saltos). O surgimento de um novo estado provoca a descontinuidade do estado anterior, porém mantém o movimento de anúncio do devir.

A continuidade do movimento leva à superação e ao aprofundamento da nova situação, provocando um percurso em espiral, pois a nova situação realiza-se sobre a primeira. Esse princípio é chamado de desenvolvimento em espiral (ou lei da superação).

Lefevbre (1987) assinala que esses cinco princípios são apenas uma síntese estratégica para visualizar o movimento materialista dialético, pois como a própria teoria defende, as partes se inserem na realidade de maneira dinâmica e com conexões diversas. Logo, do mesmo modo que há sempre algo novo no horizonte da realidade, seria contraditório estabelecer princípios universais para a própria teoria.

Em poucas palavras, o materialismo histórico e dialético, “representa um conjunto de fundamentos lógicos articulados que permite ao sujeito desnudar as formas fenomênicas de um objeto, apreender o seu movimento, encontrar as determinações constitutivas da dinâmica e desenvolvimento desse objeto” (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 22).

A PHC é a única teoria pedagógica que explicitamente toma o materialismo histórico e dialético como fundamento na concepção de um método de ensino e de aprendizagem. Para ela, as categorias de totalidade, contradição e movimento são essenciais na abordagem dos conteúdos clássicos (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019).

Retomando a ideia de que o materialismo histórico e dialético eleva a complexidade do método científico, Saviani (2019) mostra que a lógica dialética operou no sentido de superar a oposição entre o método científico indutivo e o método científico dedutivo. Levando à compreensão de que ambos os métodos se inserem um no outro. Isso significa que o movimento global de construção do conhecimento, na verdade, envolve os dois métodos com o domínio de cada um em momentos distintos, porém articulados. Procedimentos indutivos dos cientistas da era moderna como Bacon, Galileu e Newton estavam subjetivamente ancorados em argumentos dedutivos, como a ideia de regularidade da natureza. Bem como, os procedimentos eram estabelecidos após o choque com um problema, o qual não aparecia como parte do método, mas estava implícito como uma condição prévia. Desse modo, ainda que os cientistas da época moderna supusessem seguir um

método puramente indutivo, a construção do conhecimento se dava na realidade por uma via indutiva-dedutiva (Saviani, 2019).

Assim, o movimento global do conhecimento parte do empírico, iniciando com a captação do objeto sob uma visão caótica – quando “não se tem clareza do modo que ele está constituído” – sendo um problema que necessita ser resolvido. A resolução exige primeiramente a mediação da análise, que permite o acesso a conceitos, abstrações e determinações sobre o objeto. Nesse ponto, embora já exista conhecimento, ele ainda se dá de modo simples, abstrato. A necessidade da sua compreensão em totalidade ou concretude leva ao segundo momento do movimento global do conhecimento, que ocorre pela mediação da síntese, esclarecendo onde o objeto se localiza e como ele interage com as outras partes do todo. Portanto, chega-se à representação do objeto composto por uma “[...] rica totalidade de determinações e de relações” (Saviani, 2019, p. 235). De maneira que o movimento global do conhecimento envolve uma articulação das categorias indução-dedução, análise-síntese, concreto-abstrato, lógico-histórico (Saviani, 2019).

Em uma visão esquemática, o movimento parte do empírico, passa pelo abstrato e chega ao concreto (Saviani, 2019). À vista disso, a partir do materialismo dialético, não faz sentido que o ensino de ciências privilegie o método científico positivista ou empirista porque essa dualidade já foi superada. Executá-lo à maneira clássica é ficar a meio caminho do movimento global do conhecimento, no estágio abstrato. Ainda que ele permita a ampliação das fronteiras científicas, para o ensino é insuficiente conhecer o específico sem que isso tenha significado dentro do todo, ou seja, sem vislumbrar a totalidade concreta, que se dá nas determinações e relações entre a parte e o todo.

Silva (2001) sublinha dois aspectos da ciência quando se realiza uma abordagem materialista dialética. O primeiro de ordem ontológica, concerne às relações materiais estabelecidas na produção do conhecimento entre os elementos que compõe essa produção como, o nível de avanço técnico, a tradição científica estabelecida, os interesses e questões específicas presentes na sociedade. O segundo aspecto é epistemológico e concerne à natureza da relação entre o conhecimento e a realidade (Silva, 2001).

O primeiro aspecto permite entender a natureza dos debates dentro dos paradigmas e a importância da ciência para além da resolução de problemas (Silva, 2001). Embora a construção do conhecimento inicie com problemas específicos, o fato da atividade científica ser feita no mundo real por pessoas reais, faz com que as questões científicas espelhem muitas das próprias questões da sociedade (Silva, 2001). Portanto, ao dar transparência para as relações da ciência com a sociedade, a abordagem dialética importa não só à produção científica, mas também ao ensino de ciências, especialmente quando este se propõe ao alcance do letramento científico.

O segundo aspecto envolve a compreensão de que o conhecimento científico não é uma representação fiel do mundo e da realidade, bem como ele não cria um progresso linear ou vetorial em direção à verdade, mas o que ele produz é uma interação com a realidade. Desse modo, tanto a realidade produz o conhecimento, quanto o conhecimento produz a realidade (Silva, 2001). Esse segundo aspecto também pode ser refletido no ensino de ciências sob uma abordagem materialista dialética, permitindo compreender que ao adquirir conhecimento tanto este transforma o estudante, quanto o estudante atua na própria produção de conhecimento e de si mesmo.

Entre Bernal (1937) – um químico da primeira metade do século XX – e Silva (2001) – um geneticista do início do século XXI – notamos a existência de um debate de quase um século sobre a importância do materialismo histórico e dialético na produção científica das ciências naturais. Não obstante, os frutos desse debate pouco alcançaram o ensino de ciências, área que tem se desenvolvido de modo fortemente orientada por tendências pedagógicas não críticas (Teixeira, 2003), optando pelo construtivismo como principal referencial teórico (Teixeira, 2008). Vale lembrar a ausência de trabalhos fundamentados em teorias críticas na revisão sobre letramento científico, apresentada no capítulo dois.

Coelho (2019) mostra que atualmente, mesmo pesquisas em ensino de ciências que buscam base teórica na PHC apresentam problemas quanto a fundamentação no materialismo histórico e dialético. Pois, dissertações e teses defendidas entre 2005 e 2015, de modo geral “não exploram os conceitos de conhecimentos clássicos e a ideia de uma educação escolar comprometida com a

transformação da sociedade” (Coelho, 2019, p. 167). Problema que, segundo o autor, é causado pela falta de mobilização dos conceitos-chave do materialismo histórico e dialético, além de uma ineficiente articulação desses conceitos com o desenvolvimento e análise dos resultados no corpo da pesquisa. O autor defende que “a apropriação dos pressupostos filosófico-metodológicos do materialismo histórico e dialético é necessária para o desenvolvimento de pesquisas e propostas didáticas no ensino de Ciências” quando estas se fundamentam na pedagogia histórico-crítica (Coelho, 2019, p. 167).

Em sua tese, Coelho defende também a necessidade de articulação da PHC com a Psicologia Histórica-Cultural, em função de possuírem uma base teórica comum. Não obstante, ele critica a inserção da PHC em referenciais teóricos ecléticos, com fundamentos e perspectivas conflitantes, que dificultam o exame aprofundado do fenômeno em questão (Coelho, 2019).

6.2 Relações entre Pedagogia Histórico-Crítica e a perspectiva do ensino investigativo

O livro “Pedagogia Histórico-Crítica” (Saviani, 2021), traz em seu primeiro capítulo uma abordagem da natureza e da especificidade da educação. Ela é descrita como uma categoria de trabalho não material, porque trata da produção de elementos abstratos como ideias, valores, conceitos, símbolos, hábitos, atitudes, habilidades. Sendo tão importantes para a sobrevivência humana quanto a produção material. Saviani destaca que a aprendizagem desses elementos abstratos não é uma garantia dada pela natureza, mas precisam ser produzidos pelos seres humanos que, ao fazê-lo, trabalham na produção de si mesmos, na própria constituição enquanto homens e mulheres (Saviani, 2021).

Os produtos da educação se distinguem ainda dos produtos de outros trabalhos não material, como o intelectual e o artístico, cujos produtos gerados se separam do produtor, havendo um período entre a produção e o consumo – como, por exemplo, uma obra de arte ou um livro (Saviani, 2021). A especificidade do trabalho educativo, contudo, mora no fato da produção e o consumo se darem concomitantemente, de modo que o produto não se separa do produtor. Professores e estudantes atuam juntos no processo de construção de conhecimento, de ensino e

de aprendizagem. Os produtos não materiais do processo passam a constituir ambos, adquirindo contornos de uma segunda natureza, isto é, constituindo-lhes a própria essência (Saviani, 2021).

Um dos produtos imateriais desse processo consiste em novas formas de percepção do mundo por parte do aluno. Quando se trata de um trabalho gerado para o ensino e para a aprendizagem de ciências, essa percepção pode se desenvolver em diferentes camadas, desde o entendimento imediato de determinado conceito científico e suas relações com o ambiente social, até camadas mais profundas, relacionadas ao desenvolvimento de uma forma de ver o mundo sob a ótica da filosofia científica.

Assim, a PHC sendo uma teoria fundamentada no materialismo histórico e dialético, cuja filosofia se caracteriza pela crítica às ideologias alheias a filosofia científica (Althusser, 1967), ao se incorporar na visão de mundo dos estudantes através da abordagem historicizada dos conteúdos na rotina escolar, tende a transcender esse espaço onde o trabalho pedagógico se realiza, de modo a se operar na prática social do estudante em totalidade, isto é, em todos os âmbitos da sua vida, uma vez que se tornou parte da sua natureza. É nesse sentido que o produto imaterial do trabalho educativo se constitui em formação e transformação de si mesmo, tanto de professores quanto de estudantes. A transformação de si é a base para a transformação do meio. Perceber, compreender e criticar a própria percepção de mundo é uma habilidade libertadora e humanizadora.

Contudo, como a assimilação de elementos da filosofia científica como um produto educacional não é uma novidade trazida pela PHC, gostaria de apresentar uma breve incursão na história do ensino de ciências, objetivando mostrar como vem se buscando transmitir o modo de pensar científico, desde o início da educação moderna em ciências.

A filosofia científica como produto do ensino de ciências é uma perspectiva que remonta ao final do século XIX quando, na Europa e nos EUA, a inclusão da Ciência no currículo básico foi defendida pela possibilidade que ela daria aos estudantes de desenvolver habilidades de lógica indutiva (Deboer, 2006), ou seja, a possibilidade de desenvolver um “modo de pensamento” característico da ciência foi compreendido naquele momento como importante para a formação básica dos sujeitos. Práticas de laboratório adentraram ao ensino no mesmo período histórico,

constituindo o ensino por indução e, em seguida, por verificação. Sendo defendidos por cientistas da época como uma forma de “desenvolver habilidades de pensamento” (Zompero; Laburú, 2011).

No período seguinte, início do século XX, a filosofia social de John Dewey trouxe a ideia de valorização das experiências na aprendizagem. Na visão do referido autor, por experiências se entende as vivências que o sujeito realiza no cotidiano, como matéria para abordagem, reflexão e aprendizagem (Zompero; Laburú, 2011).

Dewey é apontado como precursor do ensino investigativo (Rodrigues; Borges, 2008; Andrade, 2011; Zompero; Laburú, 2011). Sob tal perspectiva, o estudante assume maior protagonismo no processo de ensino e de aprendizagem, a partir da proposição de problemas, formulação de hipóteses, coleta de dados e formulação de conclusões. A ideia seria desenvolver sujeitos com “pensamento ativo”, capazes de encontrar respostas, além da mera capacidade de indução (Zompero; Laburú, 2011).

