

TENDÊNCIAS DE PESQUISAS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS



Organizadores
Francisco Ângelo Coutinho
Fábio Augusto Rodrigues e Silva
Luiz Gustavo Franco
Gabriel Menezes Viana

**FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO
FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA
LUIZ GUSTAVO FRANCO
GABRIEL MENEZES VIANA
(ORGANIZADORES)**

TENDÊNCIAS DE PESQUISAS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS



**São Paulo
2022**



EDITOR-CHEFE: PROF. DR. VALDIR LAMIM-GUEDES

CONSELHO EDITORIAL

PROF. DR. ALEXANDRE MARCELO BUENO (UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE) | **PROFA. DRA. ANNIE GISELE FERNANDES** (USP) | **PROF. DR. ANTÔNIO MANUEL FERREIRA** (UNIVERSIDADE DE AVEIRO, PORTUGAL) | **PROF. DR. CARLOS JUNIOR GONTIJO ROSA** (USP) | **PROFA. DRA. DEBORAH SANTOS PRADO** (CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAC) | **PROF. DR. FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA** (UFOP) | **PROF. DR. FELIPE W. AMORIM** (UNESP) | **PROFA. DRA. FLAVIA MARIA CORRADIN** (USP) | **PROF. DR. FRANCISCO SECAF ALVES SILVEIRA** (UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI) | **PROF. DR. HORÁCIO COSTA** (USP) | **PROF. DR. JAVIER COLLADO RUANO** (UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN, EQUADOR) | **PROF. DR. JOSÉ AUGUSTO CARDOSO BERNARDES** (UNIVERSIDADE DE COIMBRA, PORTUGAL) | **PROF. DR. MARCOS PAULO GOMES MOL** (FUNDAÇÃO EZEQUIEL DIAS) | **PROF. DR. PEDRO ROBERTO CRUZI** (USP) | **PROF. DR. RENATO ARNALDO TAGNIN** (FACULDADES OSWALDO CRUZ) | **PROFA. DRA. SUZANA URSI** (USP) | **PROFA. DRA. YASMINE ANTONINI** (UFOP)

Contatos

http://



A Editora Na Raiz
é uma empresa com
DNA USP



Esta obra foi inteiramente financiada pelo
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico.

T314t Coutinho, Francisco Ângelo

Tendências de pesquisas para a Educação em Ciências [livro eletrônico] / Francisco Ângelo Coutinho; Fábio Augusto Rodrigues e Silva; Luiz Gustavo Franco; Gabriel Menezes Viana (Organizadores). São Paulo: Editora Na Raiz, 2022.

426; 14,8 x 21 cm; pdf

ISBN 978-65-88711-27-9

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.7246716>

1. Educação. 2. Ensino de Ciências.

I. Título.

CDD 370

7

INTRODUÇÃO

*Francisco Ângelo Coutinho; Fábio Augusto Rodrigues e Silva;
Luiz Gustavo Franco; Gabriel Menezes Viana*

12

1. ENSINO DE CIÊNCIAS COMO PRÁTICA SOCIAL: PROPOSIÇÕES PARA ANALISAR PROCESSOS MEDIADOS E SUSTENTADOS POR MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DE ENTENDIMENTOS EM SALA DE AULA

Fernando César Silva; Lúcia Helena Sasseron

33

2. PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA ANALISAR DIÁLOGOS ARGUMENTATIVOS EM CONTEXTO DE ENSINO DE CIÊNCIAS

Marina Martins; Fabrizio Macagno

69

3. PRÁTICAS EPISTÊMICAS NA PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUESTÕES PARA UM DEBATE

*Edyth Priscila Campos Silva; Thalita de Oliveira Carneiro;
Luiz Gustavo Franco*

90

4. PÓS-VERDADE E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UMA REFLEXÃO A PARTIR DAS PESQUISAS SOBRE LETRAMENTO CIENTÍFICO

Ludmila Fernandes Kelles; Luiz Gustavo Franco

129

5. PARA QUE REPRESENTAR? AS REPRESENTAÇÕES MULTIMODAIS NAS AULAS DE CIÊNCIAS

*Ana Luiza De Quadros; Maria Luiza Silva Tupy Botelho;
Ana Lúvia Baptistella Araujo*

153

6. EDUCAÇÃO CTS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES: UM OLHAR PARA O PROCESSO FORMATIVO

Patrícia Fernandes Lootens Machado; Stefannie de Sá Ibraim

178

7. QUESTÕES DE GÊNERO E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA CIÊNCIA GENDRADA NOS LIVROS DIDÁTICOS

Daniel Jaques Rosário; Luiz Gustavo Franco

197

8. NARRATIVA E ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA: LIÇÕES DAS EXPERIÊNCIAS EM PESQUISAS SOBRE FORMAÇÃO DOCENTE NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Junia Freguglia Machado Garcia; Geide Rosa Coelho

224

9. ESTRUTURAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM PROGRAMA DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA CENTRADO NA ARGUMENTAÇÃO

Marina Martins; Cristiane Martins da Silva

252

10. EDUCAÇÃO DO CAMPO: UMA METANÁLISE SOBRE AS ABORDAGENS E TENDÊNCIAS DA PESQUISA NA ÁREA DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Felipe Sales de Oliveira