Para Dewey, a apreensão do método científico vinculado a resolução de problemas, desenvolveria nos sujeitos a predisposição para a reflexão e revisão sobre problemas reais e sobre as convicções vigentes, o que seria benéfico para melhorar a sociedade, especialmente em relação aos seus aspectos morais e problemas sociais (Andrade, 2011).

O ensino investigativo, a partir das ideias de Dewey, foi amplamente discutido ao longo do século XX, com a adição de diferentes aportes teóricos e a experimentação em diferentes metodologias. Na Europa, EUA e Brasil, ele foi promovido por reformas curriculares do ensino de ciências, com foco em diferentes objetivos. Nos anos de 1950 e 1960 as reformas se deram sob a ótica técnica, positivista, enaltecendo o caráter neutro de ciência e visando formar mão de obra qualificada para a pesquisa científica, no âmbito da corrida espacial entre EUA e URSS (Andrade, 2011). Nas reformas realizadas nos anos finais do século XX, sob uma nova configuração geopolítica, ele foi atrelado ao conceito de letramento científico e o seu foco se ampliou abrangendo as relações entre ciência e sociedade (Rodrigues; Borges, 2008; Andrade, 2011). Com a natureza da ciência sendo requerida no ensino para enfatizar seu caráter histórico, cultural, subjetivo e, portanto, não neutro (Andrade, 2011).

Contudo, por esse viés histórico (Rodrigues; Borges, 2008; Andrade, 2011; Zômpero; Laburú, 2011), pode-se notar que apesar das diferenças sublinhadas pelos autores, há uma similaridade nas justificativas utilizadas para o promover, independente do período e da corrente teórica adotada. Há em todos eles a justificativa de promover habilidades ligadas à produção científica, como produtos do ensino de ciências. De modo que tais habilidades passem a compor as competências do sujeito, tornando-se hábito comum no seu modo de lidar com as questões regulares da vida privada e social.

Nota-se, pois, que uma das finalidades do ensino de ciências tem sido, desde longa data, a produção de um determinado modo de pensar e agir, buscando-se a impregnação da ideologia científica na maneira de interpretar o mundo. Sendo que, a ideologia científica a ser promovida sofreu influência do momento histórico vigente.

Alguns períodos foram marcados por uma ideologia científica tendendo ao racionalismo, como aqueles entre o fim do século XIX e início do século XX, momento em que se impulsionava as capacidades de raciocínio lógico, indução e verificação (Rodrigues; Borges, 2008; Zômpero; Laburú, 2011). Outros períodos foram marcados pelo positivismo clássico como aqueles entre os anos de 1950 e 1960, momento de valorização do objetivismo e radical separação entre sujeito e objeto de estudo (Rodrigues; Borges, 2008; Zômpero; Laburú, 2011). Ainda outros tendendo a crítica ao positivismo, como o que marca os anos de 1970 bem como a virada do século XX e primeiras décadas do século XXI, momentos em que se consideram as dimensões sociopolíticas da ciência, assim como as suas controvérsias (Rodrigues; Borges, 2008; Zômpero; Laburú, 2011).

Andrade (2011) relata que Dewey, ao propor a utilização do método científico no ensino de ciências no início do século XX, objetivava a geração de conhecimentos com possibilidade de *atuação em questões sociais e morais*, no âmbito de um projeto de educação para a democracia. Nos anos de 1970, com a crítica ao ensino cientificista, “[...] o objetivo da educação científica foi principalmente fazer com que os alunos *mudassem suas concepções alternativas* de modo a se tornarem coerentes com o conhecimento científico” (Zômpero; Laburú, 2011, p. 72, grifo nosso). Sendo que, as preocupações com o meio ambiente no mesmo período, também ajustaram o foco para os valores culturais e a tomada de

decisões frente a resolução de problemas e a questões cotidianas, além do sempre presente entendimento dos conteúdos (Zômpero; Laburú, 2011).

Ora, “atuação em questões sociais e morais”, “concepções de mundo”, “valores culturais” e “tomada de decisão” são elementos intrinsecamente ligados às ideologias que constituem os sujeitos, conforme discutimos no primeiro capítulo do presente trabalho. Dessa forma, quando se diz que o objetivo do ensino de ciências é impactar o modo como o sujeito lida com a sua realidade, instituindo “habilidades de pensamento” que o capacitam para “tomada de decisão”, em outras palavras o que está sendo dito, é que o ensino de ciências visa confrontar outras visões de mundo, em um embate ideológico, cuja assimilação da filosofia ou ideologia científica é o produto principal do ensino de ciências. Embora tal afirmação seja ornada por palavras mais sutis.

Os estudantes, são dotados de variadas concepções ideológicas, que não surgem unicamente das suas experiências pessoais, pois, em uma visão gramsciana, as concepções de mundo de um sujeito são formadas também “[...] a partir dos elementos que herda da sociedade e que reelabora de maneira ingênua ou crítica” (Duarte, 2016, p. 103). Essas ideologias impactam as suas atitudes e tomada de decisão, de maneira que, se o ensino de ciências se propõe a influenciar a postura dos estudantes fora da escola e ao longo da vida, é fato que ele precisa fazer esse embate ideológico.

Nesse contexto, a explicitação do método científico e da natureza da ciência soam como uma tentativa de convencimento pela lógica/razão. Expõe-se por essa via o “modo científico” de perceber o mundo, ao mesmo tempo que se faz uma crítica a outras visões de mundo. Pois, uma habilidade de pensamento que preza pela busca de modelos mais próximos da realidade, conflita com ideologias que prescindem da razão.

Em contrapartida, vimos no recorte histórico apresentado, que as concepções científicas não são homogêneas, sofrendo significativas mudanças ao longo do tempo e se refletindo nas abordagens promovidas na educação. Concerne a esse ponto das diferentes concepções científicas, as contribuições que a PHC pode trazer ao ensino de ciências. Pois, embora não seja novidade estabelecer como objetivo a reprodução da filosofia científica pelo ensino de ciências, é recente que a filosofia

científica a ser reproduzida no ensino seja a materialista histórica dialética, em oposição à realista, idealista ou positivista.

Por ser uma abordagem desenvolvida no seio da economia política como forma de compreender a totalidade da sociedade capitalista, o método científico do materialismo histórico e dialético é eficaz na exploração das contradições da sociedade contemporânea, sendo muito utilizado pelas ciências humanas e sociais. Contudo, seu uso é considerado polêmico no campo das ciências naturais (Romanini Netto, 2018).

É possível que a forte tradição das epistemologias empíricas mecanicistas e positivistas nas ciências naturais, colabore para que o ensino e a aprendizagem das suas disciplinas naturalizem a mimetização do método científico clássico como via predominante do ensino investigativo. Naturalizando também as ideologias ligadas a essas concepções científicas nas aulas de ciências, independente da metodologia de ensino adotada.

Todavia, como a revisão de literatura apresentada no capítulo dois evidenciou, os aspectos das relações entre ciência e sociedade, valor histórico e cultural da ciência e domínio atitudinal, não têm sido tocados de modo eficiente no ensino de ciências, geralmente sendo postos em segundo plano. Problema que se repete mesmo em abordagens investigativas e com foco no letramento científico. O que nos leva à hipótese que uma abordagem pedagógica ligada ao método do materialismo histórico e dialético, ao também ser mimetizado no ensino investigativo nas aulas de ciências, pode ser mais eficaz na abordagem das questões relativas aos aspectos sociais e humanos do letramento científico.

Nesse sentido, a PHC pode trazer contribuições para o ensino de ciências, suprimindo com abordagens investigativas e críticas aquelas dimensões do letramento científico que, por terem uma natureza histórico-social e, portanto, diferente dos objetos tradicionais das ciências naturais, são pouco atingidas pelo ensino investigativo tradicional. Tendo como agravante que esse ensino investigativo comumente tem sido empregado sob uma base neoliberal, de modo que as habilidades de pensamento ou mesmo a ideologia científica desenvolvida não chega a desvelar as ideologias dominantes, que contribuem para a manutenção das contradições da sociedade capitalista.

Vale sublinhar que, embora a filosofia social de Dewey, defenda a elevação da qualidade ética e moral da sociedade por meio do ensino, ela não chega a criticar a fonte da decadência moral e ética da sociedade, isto é, ela não questiona o modo de produção vigente e a sua estrutura social. Em contraponto, a PHC como teoria pedagógica socialista, se constitui como uma teoria revolucionária, diferindo de outras teorias pedagógicas positivistas e pragmáticas, entre as quais a proposta por Dewey. Para Saviani, mesmo as pedagogias progressistas estavam longe de conceber a ação transformadora da educação como prática revolucionária (Saviani, 2011).

Mediado pela PHC, o conhecimento científico se converte em meio de humanização e não de automação, mostrando sua face humana, que comete erros, que se constrói também de modo criativo e intuitivo, que carrega as crenças e convicções dos cientistas, que se reconhece ideológico, histórico e, por isso mesmo, se faz vigilante em relação aos seus próprios vieses na busca de modelos da realidade.

A face humana do conhecimento científico também se mostra na interação entre ciência e sociedade, em como elas podem se influenciar mutuamente e em como cada sujeito pode se apropriar desses conhecimentos para lançar olhares sobre o meio ambiente e a sociedade, dos quais podem resultar reflexões, provocando mudanças concretas na vida pessoal e social.

Apresentar a face histórica da ciência, com suas marcas ideológicas, contribui para que vejamos o desenvolvimento da ciência pela lente da luta de classes, evidenciado sua natureza como objeto que, embora preze pelo rigor, objetividade e neutralidade, não está imune aos interesses das classes dominantes. Essa percepção é importante para que se compreenda que as questões sócio científicas da atualidade envolvem as mesmas faces históricas e ideológicas e, portanto, o seu enfrentamento (o qual passa pela produção científica) precisa expor os interesses dos grupos antagônicos que estão em jogo tanto na produção dos problemas quanto na sua resolução.

É por essa razão que o ensino de ciências não deveria se restringir à face conceitual e procedimental da ciência, como não deveria permanecer no erro de ensinar unicamente uma ciência positivista, como se os cientistas estivessem além

das subjetividades humanas e imunes ao contexto sócio-histórico onde a produção científica acontece.

Concepções de mundo são construídas no contexto do ensino de ciências. A escolha de quais faces da ciência abordar e de que maneira o fazer, é uma tomada de posição ideológica. O foco excessivo nas faces conceitual e procedimental, ainda sem uma caracterização histórica, leva a uma concepção científica do mundo que em nada colabora para a humanização dos estudantes e da ciência. É na verdade, o ensino de uma ciência que não existe de fato, um mito de ciência neutra, com progresso linear, feita por cientistas individuais, geniais e meritocráticos. Que resulta em uma visão da realidade social como ocorrência casual do progresso humano, não como resultado de escolhas e com objetivos específicos, que impactam o domínio de uma classe sobre a outra e que colabora para a manutenção de um cenário social onde a extrema desigualdade econômica prevalece.

Com inspiração nos passos de Saviani, efetuou-se até aqui, uma aproximação e uma crítica ao ensino de ciências investigativo. Desnudando tanto a constante intenção dele em promover uma determinada visão de mundo, quanto a origem prática pedagógica investigativa.

Todavia, para o produto que se delineia na presente tese, não se intenciona excluir o ensino investigativo de cunho positivista/empirista como método de ensino. Pois, assim como a ciência positivista e empirista ao longo tempo possibilitou volumoso e valioso progresso científico, o ensino investigativo tem trazido valiosas contribuições para a sua área. À vista disso, o que se pretende é uma apropriação crítica dele, a partir de uma nova perspectiva. Visando suprir as demandas do letramento científico que não estão sendo atingidas pelo modo atual que ele utiliza, cuja inspiração se dá na perspectiva positivista/empirista.

Como o método de ensino proposto pela PHC vai da síncrese à síntese pela mediação da análise e, como o currículo de ciências é composto por objetos cuja natureza é propícia ao método positivista/empirista, considera-se que o ensino investigativo baseado no método científico clássico é uma possibilidade relevante para a primeira aproximação do objeto de estudo. Uma vez que ele é adequado para a mediação do ensino e da aprendizagem dos domínios conceitual e trabalho científico do letramento científico.

O problema dessa abordagem se configura, no entanto, no fim em si mesma. Em oposição, na proposta que aqui se delineia, ela seria apenas uma parte do movimento em relação ao conteúdo, a fim conhecê-lo em sua concretude e estrutura física, química ou biológica. Essa aproximação é necessária para os movimentos seguintes de crítica, conexões e ressignificação, que possibilitarão a visão em perspectiva mais ampla, tal qual propõe a dialética da PHC.

Para Duarte (2016), a ciência se caracteriza desde os seus primórdios por avançar sobre as concepções de mundo, tornando-as mais complexas. Porém, ele destaca que a ciência se restringiu ao conhecimento utilitário e direto da prática imediata, quando foi submetida ao capitalismo. Entretanto, a construção do conhecimento científico pela escola não precisa escolher entre uma e outra perspectiva, pois ambas são contempladas pelo conceito de letramento científico. Não obstante, a segunda perspectiva tem se sobressaído sobre a primeira, o que vai ao encontro das demandas mercadológicas, seja na formação de mão de obra qualificada, seja na formação de mercado para o consumo de produtos científico-tecnológicos.

Como o letramento científico é composto por diferentes domínios com diferentes naturezas, torna-se necessário que se faça uso de abordagens múltiplas, que se harmonizem com a natureza do domínio que se pretende atingir, bem como com a perspectiva de educação crítica.

Devido o compromisso do letramento científico com a formação de sujeitos atuantes em questões sociais e ambientais, ele exige que o ensino de ciências não perca de vista a transformação da concepção de mundo como produto imaterial do trabalho educativo, mas que direcione tal transformação para a melhoria das condições de existência da sociedade em si e da sua relação com a natureza.

Assim, fundamentando-se na PHC, o movimento que se propõe para o ensino de ciências permite a aproximação conceitual/processual do objeto pela via do ensino investigativo de natureza positivista/empirista, mas é imperativo realizar um segundo movimento de crítica sobre o objeto investigado. O que apresenta a necessidade de colocá-lo em um plano socialmente contextualizado e desenvolver a sua análise por meio da crítica à concepção hegemônica que paira sobre ele e que está naturalizada, como se correspondesse à própria essência do objeto. Esse é um desvelar que pode ocorrer quando o ensino investigativo é considerado em um

processo metodológico mais amplo, ou seja, estruturado na perspectiva investigativa materialista histórica e dialética. Nesse caso,

[...] o papel da teoria crítica – isto é, aquela teoria que, por colocar-se na perspectiva dos interesses dos dominados, consegue ver os limites, as insuficiências e inconsistências das teorias hegemônicas – é desmontá-las contextualizando-as histórica, social e epistemologicamente. Historicamente, a desmontagem implica mostrar quando, como e em que contexto surgiram e se desenvolveram; socialmente, cabe indicar a que interesses ocultos elas servem e como justificam esses interesses; epistemologicamente a desmontagem evidenciará seus pressupostos, a concepção sobre a qual se apoia, a lógica de sua construção com as incoerências, inconsistências e contradições que a caracterizam. Tudo isso sem deixar de reconhecer seus possíveis acertos e eventuais contribuições, que serão incorporados ao serem superados pela teoria crítica (Saviani, 2017. p. 9).

Sinteticamente, consiste em abandonar o ponto de vista dos interesses da classe dominante sobre o objeto e aplicar o ponto de vista dos interesses da classe dominada, em uma desarticulação-rearticulação. A rearticulação da concepção social do objeto é promovida pelo terceiro movimento. Pois, com o objeto desligado da concepção dominante, ele fica livre para a sintetização de novas concepções, o que envolve ampliar a visão de mundo do estudante, dando-lhe condições de perceber, compreender e escolher entre permanecer com a visão antiga ou adotar uma nova, a depender das suas reflexões, experiências e demais ideologias que carrega em si.

Nas palavras de Saviani, importa saber que esses movimentos de aproximação, crítica e reelaboração, “[...] não devem ser considerados formalmente ou cronologicamente em sequência mecânica. Trata-se de momentos que se interpenetram se relacionando e se condicionando reciprocamente” (Saviani, 2017, p. 716).

Ao fim do processo, a expectativa é ter como produto uma nova visão do objeto, não mais alienada porque virá de um trabalho próprio de investigação e reflexão, e com base no próprio contexto histórico e social. Ainda que o estudante mantenha a concepção preliminar sobre o objeto de análise, ela já não será fruto de uma assimilação das ideias do outro, dominante, hegemônico e alheio.

Ao olhar o ensino investigativo tradicional por esse olhar crítico que a PHC possibilita, vemos que o seu produto não termina em si mesmo, mas se converte em algo que será criticado e ressignificado à luz do materialismo histórico e dialético.

Ele é, portanto, colocado a serviço dos interesses dos estudantes como instrumento de exploração do real, para então criticá-lo e ressignificá-lo. O ensino investigativo deixa de ser um instrumento de desenvolvimento de habilidades unicamente voltadas aos interesses do mercado, para atuar dentro de um processo maior de ensino, a favor da mudança de concepção dos estudantes sobre o mundo real, sobre o trabalho científico, sobre as relações da ciência com a sociedade, sobre valor histórico e cultural da ciência. Assim, com maior possibilidade de se refletir em sua postura e tomada de atitudes, como requer o letramento científico quando tomado em sentido amplo.

6.3 A abordagem didática da Pedagogia Histórico-Crítica

O principal pressuposto do materialismo histórico e dialético para a didática da PHC se revela no movimento que vai da síntese à análise pela mediação da análise. Ele reflete o salto qualitativo de apreensão da realidade. Nesse processo, os conteúdos “[...] precisam atender à dimensão de totalidade, tanto quanto precisam ter em vista o movimento e contradição presentes na realidade concreta, sendo essas três categorias basilares ao método materialista histórico-dialético” que emerge da PHC (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 7).

Coerente com o método dialético, o conteúdo científico precisa ter sua aparência inicial ultrapassada até o nível do concreto objetivo, no qual o aluno apreende as características científicas essenciais e as relações com outros conteúdos das ciências. Esse movimento leva a uma realidade além da aparência imediata do conteúdo. Contudo, nesse ponto, embora o conteúdo tenha saído do nível sincrético inicial, ele ainda necessita estabelecer relações com a realidade social e concreta do aluno. Assim, após uma abordagem às especificidades do conteúdo, tem início o segundo movimento de análise levando ao reconhecimento das suas determinações e conexões diversas, a promover a compreensão do conteúdo em sua totalidade concreta. Isso exige a mobilização das categorias de particularidade e totalidade, cuja análise viabiliza compreensões qualitativas da realidade.

Ao levar em conta que o processo de ensino e de aprendizagem corresponde a um movimento contraditório e interdependente em que alunos e professores

desempenham ações de sentidos opostos, ao aluno cabe a aprendizagem, que segue de um ponto específico para a totalidade. Ele passa do não domínio para o domínio, o que se nota com a expressão de conhecimentos em seus aspectos quantitativos e qualitativos (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019).

Na outra mão se desenrola a ação do professor, a qual ocorre em função do aluno (Saviani, 2011). A sua ação se orienta pelos interesses do aluno concreto, pelos ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento psicológico, sem perder de vista a sistematização dos conhecimentos, sua ordenação e gradação para efeitos de transmissão-assimilação dos conteúdos cognitivos (Saviani, 2019). Para a PHC, “[...] o professor é quem dirige o processo educativo, cabendo-lhe criar os motivos da aprendizagem, gerar novas necessidades de compreensão acerca do real, para além da imediaticidade da vida e da prática cotidiana” (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 16).

O aluno como indivíduo concreto se manifesta como síntese das suas relações sociais (Saviani, 2006). Enfatiza-se que o interesse do aluno concreto advém das suas condições materiais de existência, as quais ele não escolheu, uma vez que estavam postas desde seu nascimento. Assim, o interesse do aluno concreto se filia à possibilidade de assimilação e transformação das relações concretas herdadas das gerações anteriores (Saviani, 2006).

É essencial ao aluno concreto o domínio de saberes que lhe permitam compreender a sociedade em que está inserido (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019), saindo, pela mediação pedagógica, de “uma inserção acrítica e inintencional no âmbito da sociedade para uma inserção crítica e intencional” (Saviani 2019, p. 111). Para isso, ressalta-se que a seleção de conteúdos e a metodologia das aulas devem atender aos interesses do aluno concreto, desviando-se dos interesses do aluno empírico, o qual é dominado por interesses imediatos (Saviani, 2006).

No movimento de aprendizagem, o aluno se encaminha pela via dialógica com o professor e com o saber historicamente acumulado, para a apropriação do saber elaborado, desenvolvendo as condições para o pensamento (complexas funções psíquicas superiores) que permitem a captação subjetiva da realidade objetiva em sua máxima fidedignidade (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019).

A PHC preconiza um método de ensino e de aprendizagem que, embora dividido em cinco momentos (prática social, problematização, instrumentalização,

catarse, prática social), mantém continuamente o vínculo entre educação e sociedade (Saviani, 2018). Esses momentos constituem a maneira como Saviani (2018) mostra o entendimento da contraposição da didática da PHC em relação à didática do método tradicional (preparação dos alunos, apresentação da aula, assimilação dos conteúdos, generalização e aplicação) e à didática dos métodos progressistas não críticos (atividade, problema, coleta de dados, hipótese, experimentação).

Não há na didática da PHC indicação cronológica dos cinco momentos, ao contrário, Saviani indica um movimento articulado e orgânico entre eles, com variações no peso e duração de cada momento a depender de cada situação pedagógica específica (Saviani, 2018). Todavia, a apropriação equivocada dessa didática “tem gerado um conjunto de simplificações, esquematismos e formalização inadequada do método pedagógico em passos estanques e mecanizados” (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 6).

As apropriações mecânicas dos cinco momentos da PHC refletem um anseio de professores por uma espécie de norma ou guia de aplicação da PHC. Não obstante, tal normatização foge à natureza dialética dela, de maneira que só o domínio da teoria possibilita o seu desenvolvimento na prática. Nesse sentido, os fundamentos do materialismo dialético são os pressupostos – não os procedimentos – do trabalho educativo e da didática histórico-crítica (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019).

Ciente da dialogicidade entre os momentos da PHC, apresento a seguir uma caracterização das especificidades de cada um deles.

A prática social como lugar de partida e de chegada da ação pedagógica possui alguns significados em relação ao materialismo histórico e dialético. Primeiro, ela expressa a teoria em função da prática e não o contrário. Segundo, ela traz a dialética materialista para a dinâmica do trabalho didático. Terceiro, ela vincula a noção de prática social ao entendimento marxista de ser humano e de história social humana, ou seja, é uma prática social ligada ao aluno concreto e não ao contexto imediato do aluno empírico (Saviani, 2017; Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019). Quarto, a prática social como momento inicial e final, expressa a visão da educação como instrumento de mediação social, que não tem fim em si mesma, mas na sociedade (Saviani, 2017).

Finalmente, dividir a prática social em momento inicial e final, foi uma saída didática para esclarecer que a visão do estudante sofrerá uma mudança qualitativa sobre o objeto de estudo, de modo que a realidade final será diferente da realidade inicial, portanto, ele já não se encontrará no mesmo lugar de antes. Contudo, o processo pedagógico em nenhum momento se aparta da prática social de fato, pois “não há uma suspensão da vida concreta enquanto se realiza a prática educativa”, ao contrário, é nela e para ela que as ações de professores e alunos se concretizam, independente do momento pedagógico em si (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 20).