273

11. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO: UMA ANÁLISE À LUZ DO MODO DE EXISTÊNCIA DOS SERES DA TÉCNICA

Lorena Andrade Costa

296

12. RASTROS EM JOGO: MATERIALIZAÇÃO DE UM GAME COMO PROPOSTA DE AÇÃO-INTERVENÇÃO EM UM ESTÁGIO CURRICULAR NA LICENCIATURA EM FÍSICA

Marcio Roberto de Lima

317

13. SEGUINDO OS RASTROS DA COVID-19 NA LITERATURA CIENTÍFICA: O QUE NOS INDICAM AS PALAVRAS-CHAVE?

*Gabriel Menezes Viana; Rodolfo Dias de Araújo;
Francisco Ângelo Coutinho*

335

14. O MÉTODO FOTOVOZ E ABORDAGEM DE SABERES POPULARES NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS EM ESCOLAS DO CAMPO: RASTREANDO MODOS DE EXISTÊNCIA CAMPESINOS

Ana Paula da Silva Freitas; Francisco Ângelo Coutinho

354

15. TECNOCIÊNCIAS AFRODIASPÓRICAS: OS OBJETOS DE AFRICANIDADES E SUAS POSSIBILIDADES DE AGÊNCIA

Geisielei Rita de Oliveira; Francisco Ângelo Coutinho

376

16. ESTUDOS ATOR-REDE NA INTERFACE COM A ARTE: EM BUSCA DE TERRA

*Lígia Danielle Azevedo Lacerda; Fábio Augusto Rodrigues e Silva;
Gabriel Menezes Viana*

393

17. ESBOÇOS PARA PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM HUMANIDADES CIENTÍFICAS NO ANTROPOCENO

*Francisco Ângelo Coutinho; Kristianne Lina Figueiredo;
Gabriel Menezes Viana; Fábio Augusto Rodrigues e Silva*

418

OS/AS AUTORES/AS

INTRODUÇÃO

.....

FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO
FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA
LUIZ GUSTAVO FRANCO
GABRIEL MENEZES VIANA

Este livro é direcionado a profissionais e estudantes da área de pesquisa em Educação em Ciências. Com propostas teóricas e derivadas de pesquisas acadêmicas, essa obra tem como objetivo principal dar visibilidade para diferentes referenciais teórico-metodológicos o que pode contribuir para a aproximação com novas tendências e reflexões sobre as nossas pesquisas. De um modo geral, os textos privilegiam um tom narrativo e didático, pelo qual se procura convidar o leitor para a apropriação do referencial teórico no desenvolvimento de suas próprias pesquisas.

Ao final de cada capítulo, são trazidas questões para a proposição de pesquisas alinhadas aos referenciais discutidos e em sintonia com as demandas de cada subárea identificadas pelos autores. Assim, o leitor poderá conhecer histórias, investigações, propostas e pesquisadores ao mesmo tempo em que identifica caminhos para uma maior convergência e desenvolvimento da educação em ciências brasileira.

O **Capítulo 01** é intitulado “*Ensino de Ciências como Prática Social: proposições para analisar processos mediados e sustentados por materiais para construção de entendimentos em sala de aula*” de autoria de Fernando César Silva e Lúcia Helena Sasseron. Os autores, a partir da reflexão sobre uma concepção dentro da abordagem da Alfabetização Científica, que preconiza a ciência para transformação social, discutem essa perspectiva tomando como central as práticas sociais produzidas em salas de aula.

O **Capítulo 02** intitulado de “*Processo de Construção de uma ferramenta para Analisar Diálogos Argumentativos em Contexto de Ensino de Ciências*” de Marina Martins e Fabrizio Macagno apresenta a construção de uma nova ferramenta que visa analisar o *processo e o produto dialógico argumentativo* em contextos de ensino de Ciências.

O **Capítulo 03** intitulado “*Práticas Epistêmicas na Pesquisa em Educação em Ciências: questões para um debate*” de Edyth Priscila Campos Silva, Thalita de Oliveira Carneiro e Luiz Gustavo Franco, investiga a diversidade do termo “epistêmico” e das “práticas epistêmicas” destacando avanços e desafios produzido pelo campo da Educação em Ciências, além de refletir em torno de algumas questões capazes de gerar implicações nessa temática.

O **Capítulo 04** é intitulado “*Pós-Verdade e Educação em Ciências: uma reflexão a partir das pesquisas sobre Letramento Científico*” de Ludmila Fernandes Kelles e Luiz Gustavo Franco. Os autores exploram como algumas das pesquisas do campo da Educação em Ciências têm se colocado frente ao contexto das polêmicas e controversas “pós-verdades”. Eles mapeiam com rigor as discussões que pesquisadores de diferentes campos apresentam à luz das propostas sobre os estudos do letramento científico e de outros letramentos.

O **Capítulo 05** é intitulado “*Para que representar? As representações multimodais nas aulas de Ciências*” de Ana Luiza de Quadros, Maria Luiza Silva Tupy Botelho e Ana Lívia Baptistella Araujo. As autoras explicitam os caminhos percorridos pelo grupo de pesquisa no desenvolvimento da frente das “Representações Multimodais” como possibilidade de auxiliar estudantes, de diferentes níveis de ensino, na aprendizagem e no uso de representações nos conteúdos de Ciências.