Dessa forma, o momento da prática social inicial não deve se confundir com um “primeiro passo”, nem com uma “preparação” para o conteúdo e, tampouco, com uma atividade de iniciativa dos alunos. Tais condutas retiram o caráter dialético do método. Ao contrário, ela deve ser compreendida como “[...] o suporte e o contexto, o pressuposto e o alvo, o fundamento e a finalidade da prática pedagógica. Ela é a mesma para os professores e para os alunos, cada um vivenciando em acordo com a sua compreensão da realidade (Saviani, 2019, p. 113).

Por sua vez, a prática social final representa o momento em que o esforço de síntese efetuado pelo professor é reduzido, pois admite-se que o aluno ascendeu ao nível sintético de compreensão, onde já estava o professor na prática social inicial. É nesse sentido que o ponto de chegada é o mesmo ponto de partida, porém ele surge diferente pela nova visão sintética do aluno. Logo, a prática social final “[...] não consiste na aplicação dos conhecimentos assimilados, nem na experimentação como teste de hipóteses”, porém, independente da estratégia adotada, ela tem a função de transparecer “[...] que a prática social do ponto de partida em confronto com a prática social do ponto de chegada é e não é a mesma”, pois, embora ambas estejam situadas em um mesmo recorte da prática social, o seu entendimento passou por uma mudança qualitativa (Saviani, 2019, p. 113).

Entre o ponto de partida e o ponto de chegada da prática pedagógica, é necessário que ocorra a problematização dos conteúdos considerados relevantes para a transformação da prática social (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019). A problematização deve incidir sobre a essência do problema e não na sua aparência imediata. Assim, ela deriva da prática social ao mesmo tempo que, em anuência ao método materialista dialético, não se identifica com o entorno social imediato e

particular do aluno empírico, mas sim do aluno concreto (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019). Por esse motivo, cabe ao professor “[...] gerar novas necessidades de compreensão acerca do real, para além da imediatez da vida e práticas cotidianas”, em torno das quais se organiza a atividade didática (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 16).

Com uma visão ainda sincrética da realidade, os alunos apresentam mais dificuldades em problematizar além da aparência, o que leva ao entendimento de que a problematização não deve partir do aluno. A essência do problema precisa ser pensada e problematizada pelo professor, que tem uma visão de totalidade sobre as relações do conteúdo em perspectiva científica, política e sociocultural. A problematização, como um esforço cognitivo do professor, guia-se pela pergunta sobre o que é importante que os alunos aprendam na sua jornada de apreensão da realidade social, para que possam agir no sentido de construir uma realidade mais adequada às suas necessidades humanas.

A problematização é levada aos alunos por meio de estratégias que os professores considerarem adequadas à situação. Contudo, não se pode esperar que ela seja, em si mesmo, uma estratégia, como forma de fazer com que os próprios alunos problematizem o tema. Segundo Saviani (2019), a problematização é uma abertura para tomada de consciência dos problemas enfrentados na prática social, o que permite pensar em formas de os superar.

Com relação ao momento da instrumentalização, ele corresponde à apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários para a compreensão e solução dos problemas detectados (Saviani, 2019). Veja que os problemas detectados se referem à realidade do aluno, aqueles detectados pelo professor na problematização. Portanto, não se trata de resolver um problema científico respondendo a uma pergunta imediata, dada de maneira separada da prática social. A instrumentalização do aluno é no sentido de lhe proporcionar mecanismos cognitivos que lhe ajudem a transformar a própria realidade. Portanto,

[...] Oferecer aos educandos os conteúdos escolares mais desenvolvidos significa dar-lhes os instrumentos de compreensão da realidade. Por essa razão entendemos a instrumentalização como nuclear para a didática histórico-crítica. Longe de se aproximar de uma expressão de tecnicismo, a instrumentalização garante o cumprimento da função social da escola como transmissora dos conhecimentos mais elaborados, que desenvolvam cada indivíduo

singular, de modo a incorporá-lo ao gênero humano (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 18).

Por fim, a catarse é o momento culminante do processo dialético de ensino e de aprendizagem e representa a ascensão do aluno a um novo entendimento da prática social, bem como da sua capacidade de expressá-la de uma forma elaborada. Saviani (2018, p. 123) a descreve como “o momento da efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados pela mediação do trabalho pedagógico, em elementos ativos de transformação social”.

Ao longo de um processo didático, uma problematização inicial desencadeia em problematizações derivadas, as quais demandam novas instrumentalizações. Esse movimento de uma problematização à outra indica que a instrumentalização previamente efetuada produziu avanços cognitivos nos alunos em relação à compreensão do conteúdo, o que em si, é uma catarse (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019). Esse momento não deve se confundir com uma avaliação pontual da aprendizagem, pois ela é fluida e ocorre ao longo do processo.

A catarse expressa a síntese do movimento de ensino e de aprendizagem, expressando-se no salto qualitativo do desenvolvimento do aluno. Ela corresponde à incorporação dos elementos que foram instrumentalizados na vida dos estudantes - tornando-se elementos ativos de transformação social (Saviani, 2019), ou seja, os momentos catárticos certificam a educação como efetivo instrumento de mediação no interior da prática social.

Parte III

**Ensino de ciências para os cinco domínios do letramento
científico: um processo educacional à luz da Pedagogia
Histórico-Crítica**

7 ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS CINCO DOMÍNIOS DO LETRAMENTO CIENTÍFICO: UM PROCESSO EDUCACIONAL À LUZ DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

Para a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), um processo educacional consiste na:

Descrição das etapas empreendidas no processo de ensino e aprendizagem, com intencionalidade clara e com o objetivo de criar oportunidades sistematizadas e significativas entre o sujeito e um conhecimento específico. Oportuniza um mapeamento e uma superação do senso comum, levando o sujeito a compreender que o conhecimento é advindo da produção humana, sendo resultado de investigações que envolvem os domínios e aspectos científicos, tecnológicos, históricos e/ou sociais, não sendo, portanto, neutro (Rizzatti *et al.*, 2020, p. 5).

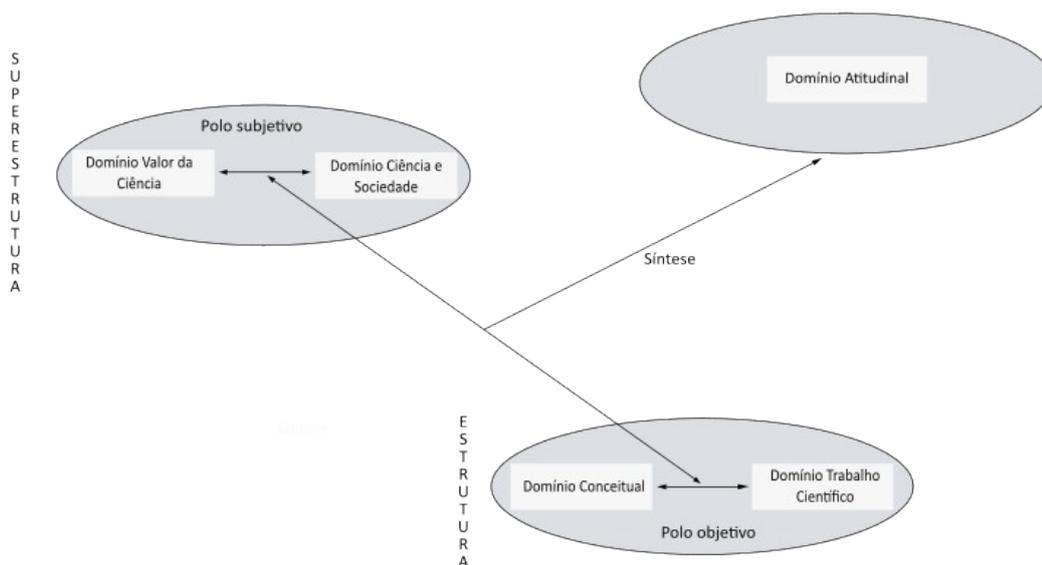
O processo educacional construído ao longo da presente tese se configura como um percurso didático estruturado teórica e metodologicamente na Pedagogia Histórico-Crítica e sua didática, com vistas a desenvolver conhecimentos acerca dos cinco domínios do Letramento Científico, de uma forma orgânica e dialética, além de crítica.

Sabendo que, resumidamente, o método do materialismo histórico e dialético produz conhecimento por meio da análise e síntese de categorias contraditórias, este processo educacional surge da aplicação do referido método sobre os domínios do letramento científico, categorizados na revisão apresentada no capítulo dois: Conceitual; Trabalho científico; Valor da Ciência; Ciência e sociedade; Afetivo/Atitudinal.

A tese construída a partir dos quadros teóricos apresentados na parte I e II desta pesquisa é a de que o domínio Conceitual e o domínio Trabalho Científico possuem natureza predominantemente objetiva (com grande carga científica), em oposição ao domínio Valor da Ciência e o domínio Ciência e Sociedade, cuja natureza é predominantemente subjetiva (com grande carga sociocultural). O quinto domínio, Afetivo/Atitudinal, não se agrupa em nenhum dos lados, pois ele surge da interação entre ambos, correspondendo à síntese que se manifesta no perfil individual do sujeito, oriunda da forma como ele assimila e acomoda os

conhecimentos dos domínios objetivos e subjetivos do letramento científico (figura 6).

Figura 6 – Resumo esquemático da análise materialista e dialética das categorias de letramento científico



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Há, portanto, dois polos: um objetivo, que se comporta como base estrutural do conjunto, cujo núcleo é preenchido pelo paradigma científico, sendo fonte do conhecimento atualmente aceito pela comunidade científico acadêmica; e outro polo subjetivo, que se comporta como a superestrutura do conjunto, em que o conhecimento científico produzido na base adquire significado sociocultural.

Ao tomar esse todo estruturado e articular com a didática da PHC, é possível efetuar o processo de ensino e de aprendizagem promovendo diálogos entre os dois polos. Com o propósito de construir conhecimento referente aos domínios Conceitual e/ou Trabalho Científico, a ‘prática social inicial’ deve envolver o polo oposto no início do movimento. Parte-se da exploração das determinações socioculturais do conteúdo para iniciar a abordagem, exploração que continua no momento de ‘problematizar’ o polo científico. O movimento inicia com uma abordagem sociocultural, mas segue até as determinações de natureza conceitual, processual e metodológica do conteúdo, mediado pela ‘instrumentalização’. Ao fim do movimento é indicado retornar às determinações socioculturais para aprofundar

as conexões e entendimento das relações entre ambos os polos, no momento da 'prática social final'.