O **Capítulo 06** intitulado “*Educação CTS na formação inicial de professores: um olhar para o processo formativo*”, de Patrícia Fernandes Lootens Machado e Stefannie de Sá Ibraim, traz reflexões e propostas relativas à inserção de uma Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em cursos de formação de professores de modo que estes possam problematizar juntos aos seus estudantes temas e questões socioambientais e sociocientíficas urgentes em nossa sociedade.

O **Capítulo 07** é intitulado de “*Questões de gênero e o ensino de ciências: uma ciência gendrada nos livros didáticos*” de autoria de Daniel Jaques Rosário e Luiz Gustavo Franco. O capítulo discute os impactos das questões de gênero na ciência que se ensina nas escolas a partir de olhares sobre livros didáticos de Ciências da Natureza.

O **Capítulo 08** intitulado “*Narrativa e análise textual discursiva: lições das experiências em pesquisas sobre formação docente na área de Ciências da Natureza*” de Junia Freguglia Machado Garcia e Geide Rosa Coelho traz narrativas da experiência dos autores enquanto formadores e pesquisadores da docência, propondo produzir reflexões (lições) acerca de suas próprias formações com a pesquisa na e para a docência. Ao mesmo tempo em

que também visam contribuir com os processos analíticos das narrativas.

O **Capítulo 09** intitulado de “*Estruturação e avaliação de um programa de formação inicial de professores de Química centrado na argumentação*” de Marina Martins e Cristiane Martins da Silva apresenta uma investigação sobre o desenvolvimento e análises de uma disciplina voltada para a argumentação que visa contribuir para a formação de docentes de Química.

O **Capítulo 10** é intitulado “*Educação do Campo: uma metanálise sobre as abordagens e tendências da pesquisa na área da Educação em Ciências*” de Felipe Sales de Oliveira. O autor desenvolve uma metanálise de estudos sobre o tema que revela a inserção de temáticas campesinas nas pesquisas que envolvem a área da Educação em Ciências.

O último terço do livro traz um conjunto de produções que tomam como principais referenciais os estudos de Bruno Latour e colaboradores, em especial, naquilo que ficou conhecido como Teoria Ator-Rede.

O **Capítulo 11** intitulado “*Inteligência Artificial e Educação: uma análise à luz do modo de existência dos seres da técnica*” de Lorena Andrade Costa traz um estudo sobre um tema controverso a partir da ótica da Antropologia simétrica de Latour como uma possibilidade de expansão de nossa compreensão sobre questões contemporâneas que perpassam os estudos CTS.

O **Capítulo 12** intitulado de “*Rastros em jogo: materialização de um game como proposta de ação-intervenção em um estágio curricular na licenciatura em Física*” de Marcio Roberto de Lima descreve e reflete sobre o processo de pesquisa desenvolvido por ele na licenciatura em Física com a temática dos jogos digitais como um objeto disparador de afetações na formação inicial de professores.

O **Capítulo 13** intitulado “*Seguindo os rastros da COVID-19 na literatura científica: o que nos indicam as palavras-chave?*” de Gabriel Menezes Viana, Rodolfo Dias de Araújo e Francisco Ângelo Coutinho, como o próprio título já indica, analisa como os rastros deixados pela Covid-19 por meio das palavras-chave presentes em

artigos do campo da Educação em Ciências configuram ontologias da pandemia.

O **Capítulo 14** intitulado “*O método fotovoz e abordagem de saberes populares na educação em ciências em escolas do campo: rastreando modos de existência camponeses*” de Ana Paula da Silva Freitas e Francisco Ângelo Coutinho se propõe a apresentar uma estratégia metodológica que utiliza fotografias e áudios como possíveis mediadores de saberes populares camponeses, presentes em realidades vivenciadas por estudantes de uma escola do campo.

O **Capítulo 15** intitulado “*Tecnociências Afrodiaspóricas: os objetos de africanidades e suas possibilidades de agência*” de Geisieli Rita de Oliveira e Francisco Ângelo Coutinho propõe na escrita do texto um experimento particular, visando articular *insights* obtidos nos estudos de obras de Bruno Latour para pensar a agência de objetos de africanidades na Educação em Ciências.

O **Capítulo 16** intitulado de “*Estudos Ator-Rede na interface com a arte: em busca de terra*”, de Lígia Danielle Azevedo Lacerda, Fábio Augusto Rodrigues e Silva e Gabriel Menezes Viana, explora as possibilidades da adoção de referenciais latourianos no diálogo com produções artísticas para se pensar outras abordagens para Educação em Ciências escolar.

Por fim, o **Capítulo 17** é intitulado “*Esboços para pesquisas em educação em humanidades científicas no antropoceno*” de Francisco Ângelo Coutinho, Kristianne Lina Figueiredo, Gabriel Menezes Viana e Fábio Augusto Rodrigues e Silva. O capítulo que encerra o livro apresenta um esforço dos autores para desenvolver um conceito brevemente apresentado por Bruno Latour em suas obras de *Humanidades Científicas*, relacionando-o com propostas e pesquisas no campo da Educação em Ciências.

Desse modo, esperamos que esta obra ao mesmo tempo em que apresenta, pesquisadores e pesquisadoras, suas pesquisas, pensamentos e apontamentos para o campo, atue também como uma inspiração para outros estudos e um convite para que pesquisadores interessados nas diversas vertentes da Educação em Ciências em nosso país participem das discussões iniciadas nesta obra.

Os organizadores

**1. ENSINO DE CIÊNCIAS
COMO PRÁTICA SOCIAL:
PROPOSIÇÕES PARA
ANALISAR PROCESSOS
MEDIADOS E SUSTENTADOS
POR MATERIAIS PARA
CONSTRUÇÃO DE
ENTENDIMENTOS EM SALA
DE AULA**

.....

**FERNANDO CÉSAR SILVA
LÚCIA HELENA SASSERON**

1. Introdução

A escola, como espaço que recebe diariamente estudantes e professores, convive intensamente com diferentes pessoas, com particularidades em suas concepções e expectativas em relação ao papel da educação na formação dos sujeitos. Considerando isso, é muito comum a percepção de que a escola forma os sujeitos, mas é igualmente corriqueiro, embora menos mencionado, o fato de que a escola é formada (e modificada) pelos sujeitos que por ela passam.

Ao longo dos anos, marcas da transformação da escola podem ser observadas por diferentes fatores que incluem a infraestrutura e uso dela, os profissionais e os estudantes e a relação deles com o espaço escolar, os materiais didáticos à disposição e as relações que eles constroem ou permitem construir, mas vamos nos restringir a um elemento que impacta diretamente a sala de aula: as mudanças curriculares e os desdobramentos disso para as práticas educativas.

Para o ensino de Ciências da Natureza, desde a metade do século XX, a Alfabetização Científica tem sido apresentada como um objetivo de formação. Krasilchik (2000) expõe um panorama histórico das intrínsecas relações entre as mudanças promovidas nos currículos, as concepções de ciência em vigência, as modalidades didáticas em foco e os objetivos do ensino. De modo semelhante, Valladares (2021) sintetiza três principais concepções de Alfabetização Científica ao longo dos anos e sua relação com as preocupações formativas: (i) ciência para futuros cientistas, (ii) ciência para todos, (iii) ciência para a transformação social. Embora seja possível a ocorrência simultânea das três concepções, elas também revelam movimentos de aprimoramento e atualização dos objetivos do ensino de ciências. Para cada uma destas concepções ficam claras as premissas sobre conteúdos a serem ensinados e o papel dos estudantes ao longo de sua formação. Assim, para a concepção (i) o objetivo central é a formação de quadro de profissionais, em que os conhecimentos e as habilidades dos sujeitos estão em primeiro plano; na concepção (ii), objetiva-se a formação mais geral para a população de modo a que possam resolver problemas pelo uso dos conhecimentos adquiridos; e para a concepção (iii), é esperado o desenvolvimento crítico dos sujeitos para discussão e comunicação que culminem em consensos sobre situações para a tomada de decisão (VALLADARES, 2021).

Neste capítulo, daremos ênfase ao contexto da concepção (iii), que busca a formação para a transformação, as abordagens didáticas demandam atenção às atividades desenvolvidas pelos sujeitos, não apenas no âmbito da manipulação de objetos, mas também, e sobretudo, na realização de práticas intelectuais para análise e compreensão de fenômenos. Entendemos que para a formação desenhada pela concepção (iii) seja necessário considerar as ideias que sustentam o ensino de ciências como prática social. Nesta perspectiva, os conteúdos que são trabalhados em sala de aula não se restringem apenas àqueles próprios do domínio conceitual, sendo necessário desenvolver também os domínios social, epistêmico e material do conhecimento científico. Estes domínios do conhecimento científico representam elementos constituintes da prática científica (DUSCHL, 2008; STROUPE, 2014) e, por este motivo, tornam-se centrais às aulas de ciências que pleiteiem o desenvolvimento de pensamento crítico para a análise de situações e a tomada de decisões.

Considerando as inter-relações entre os diferentes domínios do conhecimento científico e reconhecendo a abrangência do domínio conceitual em propostas didáticas, vamos nos pautar em estudos que discorrem sobre a presença dos domínios social e epistêmico em sala de aula (FRANCO; MUNFORD, 2020; SASSERON, 2021) e exploramos, mais detidamente, aspectos do domínio material e suas interconexões com o ensino de ciências como prática social. Diante disso, são dois os principais objetivos deste capítulo: explorar o domínio material do conhecimento científico na relação com as premissas teóricas do ensino de ciências como prática social e propor elementos para a análise dos processos mediados por esse domínio em sala de aula.

2. A materialidade na construção e desenvolvimento do conhecimento científico: breves ideias advindas da literatura

Os domínios do conhecimento científico têm oferecido apoio aos professores de ciências e aos pesquisadores desta área de ensino para o planejamento, a implementação e a avaliação de propostas didáticas. Sua concepção encontra respaldo nas pesquisas históricas e filosóficas que entendem a atividade científica como prática

humana, portanto, social (LONGINO, 1990; 2002). Assim, considera-se que os domínios conceitual, social, epistêmico e material do conhecimento científico são elementos importantes de serem abordados em sala de aula, colaborando ou mesmo fomentando práticas de investigação, argumentação e modelagem para o entendimento de fenômenos do mundo natural a partir das ciências.