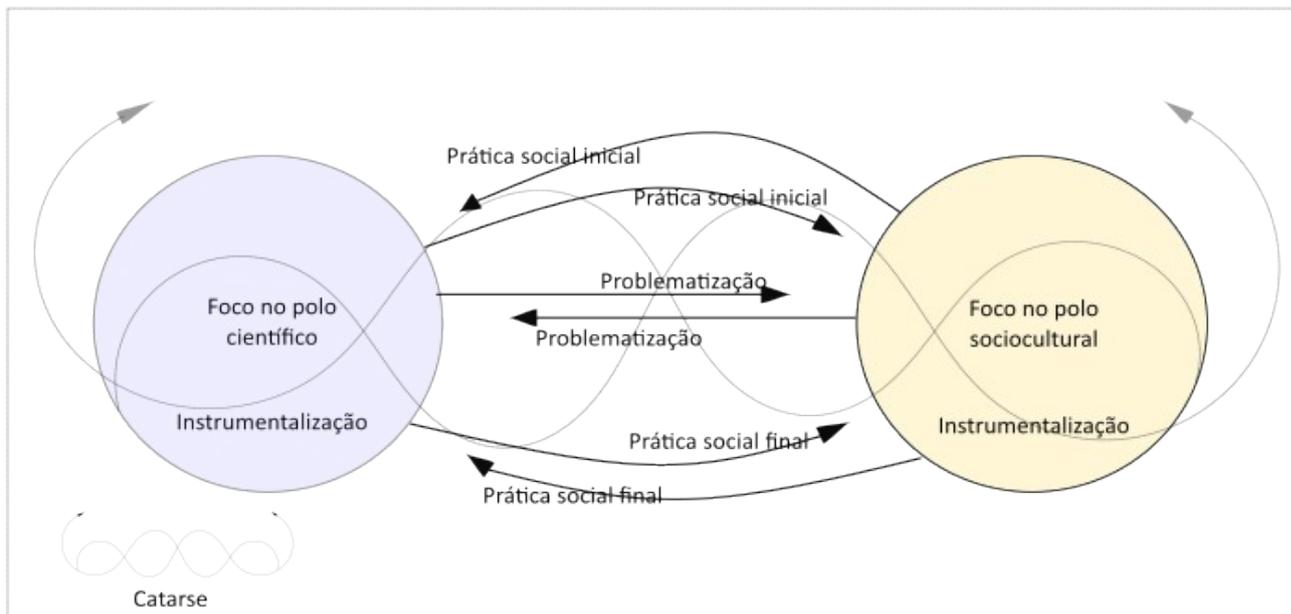
O movimento contrário deve ocorrer quando o propósito da aula for construir conhecimentos no domínio Valor da Ciência, bem como no domínio Ciência e Sociedade. Nesses casos, a 'prática social inicial' deve envolver a exploração das determinações científicas do tema em questão e, se encaminhar para a 'problematização' da sua natureza sociocultural, efetuando-se conexões diversas por meio da 'instrumentalização'. Novamente, ao fim do movimento é indicado retornar ao polo científico aprofundando as conexões entre ambos na 'prática social final'.

A oposição e o diálogo estabelecido expõem as contradições entre os elementos objetivos e subjetivos relacionados ao conteúdo científico, dando significância aos elementos e sentido às relações estabelecidas. Essa é uma janela que se cria e se abre para a crítica de concepções prefixadas. Nesse movimento dialético entre os polos objetivos e subjetivos, da tese à antítese, a *catarse* corresponde à síntese gerada a partir do tensionamento e do diálogo entre os polos opostos. Espera-se que ela se expresse no domínio Atitudinal, o que significaria a assimilação e acomodação de novas percepções acerca das questões discutidas em sala de aula e que se integrem na conformação de novas concepções da realidade.

Desse processo educacional se sobressaem as duas características fundamentais da PHC, pois na abordagem sociocultural do conteúdo clássico se abre a oportunidade do exame crítico das concepções hegemônicas representadas pela ideologia burguesa que recaem sobre o conteúdo. Não obstante, na abordagem científica do conteúdo clássico, deve ocorrer a apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários à transformação sociocultural.

Por fim, assinala-se que, assim como os momentos da didática da PHC não são isolados ou cronológicos, os momentos e movimentos do presente processo educacional também devem ser desenvolvidos de modo fluido e orgânico. Apresenta-se a seguir a figura esquemática desse processo (figura 7).

Figura 7 – Processo educacional para o letramento científico fundamentado na PHC



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

As linhas sinuosas que se encaminham de um polo a outro e permeiam todo processo representam os momentos catárticos, que não são pontos singulares, mas devem acontecer ao longo do processo, até culminarem no salto qualitativo levando ao entendimento do todo, com suas especificidades, generalizações e relações diversas.

7.1 Uma sequência didática fundamentada no processo educacional

Para exemplificar como esse processo pode ser concretizado na ação pedagógica, apresenta-se dois planos de aula para o ensino de biologia, sobre o tema fotossíntese, para uma turma do primeiro ano do ensino médio (quadro 6). Cada plano se concentra em um dos polos do letramento científico, sem deixar de dialogarem entre si.

Os planos foram inspirados em uma sequência de aulas executada pela autora da presente tese, no ano de 2019 (Nery, 2022). Dois fatos marcam o momento do planejamento dessa aula: (1) a forte polarização política que o país vivia entre as tendências de direita e esquerda; e (2) o volume de queimadas que ocorreram na floresta amazônica entre os meses de agosto e setembro daquele ano.

No cenário de forte polarização política, os motivos das queimadas e até as suas consequências ambientais se tornaram objetos de uma guerra de narrativas

entre os dois opostos políticos, principalmente no campo das redes sociais. Percebendo que ambos os lados produziram significativa quantidade de conteúdos virtuais, “memes”, sobre a situação e muitos deles com informações científicas equivocadas, foi tomado como importante para os alunos que se compreendesse os aspectos científicos e sociais fundamentais dos temas que cercavam a questão, abordando-os a partir do estudo do fenômeno da fotossíntese, nas aulas de biologia. Desse modo, os estudantes poderiam compreender o fenômeno científico, as suas implicações sociais e as apropriações políticas de ambos os grupos, confrontando tais elementos com as suas próprias concepções acerca do episódio.

Cabe salientar que naquele momento, como autora do plano, eu estava previamente realizando o momento da problematização do conteúdo clássico. Entretanto, não havia a consciência dessa ação, pois faltavam as apropriações teóricas que só foram possíveis com o aprofundamento proporcionado pelos estudos no processo do doutorado. Hoje soa claro como a necessidade da problematização ser efetuada primeiramente pelos professores, emergindo da prática social captada da realidade, para então ser dialogada com os estudantes, funcionando como um norte para o desenvolvimento das aulas.

Olhando em retrospectiva, observo muitas lacunas entre a dialogicidade dos momentos da PHC e os domínios do letramento científico no plano executado naquele ano, pois nem mesmo as categorias de letramento científico aqui usadas haviam sido levantadas. Contudo, observo que os elementos-chave que hoje se concretizam na presente tese já estavam sendo gerados naquela ação pedagógica, reforçando a compreensão de como a teoria de fato se dá em função da prática.

As sequências didáticas apresentadas nos quadros 7 e 8 são uma versão melhorada pelo aprofundamento teórico da autora. Com eles se busca exemplificar como o processo educacional pode estruturar o planejamento das aulas, direcionando para o desenvolvimento dos diversos domínios do LC e promovendo a construção de novas concepções da realidade.

Quadro 7: Exemplo de planos de aula com foco principal nos domínios científicos/objetivos do LC, seguindo o modelo proposto.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O TEMA FOTOSSÍNTESE (Parte 1: aspectos científicos)		
Aula 01 – Prática Social Inicial		
	POLO SUBJETIVO (CIÊNCIA E SOCIEDADE; VALOR DA CIÊNCIA)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Expressar concepções sobre o tema e como ele afeta suas visões de mundo.	Parte-se da exploração da visão dos estudantes sobre os aspectos socioculturais que rodeiam o conteúdo.
Método	Prática Social Inicial: Diálogo dirigido sobre os memes presentes nas redes sociais a respeito das queimadas na região amazônica.	
Recursos	Memes coletados nas redes sociais impressos em papel e espaço aberto para questões sobre os mesmos, a respeito das informações científicas e discursos políticos presentes nas imagens.	
Avaliação	Observar o envolvimento dos estudantes no diálogo, suas visões iniciais e posicionamentos referente aos memes.	
Aula 02 – Problematização		
	POLO SUBJETIVO (CIÊNCIA E SOCIEDADE; VALOR DA CIÊNCIA)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Perceber a presença do discurso científico usado para validar posicionamentos políticos.	Enquanto na aula 01, o olhar sobre os memes era descritivo, na aula 02 ele se torna crítico, em busca do discurso científico ou pseudocientífico e as intenções que os motivam.
Método	Problematização: Diálogo dirigido a respeito das informações científicas contidas nos memes.	
Recursos	Memes coletados nas redes sociais impressos em papel e espaço aberto para questões sobre os mesmos, a respeito das informações científicas e discursos políticos presentes nas imagens.	
Avaliação	Observar o envolvimento dos estudantes no diálogo, as informações científicas que eles acessam, os discursos percebidos e seus posicionamentos em relação a eles.	

Fonte: Elaborado pela autora. 202

Aula 03 e 04 – Instrumentalização		
	POLO OBJETIVO (CONCEITUAL; TRABALHO CIENTÍFICO)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Conhecer o conceito de fotossíntese e compreender seus processos.	Aqui, a instrumentalização visa atender a necessidade de conhecer e compreender os aspectos científicos da fotossíntese.
Método	Instrumentalização: Leitura de textos e uso de animações para conhecimento e compreensão, seguido por diálogos guiados por perguntas chave a respeito do processo. Instrumentalização: Experimentos de observação do processo fotossintético, seguido por diálogos guiados por perguntas chave a respeito do processo.	
Recursos	Texto impresso, livro didático, data show e notebook. Roteiro de perguntas e respostas. Microscópio óptico, roteiro de observação da fotossíntese e materiais de laboratório escolar.	
Avaliação	Observar o envolvimento na aula e a produção de perguntas e respostas.	
Aula 05 – Prática Social Final		
	POLO SUBJETIVO (CIÊNCIA E SOCIEDADE; VALOR DA CIÊNCIA)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Apresentar as novas compreensões do conteúdo científico a partir das aprendizagens construídas.	Após abordagem dos aspectos objetivos da fotossíntese, o foco volta novamente para os aspectos socioculturais do tema.
Método	Prática Social Final: Novo diálogo sobre os memes e observação das incoerências acerca das informações científicas relacionadas ao processo fotossintético.	
Recursos	Memes coletados nas redes sociais impressos em papel.	
Avaliação	Espera-se a compreensão dos aspectos inerentes ao processo da fotossíntese e os produtos que ele gera ao meio ambiente.	

Fonte: Elaborado pela autora. 2024

Quadro 8: Nesse segundo exemplo de sequência didática, o foco principal é a instrumentalização dos aspectos socioculturais do conteúdo.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O TEMA FOTOSSÍNTESE (Parte 2: aspectos socioculturais)		
Aula 01 – Prática Social Inicial		
	POLO OBJETIVO (CONCEITUAL; TRABALHO CIENTÍFICO)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Refletir sobre mudanças climáticas a partir do tema das queimadas trazidos pelos memes.	Parte-se da exploração da visão dos estudantes sobre os aspectos científicos e objetivos do conteúdo.
Método	Prática Social Inicial: Discussão em grupo sobre a seguinte questão: Os memes e o balanço na produção fotossintética do planeta ao longo do tempo. Qual a relação com o clima da Terra?	
Recursos	Produções orais.	
Avaliação	Observar o envolvimento dos estudantes no diálogo, suas visões iniciais e posicionamentos	
Aula 02 – Problematização		
	POLO OBJETIVO (CONCEITUAL; TRABALHO CIENTÍFICO)OBJJENCIA E SOED	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Destacar as informações científicas contidas nos memes	A problematização do conteúdo vai no sentido de mostrar a necessidade de compreensão dos elementos que estão além da compreensão objetiva do tema.
Método	Problematização: Discutir em grupo sobre: Quais determinações os memes transparecem sobre os elementos científicos e a questão social e política envolvidos no episódio das queimadas.	
Recursos	Produções orais.	