A construção, o uso e o desenvolvimento de conhecimentos científicos envolvem relações sociais para a proposição, a execução e a avaliação de processos, procedimentos e propostas, assim como as máquinas, os instrumentos e os aparatos experimentais necessários para a consecução das práticas (PICKERING, 19995; KNORR-CETINA, 1999; 2001). O reconhecimento da dimensão material da ciência não implica em uma fragmentação da compreensão da atividade científica, pelo contrário, indica uma forma de perceber essa atividade por meio de agregações, proliferações e recomposições (PICKERING, 1995).

Admitir a natureza social do conhecimento científico possibilita a compreensão da diversidade de práticas envolvidas na atividade científica (LONGINO, 1990). Nessa perspectiva, Pickering (1995) argumenta que a construção, o uso e o desenvolvimento do conhecimento científico se estruturam a partir e por meio dos interesses e limitações dos agentes humanos, evidenciando, portanto, o papel da *agência humana* na construção de conhecimentos; e o autor chama a atenção que a agência humana não se dá sozinha e isolada, mas considerando suas interligações com a dimensão material dos objetos em estudo e para o estudo. Para explicitar esta discussão, Pickering (1995) fornece exemplos de ações do mundo que nos afetam, tais como, as tempestades e o frio, e que respondemos a elas, construindo casas e roupas. Não havendo os materiais e instrumentos para tal, a vulnerabilidade dos seres humanos pode colocar em risco suas vidas. Em sentido similar, ele concebe que a construção, o uso e o desenvolvimento de conhecimentos científicos ocorrem também a partir e por meio dos materiais disponíveis no momento em que essas atividades acontecem, portanto, propõe haver uma *agência material*.

Essas ideias são discutidas por Pickering (1995) reivindicando a união e o entrelaçamento das agências humana e material, pois emergem no tempo real da prática científica e sustentam uma à outra. O autor propõe a metáfora da dança das agências que permite

explorar, por exemplo, que a construção de uma máquina ou novo uso de um equipamento já existente pelos cientistas (agência humana) ocorre conjuntamente ao monitoramento de seu desempenho para a concretização de uma determinada função (agência material). Caso ocorram situações inesperadas, a agência humana emerge para a sustentação da agência material, e assim por diante. Nesse movimento, temos o que o autor chama de dialética da resistência-acomodação. A resistência indicaria o descumprimento dessa função e a acomodação seria uma resposta a isso.

Em nosso entendimento, essa função desempenhada pela máquina não significa somente uma ação física, por exemplo, furar um buraco, incluindo também as representações, por exemplo, de uma imagem obtida a partir de um equipamento. A resposta ao fracasso de uma determinada função também não implica somente na observação da forma física da máquina, mas na análise de suas representações e das relações sociais que permeiam essa atividade, podendo levar à alteração dos objetivos e intenções. Essa reconfiguração, segundo Pickering (1995), é uma característica geral da prática científica.

Analisando a produção de conhecimentos científicos na relação com o laboratório, como espaço físico, em que pessoas e materiais interagem possibilitando observação de fenômenos, o debate de ideias e a construção de entendimentos, Knorr-Cetina (1999) fornece contribuições para a compreensão da centralidade dos materiais, conforme também proposto por Pickering (1995). No laboratório frequentemente *“trabalha-se com imagens de objetos ou com seus traços visuais, auditivos ou elétricos, e com seus componentes, suas extrações e suas versões ‘purificadas’”* (KNORR-CETINA, 1999; p. 27; ênfase da autora, tradução nossa). Segunda a autora, isso é possível pela maleabilidade dos objetos naturais no laboratório, que não precisam acomodar: (i) *como eles são*, pois podem ser substituídos por versões parciais e modificadas; (ii) *onde eles estão*, pois podem ser manipulados nas condições desse laboratório; e (iii) *quando eles acontecem*, pois os ciclos naturais de sua ocorrência podem ser dispensados, interferindo até mesmo nas suas frequências.

A concepção de laboratório por Knorr-Cetina (1999) engloba o espaço físico onde os experimentos são realizados, mas não se reduz a ele, pois associa os diferentes agentes sociais que têm trânsito por

ali (desde aqueles que cuidam de sua limpeza até os pesquisadores responsáveis); as relações e convenções sociais que se encontram no laboratório, gerando suas novas e próprias relações e convenções sociais em um processo que é dialético; os objetos de estudo que se diversificam ao longo do tempo; e os variados tipos de instrumentos, equipamentos, materiais, arquivos e representações que concretizam o trabalho com esses objetos. A autora defende que todos esses elementos funcionam de formas muito diversas nos diferentes campos de conhecimento, gerando posturas culturais, sociais e técnicas variadas.

Em sentido similar ao exposto por Knorr-Cetina (1999), mas tratando especificamente dos laboratórios das ciências da vida, Rheinberger (1997) adota o conceito de sistema experimental para tratar dos complexos arranjos experimentais que permitem a construção do conhecimento novo. Neste contexto, os sistemas experimentais são os dispositivos experimentais que produzem respostas, mas ao mesmo tempo moldam as questões a serem respondidas, cogerando, entidades materiais, fenômenos, práticas e conceitos (RHEINBERGER, 1997; 1998). Para o autor, os sistemas experimentais não são constituídos somente pelos conhecimentos, conceitos, redes de práticas estruturadas nos laboratórios, instrumentos, aparatos e grafemas¹.

Ainda sobre os sistemas experimentais, Rheinberger (1997) afirma que ao examiná-los podem ser percebidos dois elementos inseparáveis, mas que podem ser distinguidos, as coisas e os objetos epistêmicos. Para o que pretendemos neste capítulo, exploraremos somente o conceito de objeto epistêmico. Os objetos epistêmicos são entidades que podem ter algum tipo de existência material, aos quais se deseja conhecer mais (RHEINBERGER, 2005). A característica principal desses objetos é a sua natureza mutável e incompleta, pois *“são como muito definidos pelo que não são (mas se tornarão, em algum ponto) do que pelo que são”* (KNORR-CETINA, 2001; p. 182; tradução nossa). Eles se contrastam com os objetos técnicos, também

¹ Rheinberger (1998) utiliza o termo grafema, que corresponde tanto a ação física executada quanto a inscrição obtida a partir de um equipamento. O uso do termo inscrição foi proposital, pois ele faz essa discussão usando as ideias de Latour e Woolgar (1986). Em nossa interpretação, as representações são um tipo de grafema, que podem ser consideradas uma entidade material que movimenta o processo de construção do conhecimento novo.

chamados de condições experimentais, que são determinados e sobre os quais muito já se sabe (RHEINBERGER, 2005). No entanto, os objetos epistêmicos podem se tornar técnicos e vice-versa, conforme explorado por Rheinberger (1997), ao propor a *mutabilidade dos papéis dos objetos*. A mutabilidade ocorre quando os objetos epistêmicos não desempenham uma função epistêmica e/ou não são alvo de preocupação epistêmica (RHEINBERGER, 2016), tornando-se objetos técnicos (RHEINBERGER, 1997). Em outras palavras, quando muito já se conhece sobre um objeto, ele se torna fechado e não há necessidade de análise, portanto, é um objeto técnico ou condição experimental.

Embora as ideias apresentadas se baseiam no laboratório, elas não se restringem a ele, podendo ser exploradas em outros espaços, por exemplo, a sala de aula. Nessa perspectiva, a compreensão dos domínios do conhecimento científico em sala de aula pode contribuir para essa transposição, conforme descrito a seguir.

3. Os domínios do conhecimento científico em sala em sala de aula

Um aspecto importante para o ensino de ciências destacado no início deste texto são as proposições de conhecimento tomadas como necessárias para a formação de estudantes e como elas incidem nas construções curriculares e nos planejamentos de ensino.

Há muitas discussões, nem sempre recentes, sobre conteúdos que devem figurar no currículo e sobre a expectativa formativa na relação com o que e como se ensina (YOUNG, 2007, FREIRE, 2019). Para esboçarmos as posições que aqui trazemos sobre conteúdos que devem ser abordados em aulas de ciências para o desenvolvimento da alfabetização científica dos estudantes, passamos a apresentar os domínios do conhecimento científico.

3.1 Proposições de Richard Duschl e David Stroupe como ponto de partida

A incorporação dos processos dialógicos em sala de aula permite não somente conhecer os conhecimentos das ciências, mas compreender como sabemos o que sabemos e por que acreditamos no que sabemos (DUSCHL, 2008), e nos envolver intelectualmente com

os materiais abstratos² e concretos com os quais temos contato (STROUPE, 2014). Para que isso ocorra os estudantes precisam se engajar em práticas que envolvam a investigação, a modelagem e a argumentação (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; CRUJEIRAS, 2017), contribuindo para que eles sintam autorizados a participar de discussões envolvendo os temas e processos das ciências. Isso se contrapõe ao que tem ocorrido em muitas aulas de ciências, os estudantes são chamados a participar somente no momento da avaliação, o que suprime a distribuição de autoridade epistêmica e revela uma imagem da ciência como empreendimento privado (STROUPE, 2014; 2015).

Tendo essas considerações expostas, o trabalho com os domínios do conhecimento científico em sala de aula pode auxiliar os professores no planejamento, implementação e avaliação de propostas didáticas. Os domínios do conhecimento científico são apresentados em Duschl (2008), na relação com as ideias de ensino de ciências como prática³ e na busca pelo reforço da incorporação dos processos dialógicos em sala de aula promovendo a participação dos estudantes. Assim, expõe-se que devam ser consideradas as questões de ordem conceitual, epistêmica e social. Em sentido similar, Stroupe (2014) inclui um quarto domínio, o material; visando tornar os estudantes agentes epistêmicos, que participam de atividades em uma comunidade disciplinar com discurso especializado, normas de participação e influências de um contexto mais amplo.