Avaliação	Observar o envolvimento dos estudantes no diálogo, suas visões iniciais e posicionamentos	
Aula 03, 04 e 05 – Instrumentalização		
	POLO SUBJETIVO (CIÊNCIA E SOCIEDADE; VALOR DA CIÊNCIA)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Compreender as relações que se estabelecem entre o processo fotossintético e a história humana.	A instrumentalização viabiliza o estudo e aprendizagem dos aspectos socioculturais que se relacionam com o conteúdo científico.
Métodos	<p>Instrumentalização: Documentário, debate e produção de texto em grupos, acerca das mudanças climáticas e a relação com o balanço fotossintético do planeta.</p> <p>Instrumentalização: Estudo das causas naturais e antrópicas das queimadas na Amazônia por meio de textos científicos.</p> <p>Instrumentalização: Análise dos interesses de setores econômicos e políticos sobre a Amazônia por meio textos e materiais das mídias tradicionais.</p>	
Recursos	Data show, notebook, caderno, canetas, texto impresso, livro didático.	
Avaliação	Participação nas atividades propostas e produções orais e textuais.	
Aula 06 – Prática Social Final		
	POLO OBJETIVO (CONCEITUAL; TRABALHO CIENTÍFICO)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Apresentar as novas compreensões do conteúdo científico a partir das aprendizagens construídas.	Após abordagem dos aspectos subjetivos que envolvem o conteúdo fotossíntese, o foco volta novamente para os aspectos objetivos do tema.
Métodos	Prática Social Final: Debate sobre as inconsistências nas informações científicas apresentadas nas redes sociais sobre a temática das queimadas e da fotossíntese.	
Recursos	Papel e caneta, produções textuais e orais.	
Avaliação	Participação nas atividades propostas e produções orais e textuais.	

Na sequência didática apresentada no quadro 7, o foco principal está nos aspectos objetivos/científicos do conteúdo a serem examinados no momento da instrumentalização. Logo, a prática social inicial, a problematização e a prática social final fazem diálogo com os seus aspectos subjetivos/socioculturais. O inverso acontece na sequência didática apresentada no quadro 8, onde o foco principal está na aprendizagem dos aspectos subjetivos/socioculturais do conteúdo curricular. Portanto, a prática social inicial, a problematização e a prática social final exploram as determinações científicas/objetivas do conteúdo, a fim de dialogar com as suas determinações subjetivas que são exploradas no momento da instrumentalização.

No que se refere à catarse, espera-se a sua ocorrência ao longo das sequências didáticas tanto em relação aos domínios objetivos quanto subjetivos do LC, culminado na compreensão em totalidade do conteúdo. Isto é, abrangendo a dimensão conceitual, processual e as relações diversas que o conteúdo estabelece com a sociedade em seus aspectos culturais, políticos, históricos e artísticos, por exemplo.

Com as múltiplas dimensões do LC articuladas dessa forma, espera-se que qualquer conteúdo curricular de ciências possa promover o desenvolvimento do LC de maneira ampla e crítica.

7.2 Considerações finais

De modo geral, o que se buscou com a presente pesquisa foi abrir um novo caminho para a promoção de aprendizagens e habilidades que vão além da face técnica e objetiva do letramento científico, em um esforço que utiliza, e muitas vezes centraliza, o conteúdo científico sem se restringir a ele, enfatizando que não tem nele o seu fim. Essas práticas adentram uma perspectiva de ensino aprendizagem que favorece o espaço para a criatividade, a criticidade, os questionamentos, o debate, a pluralidade de ideias, a pluralidade de saberes e as artes.

Trazer elementos das humanidades para o contexto do ensino de ciências consiste no reflexo de um movimento que a própria Ciência vem experimentando desde o estabelecimento das bases epistemológicas da pesquisa em ciências humanas, há mais de um século. Movimento que hoje alcança seu ápice com a emergência de epistemologias que se contrapõem à rigidez e homogeneidade do

paradigma da racionalidade científica, a qual atravessou quatro séculos como base da ciência moderna ocidental.

Fazer emergir o polo subjetivo do letramento científico e promover o seu diálogo com o polo objetivo, pode contribuir para o desenvolvimento de aspectos importantes na ampliação da compreensão sobre a produção científica e seus aspectos histórico-sociais, a sociedade científico-tecnológica, suas relações com a cidadania e a democracia, assim como efetiva participação nessa sociedade. Aspectos como ética, direitos e deveres cidadãos, impactos ambientais, sociais e culturais do avanço da ciência sobre a sociedade, relações de poder na relação entre ciência e sociedade, diferentes lugares de fala, criticidade e contexto histórico e social, são fatores que ao emergir ao nível do consciente, conseguem estreitar os laços entre ensino de ciências e a cidadania, a democracia e a justiça social, convertendo o Ensino em espaço para um letramento científico concreto, ou seja, que se reflete nas atitudes e escolhas concretas do sujeito.

Como professores de ciências e, em especial, de biologia na educação básica, precisamos refletir sobre qual a nossa contribuição para a democracia nesse espaço de formação democrática que é a escola. O questionamento e a busca de sentido deve ser uma constante na vida dos professores, há sempre que se questionar as contribuições da aula para o despertar do pensamento e da ação crítica dos estudantes. Reforça-se que os conteúdos da grade curricular são o meio e não o fim do trabalho educativo.

Essa exploração de sentidos a partir do tema científico é o que agrega verdadeiro significado social e subjetivo ao ensino da biologia no nível básico. É o que fará diferença, quando mais tarde, o cidadão se deparar com notícias que eventualmente se refira a um tema científico, o qual ele não domina, mas que terá noção de que esse tema de algum modo se relaciona com as diversas nuances humanas e naturais, podendo assim influenciar seus posicionamentos na esfera civil.

Efetou-se até aqui a crítica de uma educação em ciências que contribui para a manutenção do atual estado da sociedade, desigual e violento, seja pela falta de objetivos para além do ensino de ciências por si mesmo, seja pela falta de criticidade em suas abordagens. Porém, uma vez que a crítica sem movimento pode se perder

no vazio, buscou-se meios de superação da inércia pedagógica. Proponho assim, pensar o ensino de ciências a partir da ótica da Pedagogia Histórico-Crítica, sendo esta uma opção posta de modo reflexivo e não aleatório, uma vez que a PHC é uma teoria assumidamente contra hegemônica, que se coloca na luta pela transformação da sociedade, a favor dos interesses da classe trabalhadora (Saviani, 2013).

Gostaria de esclarecer que não guardo ilusões de que as teorizações, indicações, sugestões e conclusões apresentadas ao longo do trabalho, consigam resolver a problemática das relações entre escola, democracia, cidadania e justiça social. Pois, como professora atuante na educação básica brasileira há mais de uma década, conheço de perto os entraves que se abrigam na escola, na formação dos professores, nas condições físicas da escola e nas condições não físicas, porém, igualmente concretas, das hierarquias e relações de poder.

Quando não existem condições favoráveis, as melhores intenções não se concretizam. Em muitos momentos enquanto escrevia essa tese eu me questionava sobre a viabilidade de levar a cabo uma rotina de planejamento de aulas dentro da proposta que estava se construindo, meramente em palavras, na arena teórica. A dúvida se colocou em vários momentos porque na realidade da vida escolar, outros elementos precisam ser considerados para resolver a problemática mencionada, como tempo, espaço, recurso didático, apoio pedagógico, segurança, salário, saúde e lazer, posto que não somos máquinas. Esses elementos não aparecem nas teorizações usadas para a elaboração do percurso pedagógico, mas eles são essenciais para o funcionamento saudável e efetivo dele. Eles estão ausentes do percurso pedagógico aqui defendido, mas se farão presentes nas tentativas de o executar.

Portanto, uma vez elaborado, o que me pergunto agora é como o percurso se mostrará em diferentes e nas mais desafiadoras condições objetivas de realização? Assumo que concluo a tese com mais dúvidas do que respostas, mas guardo a esperança de que ao longo do tempo o processo educacional aqui produzido possa ser apropriado pelos professores das mais diversas realidades e possa contribuir para a elevação da qualidade do ensino de ciências no Brasil, viabilizando práticas pedagógicas cujos objetivos sejam efetuar o ensino e aprendizagem de ciências junto ao desenvolvimento da cidadania, da democracia e da justiça social.

REFERÊNCIAS

- ALLCHIN, Douglas. From nature of science to social justice: The political power of epistemic lessons. *Nature of Science for Social Justice*. Springer, Cham, 2020. p. 23-39.
- ALTHUSSER, Louis. Marxismo, ciência e ideologia. In: DOMERGUE, Raymond. *Marxismo segundo Althusser*. Lisboa: Sinal, 1967.
- ALTHUSSER, Louis. *Aparelhos ideológicos de Estado: nota sobre os aparelhos ideológicos de Estado*. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1985.
- ALTHUSSER, Louis. *Sobre a Reprodução*. Petrópolis: Vozes, 1999.
- ALTHUSSER, Louis. *Iniciação à filosofia para não-filósofos*. São Paulo: Martins Fontes, 2019.
- ALVES, A. S.; CARNEIRO, B. C.; ALVES, S. J. G; FIGUEREDO, T. D. As determinações do Ultraliberalismo e Neoconservadorismo para as políticas públicas de educação no contexto atual de retrocessos e ataques à Democracia. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 7, p. 72423-72436. 2021.
- AMARANTE, E. A desinformação como estratégia política: uma análise dos discursos presidenciais durante a pandemia da covid-19. *Aurora: revista de arte, mídia e política*, [s/l], v. 14, n. 40, 2021.
- ANDRADE, G. T. B. D. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 121-138, jan/abr. 2011.
- ARAÚJO, José Luís; MORAIS, Carla; PAIVA, João Carlos. Students' Attitudes towards Science: The Contribution of a Citizen Science Project for Monitoring Coastal Water Quality and (Micro) Plastics. *Journal of Baltic Science Education*, v. 20, n. 6, p. 881-893, 2021.
- ÁRNASON, V., 2013. Scientific citizenship in a democratic society. *Public understanding of Science*, [s/l], v. 22, n. 8, p. 927-940, 2012.
- BARBOSA, M. G. Educação e democracia: Do risco de desarticulação a uma recomposição crítica. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, v. 50, n. 177, p. 759-773, jul./set. 2020.
- BAUMAN, Zygmunt. *A cultura no mundo líquido moderno*. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.
- BERNAL, J. D. Dialectical materialism and modern science. *Science & Society*, v. 2, n. 1, p. 58-66. 1937.

BÖMMEL, N.; HEINECK, G. Revisiting the causal effect of education on political participation and interest. *Education Economics*, [s/l], p. 1-19, 2022.

BORTOLIN, P. Evangélicos em oposição à criminalização da homofobia: Uma análise das falas contrárias à homossexualidade. *Revista Pensata*, [s/l], v. 7, n. 1. [s/p], 2018.

BRANDÃO, Celmário. C.; MENDONÇA, Ana V. M.; SOUSA, Maria F. Performance of the ministry of health in addressing the covid-19 pandemic in brazil. *SciELO Preprints*, 2022. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.4270. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/4270>. Acesso em: 17 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017.

BREI, Vinicius. A.; LIBERALI NETO, Guilherme. O uso da técnica de modelagem em equações estruturais na área de marketing: um estudo comparativo entre publicações no Brasil e no exterior. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 10, p. 131-151. 2006.

BYBEE, Rodger W. *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Westport, CT: Heinemann, 1997.

CACHAPUZ, Antonio Francisco. Cultura científica e defesa da cidadania. *Campo Abierto: Revista de Educación*, Espanha, v. 35, n. 1, p. 3-12, set/2016. ISSN 0213-9529. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5787082>. Acesso em: 08 ago. 2021.

CASSAB, M. A Democracia como balizadora do Ensino das Ciências na Escola: Como discutir este desafio? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em ciências*, [s/l], v. 8, n. 2, [s/p], 2008.

CAURIO, M. S.; RIBEIRO, S. S.; MARÍN, Y. A. O.; SOUZA, R. D.; CASSIANI, S. Sentidos sobre cidadania nas atas dos ENPECs dos últimos 20 anos (1997-2019). In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13, 2021, Evento online. *Anais do XIII ENPEC: ENPEC EM REDES*. 2021.

CHANDLER, Jeffrey Richard. *Predicting Science Literacy: A Multiple Regression Model of Factors That Influence Science Literacy*. 2020. Doctoral Thesis. Doctor of Education. Texas A&M University-Commerce. Texas. 2020. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/9055a652aafe38d7b48e69af573d6ead/1?pq-origsite=gscholar&cbl=44156>. Acesso em: 08 ago. 2021.

CHAUÍ, M. Direitos humanos e educação. *Revista Interdisciplinar de Direitos Humanos*, Bauru, v. 10, n. 2, p. 23-26, jul./dez. 2022.

CHEN, Shih-Yeh; LIU, Shiang-Yao. Reinforcement of scientific literacy through effective argumentation on an energy-related environmental issue. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 14, n. 12, p. em1625, 2018.

CHOI, Kyunghee et al. Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of research in science teaching*, v. 48, n. 6, p. 670-697, 2011.

COELHO, L. J. Ensino de Ciências fundamentado na Psicologia Histórico-Cultural e na Pedagogia Histórico-Crítica: indicativos a partir da produção acadêmica. 2019. 198 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências/UNESP, Bauru, 2019.

CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, SL da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. Trabalho apresentado, v. 8, 2011.

COSTA, M. D. O.; SILVA, L. A. D. Educação e democracia: Base Nacional Comum Curricular e novo ensino médio sob a ótica de entidades acadêmicas da área educacional. *Revista Brasileira de Educação*, [s/l], v. 24, [s/p], 2019.

COSTANZO Díaz, Guadalupe; GOLOMBEK, Diego Andrés. The quest for scientific culture, *Journal of Science Communication*. (JCOM), edição 01, vol. 19, 2020. Disponível em <https://doi.org/10.22323/2.19010601>. Acesso em: 30 jul. 2021.

COUTINHO, F. A.; FIGUEIREDO, K. L.; SILVA, F. A. R. Proposta de uma configuração para o ensino de ciências comprometido com a ação política democrática. *R. bras. Ens. Ci. Tecnol.*, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 380-406, jan./abr. 2016

CROWELL, Amanda; SCHUNN, Christian. Unpacking the relationship between science education and applied scientific literacy. *Research in Science Education*, v. 46, n. 1, p. 129-140. 2015

CUNHA, D. B.; COSTA, H. R.; SÁ-SILVA, J. R. Proposta de sequência didática para a discussão do tema homofobia no ensino de ciências. *Acta Tecnológica*, [s/l], v. 15, n. 1, p.115-130, 2020.

DALBOSCO, C. A. Educação superior e os desafios da formação para a cidadania democrática. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, Campinas, v. 20, n. 1, p.123-142, mar. 2015.

DALBOSCO, C. A.; SALOMÃO, J. B.; DORO, M. J. Ideia de educação pública e cultivo das capacidades humanas. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, Campinas, v. 26, n. 1, p.157-176, mar. 2021.

DEBOER, George E. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In: FLICK, L. D.; LEDERMAN, N. G. (Org.). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Netherland, NED, Springer, 2006, p.17-35.

DIAMOND, L. Democratic regression in comparative perspective: scope, methods, and causes, *Democratization*, [s/l], v. 28, n. 1, p. 22-42, jan. 2021.

DINESEN, P. T.; NØRGAARD, A. S.; KLEMMENSEN, R. The civic personality: Personality and democratic citizenship. *Political Studies*, [s/l], v. 62, n. S1, p. 134-152, 2014.

DRUMMOND, Caitlin; FISCHHOFF, Baruch. Individuals with greater science literacy and education have more polarized beliefs on controversial science topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 114, n. 36, p. 9587-9592, 2017.

DUARTE, N. Os conhecimentos escolares e a concepção de mundo. In: _____ (Org.). *Os conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos: contribuição à teoria histórico-crítica do currículo*. Campinas: Autores Associados, 2016. Cap. 6, p. 94-147.

EAGLETON, Terry. *A ideia de cultura*. São Paulo: Unesp, 2005.

FACCIN, A. C. T. M.; ALMEIDA, M. A pandemia não foi a mesma para todos: a sindemia como uma verticalidade no Brasil (2020 a 2022). *Geofronter*, Campo Grande, v. 9. p. 01-23, 2023.

FERRARI, Isaura; GRISOTTI, Marcia; AMORIM, Lucas; RODRIGUES, Larissa; RIBAS, Marcela; SILVA, Cristiani. 2022. "Tratamento precoce", antivacinação e negacionismo: quem são os Médicos pela Vida no contexto da pandemia de COVID-19 no Brasil? *Ciência & Saúde Coletiva*, 27, p. 4213-4213.

FERRARO, J. L. S. Althusser, educação, estado e (re) produção. *Revista Contemporânea de Educação*, [s/l], v. 9, n. 17, jan./jun. 2014.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Dicionário Eletrônico Aurélio Século XXI*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira e Lexikon Informática, 2010.

FIVES, H.; HUEBNER, W.; BIRNBAUM, A. S.; NICOLICH, M. Developing a measure of scientific literacy for middle school students. *Science Education*, v. 98, n. 4, p. 549-580, 2014. <https://doi.org/10.1002/sce.21115>

FUTUYMA, Douglas Joel. *Biologia Evolutiva*. Ribeirão Preto: FUNPEC Editora, 2009.

GHIRALDELLI, R. Trabalho, reformas ultraliberais, desigualdades e pandemia no Brasil: os sentidos da crise. Trabalho, Educação e Saúde, Rio de Janeiro, v. 19, 2021.

HALL, Stuart. A identidade cultural na pós-modernidade. Rio de Janeiro: DP&A. 2011.

HANSSON, Lena; YACOUBIAN, Hagop A. Nature of Science for Social Justice: Why, What and How?. In: Nature of science for social justice. Springer, Cham, 2020. p. 1-21.

HEGEL, G. W. F. Fenomenologia do Espírito: parte I. Tradução: Paulo Menezes. Petrópolis: Vozes, 1992.

HEIDEMANN, D. S.; LORENZETTI, L. A pesquisa em cidadania no campo de Educação em Ciências: uma análise da produção no ENPEC. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 13, 2021, Evento online. Anais do XIII ENPEC: ENPEC EM REDES. 2021.

JORESKOG, Karl; SORBOM, Dag. Structural Equation Modeling with the SIMPLIS Command Language, Scientific Software International. London, Laurance Erlbaum Associates Publisher. 1993.

KAM, C. D.; PALMER, C. L. Reconsidering the effects of education on political participation. The Journal of Politics, [s/l], v. 70, n. 3, p. 612-631, 2008.

KLINE, Rex B. Principles and practice of structural equation modeling. New York: The Guilford Press. 1998

LAUGKSCH, Rüdiger C. Scientific literacy: A conceptual overview. Science education, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LAUGKSCH, Rüdiger C.; SPARGO, Peter E. Construction of a paper-and-pencil test of basic scientific literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. Public Understanding of Science, v. 5, n. 4, p. 331, 1996.

LEE, Hyunju et al. Socioscientific issues as a vehicle for promoting character and values for global citizens. International Journal of Science Education, v. 35, n. 12, p. 2079-2113, 2013.

LEFEBVRE, H. Lógica formal, Lógica dialética. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 1987.

LÉLIS, L. S. C; Hora, D. L. A organização do trabalho pedagógico na perspectiva da pedagogia histórico-crítica. Holos, [s/l], v. 8, p. 1-15. 2021.

LIBÂNEO, José Carlos. As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na educação. Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade. Campinas: Alínea, v. 1, p. 19-62, 2005.

LIBÂNEO, José Carlos. Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos. 21. ed. São Paulo: Loyola, 2006.

LUCCA, B. Metade da população brasileira defende que professor saiba usar arma, diz pesquisa. Folha de São Paulo, São Paulo, ano 103, n. 34.505, 19 jun. 2023.

MARSIGLIA, A. C. G.; MARTINS, L. M.; LAVOURA, T. N. Rumo à outra didática histórico-crítica: superando imediatismos, logicismos formais e outros reducionismos do método dialético. Revista HISTEDBR On-Line, Campinas, v. 19, 2019.

MARTINS, L. M. Os fundamentos psicológicos da pedagogia histórico-crítica e os fundamentos pedagógicos da psicologia histórico-cultural. Germinal: marxismo e educação em debate, Salvador, v. 5, n. 2, p.130-143, dez. 2013.

MARX, K.; ENGELS, F. A ideologia alemã. Tradução de Rubens Ederle, Nelio Schneider, Luciano Cavini Matorano. 1a Ed. São Paulo: Boitempo. 2021. Livro eletrônico.

MCLAREN, Peter. Capitalists and conquerors: A critical pedagogy against empire. Lanham, MD: Rowman & Littlefield. 2005.

MILLER, J. D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. Daedalus, p. 29-48, 1983. <https://www.jstor.org/stable/20024852>

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. Ciência & Educação (Bauru), v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MOURA, Breno Arsioli. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? Revista Brasileira de História da ciência, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

MOURA, C. B. O Ensino de ciências e a justiça social—questões para o debate. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [s/l], v. 36, n. 1, p. 1-7, abr. 2019.

MUN, Kongju et al. Korean secondary students' perception of scientific literacy as global citizens: Using global scientific literacy questionnaire. International Journal of Science Education, v. 37, n. 11, p. 1739-1766, 2015.

NICÁCIO, M. L.; NICÁCIO, R. L. Impactos da pandemia na educação pública do Brasil. Humanidades & Inovação, Palmas, v. 9, n. 27, p. 81-97, 2022.

NERY, M. J. S. A problematização de memes como mediação para o letramento científico no ensino de biologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E

ENSINO EM CIÊNCIAS, 7, 2022, Campina Grande, PB. Anais do VII CONAPESC. Realize Editora, 2022.

NORRIS, Stephen P.; PHILLIPS, Linda M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science education*, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. *Assessing scientific, reading and mathematical literacy – A framework for PISA 2006*. Paris, France: Author. 2006.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. *PISA for development brief 10: How does PISA for Development measure scientific literacy?* Paris: OECD. 2017. Disponível em: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-for-development/10-How-PISA-D-measures-science-literacy.pdf>. Acesso em: 21 jun 2021.

OLIVEIRA, O. S.; ABREU, K. F. A (des) informação como estratégia política na gestão da pandemia da COVID-19 no Brasil: uma análise discursiva. *Diálogo das Letras*, v. 11, 2022.

PÊCHEUX, M. *Semântica e discurso: uma crítica à afirmação do óbvio*. Tradução de Eni Pulcinelli Orlandi, Lourenço Chacon J. filho, Manoel Luiz Gonçalves Corrêa e Silvana M. Serrani, 5ª ed., Campinas: Editora da Unicamp, 2014. 288 p.

PEREIRA, Suziani. *Modelagem de equações estruturais no software R*. 2013. Monografia para obtenção de Bacharel em Estatística. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013

PERSSON, M. Testing the relationship between education and political participation using the 1970 British cohort study. *Political Behavior*, [s/l], 36, p. 877-897, 2014.

PERSSON, M. Education and political participation. *British Journal of Political Science*, [s/l], v. 45, n. 3, p. 689-703, jul. 2015.

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas; JUNIOR, Jair Lopes. Indicadores de alfabetização científica: uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 20, n. 1, p. 208-238, 2016.

RICARDO, Elio Carlos. A problematização e a contextualização no ensino das ciências: acerca das idéias de Paulo Freire e Gérard Fourez. *Iv encontro nacional de pesquisa em educação em ciências*, p. 1-12, 2003

RITCHIE, Stephen M.; TOMAS, Louisa; TONES, Megan. Writing stories to enhance scientific literacy. *International Journal of Science Education*, v. 33, n. 5, p. 685-707, 2011.