As articulações trazidas por Duschl (2008) e Stroupe (2014) têm sido utilizadas por diversos autores com finalidades diversas, por exemplo, pesquisas que visam: analisar situações de ensino (NASCIMENTO; SASSERON, 2019; FRANCO; MUNFORD, 2020; 2021; SASSERON, 2021), relacionar os domínios com abordagens investigativas (FURTAK et al., 2012; VAN UUM et al., 2016; 2017) e

² O termo "materiais abstratos" abrange os diversos tipos de representações, por exemplo, os gráficos, as imagens, dentre outras (PAUWELS, 2019), que, quando transpostas para a sala de aula, podem desempenhar um papel importante para a construção de entendimentos pelos estudantes em aulas de ciências.

³ O ensino de ciências como prática não significa o ensino de ciências a partir de (e tão somente por) atividades experimentais e manipulativas. A ideia de "prática" advém de *science studies* (grande grupo de disciplinas que estudam as ciências pela história, filosofia, sociologia e antropologia da ciência) em que a atividade científica é reconhecida como uma prática social organizada e aprimorada a partir de normas, regras e valores que se constroem no grupo durante as investigações.

investigar a contribuição dos domínios para o conhecimento pedagógico de conteúdo de professores de ciências (VAN UUM et al., 2019).

O **domínio conceitual** se relaciona às teorias, princípios, leis, conceitos, definições e ideias que são utilizados e expostos durante processos cognitivos de raciocínio científico (DUSCHL, 2008; STROUPE, 2014). A esse domínio, Furtak e colaboradores (2012) também incluíram os conhecimentos prévios dos estudantes. Por exemplo, quando os estudantes utilizam conceitos como gravidade e eletricidade, eles estão mobilizando o domínio conceitual (VAN UUM et al., 2019).

O **domínio epistêmico** se refere às maneiras pelas quais sabemos algo e por que estamos convencidos de que sabemos aquilo (DUSCHL, 2008; STROUPE, 2014), seja na proposição, na comunicação, na avaliação e/ou na legitimação de ideias, proposições e conhecimentos (KELLY; LICONA, 2018). Por meio da mobilização deste domínio, espera-se que os estudantes compreendam processos implicados na construção de conhecimentos (FURTAK et al., 2012). Em sala de aula, isso pode ocorrer, por exemplo, quando um estudante elabora um argumento baseado em uma evidência para a construção de uma afirmação (FRANCO; MUNFORD, 2020).

O **domínio social** se vincula aos acordos sobre normas, rotinas e valores que estabelecemos e/ou negociamos (DUSCHL, 2008; STROUPE, 2014) para proposição, comunicação, avaliação e/ou legitimação dos conhecimentos (KELLY; LICONA, 2018). Embora possa ser associado a discussões de relações entre a ciência e sociedade, o domínio social trata da construção e da negociação social em grupo de ações características da investigação, modelagem e argumentação necessárias para a realização das atividades (SASSERON, 2021). Em sala de aula, pode ser mobilizado, por exemplo, em acordos estabelecidos sobre os critérios para o registro de dados (FRANCO; MUNFORD, 2020), ou seja, os estudantes negociam entre si como os dados serão coletados, utilizando alguns recursos, tais como as tabelas.

O **domínio material** se baseia nas formas como os recursos materiais, sejam eles concretos ou abstratos, são criados, adaptados e utilizados para sustentar o trabalho intelectual (STROUPE, 2014). Em nossa interpretação, nesse domínio podem ser incluídos materiais

utilizados nos laboratórios e nas salas de aula bem como as inscrições e as representações que fomentam a construção de novos entendimentos, conforme exploraremos posteriormente. Normalmente, em sala de aula, este domínio é mobilizado quando o estudante coloca um material sob análise, avaliando o impacto de seu uso, ou quando recorre a um formato específico de organização de informações (em quadros, tabelas e gráficos, por exemplo) para construção de entendimento (SASSERON, 2021).

Importante expor que, conforme defendido por Duschl (2008) e Stroupe (2014), os domínios do conhecimento científico são interdependentes e, portanto, embora possamos expor características próprias de cada um, sua explicitação tende a ocorrer de modo conjunto. Esta concatenação, segundo Silva e colaboradores (2022), é a base para o desenvolvimento do ensino de ciências como prática social. Isso porque essa prática social é concebida como as ações que permitem interação crítica entre estudantes e professores, modos de pensar, de agir e de interagir, pelo envolvimento intelectual com pessoas, conhecimentos e materiais concretos e abstratos, sustentando a construção de entendimentos em sala de aula.

Na seção a seguir, exploramos mais detalhadamente o papel dos materiais para este processo.

3.2 Explorando o domínio material

Importante explicitar desde o início que a exploração mais enfática, neste texto, sobre o domínio material não se relaciona ao entendimento de que seja mais relevante que os demais domínios, que precise ser mais enfatizado em sala de aula ou que seja possível desvinculá-lo por completo dos demais domínios de conhecimento. Nossa escolha recai apenas na intenção de discutir mais detalhadamente o papel da materialidade na construção de entendimentos em sala de aula. Alguns importantes estudos já realizados nos ajudam nesta tarefa.