RIOS, Terezinha Azerêdo. *Ética e competência*. São Paulo: Cortez, 2011.

RIZZATTI, I. M.; MENDONÇA, A. P.; MATTOS, F.; RÔÇAS, G.; SILVA, M. A. B. V.; S CAVALCANTI, R. J.; OLIVEIRA, R. R. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. *Actio: Docência em Ciências*, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2020.

ROMANINI NETTO, E. R. Ciências da Natureza e materialismo histórico-dialético: encontros e desencontros na formação de educadores do campo. *Revista Brasileira de Educação do Campo*, Tocantinópolis, v. 3, n. 3, p. 1009-1036, set./dez. 2018.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. In: *ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 11, 2008, Curitiba, PR. Anais do XI ENPEF. Sociedade Brasileiro de Física, 2008.

RODRIGUES, Victor Augusto Bianchetti; DE QUADROS, Ana Luiza. O ensino de ciências a partir de temas com relevância social contribui para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 19, n. 1, p. 1-25, 2020.

ROTH, Wolff-Michael; LEE, Stuart. Science education as/for participation in the community. *Science education*, v. 88, n. 2, p. 263-291, 2004.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Para uma sociologia das ausências e uma sociologia das emergências. *Revista crítica de ciências sociais*, Coimbra, n. 63, p. 237-280, out/2002. Disponível em: http://www.boaventuradesousasantos.pt/media/pdfs/Sociologia_das_ausencias_RC63.PDF. Acesso em: 30 mai 2021.

SANTOS, Boaventura de Souza. *Um discurso sobre a ciência*. São Paulo: Cortez Editora, 2018.

SANTOS, G. S. D.; BELLO, S. E. L. Docências escrava e nobre: filosofia e educação. *Reflexão e ação*. Santa Cruz do Sul, vol. 29, n. 2, p. 229-244, maio/ago. 2021.

SANTOS, Wildson LP Dos. Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2009.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, [S.l.], v. 16, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: 23 abr. 2021.

SAVIANI, D. Marxismo e educação. *Princípios*, Revista teórica, política e de informação, n. 82, p. 37-45. 2006.

SAVIANI, D. Marxismo e pedagogia. Revista Histedbr On line, v. 11 n. 41, p. 16-27, abr. 2011.

SAVIANI, D. A pedagogia histórico-crítica, as lutas de classe e a educação escolar. *Geminal: Marxismo e educação em debate*, Salvador, v. 5, n. 2, p. 25-46, dez. 2013.

SAVIANI, D. Da inspiração à formulação da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Os três momentos da PHC que toda teoria verdadeiramente crítica deve conter. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, [s.l.], v. 21, n. 62, p. 711-724, 2017.

SAVIANI, Dermeval et al. Fundamentos filosóficos e pedagógicos das Metodologias de Ensino. *Série Acadêmica*, Campinas v. 35, p. 7-19. jul./dez. 2017.

SAVIANI, Dermeval. Escola e democracia. Autores associados, 2018. Livro eletrônico.

SAVIANI, D. Pedagogia Histórico-Crítica, quadragésimo ano: novas aproximações. Campinas, SP. Editores Associados. 2019. Livro eletrônico.

SAVIANI, D. Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações. 12 Ed. Campinas, SP. Editores Associados. 2021. Livro eletrônico.

SCHLEGEL, R. Educação e comportamento político: os retornos políticos decrescentes da escolarização brasileira recente. 2010. 325 f. Tese (Doutorado em Ciência Política) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, São Paulo, 2010.

SCHLESENER, Anita Helena. Hegemonia e cultura: Gramsci. Curitiba: Editora UFPR, 2007.

SHAMOS, Morris Herbert. The myth of scientific literacy. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1995.

SHEN, Benjamim. Shih Ping. Science literacy and the public understanding of science. In *Communication of scientific information* Basel, Karger, 1975, pp 44-52. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000398072>. Acesso em: 02 mai 2021.

SIEBEN, A; RAMOS, D. V.; SILVA, E. A privatização do Pré-sal e a luta pela hegemonia no sistema-mundo. *Revista de Geopolítica*, v. 11, n. 1, p. 62-75, jan./fev./mar. 2020.

SILVA, E. P. D. A short history of evolutionary theory. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 8, n. 3, p. 671-987, out./dez. 2001.

SOUZA, Ana C.; ALEXANDRE, Neusa M. C.; GUIRARDELLO, E. B. Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. *Epidemiologia e serviços de saúde* 26 (2017): 649-659.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Educação científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, 2003.

VALLADARES, L. Scientific literacy and social transformation: Critical perspectives about science participation and emancipation. *Science & Education*, [s/l], v. 30, n. 3, p. 557-587, 2021.

VASCONCELLOS, C. S. Sobre o sentido da educação. In: CHARLOT, B.; VASCONCELLOS, C. S.; LIBÂNEO, J. C.; CAVALLET, V. J. *Por uma educação democrática e humanizadora*. São Paulo: Uniprosa, 2021, p. 14-18.

VASCONCELOS, F. D. S.; SALES, B. E. V.; TEIXEIRA, J. S. S.; SILVA, L. P. A pandemia que amplia as desigualdades: obstáculos da educação pública diante do ensino remoto. In: BARROS, J. P. P; PINHEIRO, F. P. H. A; MARQUES, N. S; VIEIRA, C. A. L.; LIMA, A. F. (Org.). *Psicologia e a pandemia de covid-19 no Brasil: diálogos sobre educação, saúde, ciência e sociedade*. Sobral, CE: Edições UVA, 2022, p. 20-34.

VIEIRA, Rui Marques; TENREIRO-VIEIRA, Celina. Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of science and mathematics education*, v. 14, n. 4, p. 659-680, 2014.

WILLECK, C.; MENDELBERG, T. Education and political participation. *Annual Review of Political Science*, [s/l], v. 25, p. 89-110, 2022.

YACOUBIAN, Hagop A. Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, v. 40, n. 3, p. 308-327, 2018.

YAP, S. F. Beliefs, values, ethics and moral reasoning in socio-scientific education. *Issues in Education Research*, v. 24, n. 3, p. 299–319, 2014

ZÔMPERO, A. F., & LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, set./dez. 2011.

**ANEXO A - ARTIGOS INSERIDOS NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA
(CAPÍTULO 2)**

Cód.	Título	Autores	Ano	País
1.6	Alfabetização Científica E Aprendizagem Significativa: Situação De Alunos De Escolas Estaduais Do Rio De Janeiro Com Relação A Conceitos De Biologia Molecular.	Escondino D. A.; Góes, Ac De S.	2013	Brasil
1.7	Compreensões De Alunos De Nível Médio Sobre Descoberta: Discussões Em Torno Do Episódio Da Descoberta Da Radioatividade Em Uma Sequência De Ensino E Aprendizagem.	Rocha, J. A., & Da Costa Tourinho, A.	2019	Brasil
2.1	Korean Secondary Students' Perception Of Scientific Literacy As Global Citizens: Using Global Scientific Literacy Questionnaire.	Mun, K., Shin, N., Lee, H., Kim, S. W., Choi, K., Choi, S. Y., & Krajcik, J. S.	2015	Coreia Do Sul
2.2	Writing Stories To Enhance Scientific Literacy.	Ritchie, S. M., Tomas, L., & Tones, M.	2011	Austrália
2.3	The Complexity Of Scientific Literacy: The Development And Use Of A Data Analysis Matrix.	Garthwaite, K., France, B., & Ward, G.	2014	Nova Zelândia
2.8	High-School Students' Informal Reasoning And Argumentation About Biotechnology: An Indicator Of Scientific Literacy?	Dawson, V., & Venville, G. J.	2009	Austrália
4.2	Ensino Em Ciências E Educação Para O Patrimônio: Uma Fusão Metodológica Para O Ensino De Química, A Preservação Patrimonial E A Alfabetização Científica.	Puglieri, T. S., Ribeiro, D. L., Souza, D. M. V. D., Gastaud, C., Yamasaki, A., & Schneid, P. S.	2019	Brasil
4.3	As Interações Discursivas No Ensino De Física: A Promoção Da Discussão Pelo Professor E A Alfabetização Científica Dos Alunos.	Souza, V. F. M., & Sasseron, L. H.	2012	Brasil
6.1	A Queda Dos Corpos Para Além Do Que Se Vê: Contribuições Das Imagens Estroboscópicas E Da Videoanálise Para A Alfabetização Científica.	Dias, M. A., Vianna, D. M., & Carvalho, P. S.	2018	Brasil
6.2	A Alfabetização Científica Na Educação De Jovens E Adultos Em Atividades Baseadas No Programa " Mão Na Massa".	Ramos, L. D. C., & Sá, L. P.	2013	Brasil

6.3	Promovendo A Alfabetização Científica Por Meio De Ensino Investigativo No Ensino Médio De Química: Contribuições Para A Formação Inicial Docente.	Miranda, M. D. S., Marcondes, M. E. R., & Suart, R. D. C.	2015	Brasil
7.2	Fostering Scientific Literacy And Critical Thinking In Elementary Science Education.	Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C.	2014	Portugal
7.3	Cross-Cultural Comparison Of Perceptions On The Global Scientific Literacy With Australian, Chinese, And Korean Middle School Students.	Mun, K., Lee, H., Kim, S. W., Choi, K., Choi, S. Y., & Krajcik, J. S.	2015	Austrália/China/Coréia Do Sul
10.1	La Dimensión Procedimental En Las Competiciones Extracurriculares: Aportes A La Alfabetización Científica.	Camacho Vargas, S., & Pereira Chaves, J.	2013	Costa Rica
10.2	Alfabetización Científica En Contextos Escolares: El Proyecto Zientzia Live!.	Garmendia Mujika, M., & Guisasola Aranzabal, J.	2015	Espanha
10.4	El Alumnado Como Protagonista De La Jornada Científica Sobre El Agua.	Guadix, M. A. S., & Gómez, M. B. C.	2008	Espanha
12.2	O Ensino De Ciências A Partir De Temas Com Relevância Social Contribui Para O Desenvolvimento Do Letramento Científico Dos Estudantes?	Rodrigues, V. A. B., & De Quadros, A. L.	2020	Brasil
13.2	Determinação Do Nível De Alfabetização Científica De Estudantes Da Etapa Final Do Ensino Médio E Etapa Inicial Do Ensino Superior.	Greszczyszyn, M. C. C., Monteiro, E. L., & Camargo Filho, P. S.	2018	Brasil
13.3	A Vermicompostagem Como Temática Para A Promoção Da Alfabetização Científica.	Torezin, A. F., & Van Kaick, T. S.	2020	Brasil
13.4	O Tema Sexualidade Humana No Ensino Médio: As Ilhas Interdisciplinares De Racionalidade Como Metodologia Em Aulas De Biologia.	Imhof, A. M. Q., & Schroeder, E.	2016	Brasil
15.2	Reinforcement Of Scientific Literacy Through Effective Argumentation On An Energy-Related Environmental Issue.	Chen, S. Y., & Liu, S. Y.	2018	China/Taiwan
16.1	An Investigation Of Elementary Students'scientific Literacy Levels.	Özdem, Y., Çavas, P., Çavas, B., Çakıroglu, J., & Ertepinar, H.	2010	Turquia
16.2	Students' Attitudes Towards Science: The Contribution Of A Citizen Science Project For Monitoring Coastal Water Quality And (Micro) Plastics.	Araújo, J. L., Morais, C., & Paiva, J. C.	2021	Portugal

17	Developing A Measure Of Scientific Literacy For Middle School Students.	Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A. S., & Nicolich, M.	2014	Eua
18	Inquiry-Based Science Teaching Through Constructionism: A Path Towards Scientific Literacy	Nery, M. J. S.; Géglio, P. C.	2022	Brasil

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