Tang (2022), investigando como os materiais são usados para coordenar com a fala e as ações para moldar a argumentação em aulas de física do Ensino Médio em Singapura, critica a forma como a construção de dados (o que envolve os materiais) tem sido isolada da argumentação (o que envolve o discurso). Há dois aspectos da crítica de Tang (2022) que merecem ser discutidos, e que não envolvem

apenas a argumentação, mas, igualmente, a modelagem e a investigação. Primeiro, a associação exclusiva do uso dos materiais com a realização de experimentos e, por último, a análise de interações discursivas dissociadas da relação que estabelecemos com os materiais.

Neste primeiro aspecto, assumimos que a realização de experimentos não é condição para a mobilização do domínio material. Por exemplo, os materiais e recursos usados em sala de aula, tais como, cadernos, livros didáticos, filmes, jogos etc, também podem fomentar a mobilização do domínio material. Portanto, a condição para a sua mobilização envolve a relação que professores e estudantes estabelecem com eles. Se essa relação se dá por meio da exposição dos materiais a partir do fornecimento de instruções pelo professor do que deve ser feito em uma sequência de eventos, cabendo aos estudantes recebê-las para encerrar uma atividade; não pode haver mobilização do domínio material, conforme concebido por Stroupe (2014; 2015).

Para que os materiais sustentem o trabalho intelectual da prática (STROUPE, 2014) há necessidade de colocá-los sob análise, seja desempenhando uma função epistêmica ou enquadrando-os como alvo de preocupação epistêmica (RHEINBERGER, 2016). Isso não significa que os professores deixarão os estudantes encontrarem respostas para as questões científicas, única e exclusivamente por eles mesmos, a partir de um trabalho isolado, mas envolve interações permitidas pela vivência dos estudantes em situações que demandam esse trabalho. Em outras palavras, não basta os professores replicarem atividades planejadas com essa intenção, pois decisões adaptativas deverão ser tomadas para os diferentes grupos de estudantes, que estão envolvidos com tipos específicos de temas e processos das ciências para vários objetivos de aprendizagem (WINDSCHITL; BARTON, 2016).

Tendo isso exposto, as ações dos professores não envolvem apenas o refino de uma ideia científica ou avanço na resolução de um problema específico, mas, igualmente, a promoção de situações para que os estudantes desenvolvam práticas epistêmicas ao longo do tempo (WINDSCHITL; BARTON, 2016; KELLY; LICONA, 2018). Isso proporciona aos estudantes a compreensão de como delimitar os problemas e os meios para a tomada de decisões para resolvê-los, o que envolve também a mobilização mútua dos domínios do conhecimento científico; podendo reverberar na sua própria

transformação, tanto na relação com a construção de entendimentos sobre os temas e processos das ciências quanto na sua emancipação (WINDSCHITL; BARTON, 2016; VALLADARES, 2021).

Sobre o segundo aspecto, a análise do uso, criação e adaptação dos materiais (STROUPE, 2014) não precisa ser isolada das interações discursivas que ocorrem entre os estudantes e professores. A relação estabelecida com os materiais não se encerra, por exemplo, na execução de um experimento e/ou na coleta de um dado, mas ocorre durante todo o processo, seja na elaboração de uma hipótese, na construção de um argumento e, até mesmo, na preparação de uma conclusão etc. Nesse sentido, os materiais no ensino de ciências não podem ser tratados apenas como parte do trabalho de laboratório, mas concebidos como um elemento central da cultura e do conhecimento científico (TANG, 2022).

Diante do exposto, assumimos a necessidade de analisar a relação que estudantes e professores podem estabelecer com os materiais, mesmo em situações que não envolvam o uso de experimentos. Não é a nossa intenção discorrer sobre as maneiras que essas relações podem ser estabelecidas, mas, a partir do conceito de objetos técnicos - entidades materiais caracterizadas por sua completude e estarem prontos para uso - e epistêmicos - entidades materiais caracterizadas por sua incompletude e estarem em constante análise (RHEINBERGER, 1997; EWENSTEIN; WHYTE, 2009), expor algumas características desses objetos para auxiliar na compreensão dessas relações, conforme indicado no Quadro 1.1.

Quadro 1.1: Relação estabelecida com os materiais a partir do seu posicionamento como objetos técnicos ou epistêmicos.

Questão	Objetos	Características		
Como posicionamos os materiais?	Técnicos	Informações conhecidas	Função definida	Estão bem determinados
	Epistêmicos	Busca por novas informações	Função sob investigação	Despertam o interesse

Fonte: elaborado pelos autores. A borda tracejada da linha indica que os objetos técnicos podem se transformar em epistêmicos e vice-versa.

Entendemos que os materiais podem sustentar o envolvimento intelectual, quando posicionados como objetos epistêmicos. Reconhecendo que durante os processos dialógicos desencadeados eles possam também ser transformados em técnicos e vice-versa.

Machado e Sasseron (2012), explorando o potencial das perguntas em aulas investigativas, fornecem subsídios para pensarmos os objetos epistêmicos nos contextos escolares. Segundo os autores, concebendo a pergunta como objeto epistêmico, “perguntar é parte da construção do conhecimento e o empreendimento humano chamado Ciência se vale de uma lógica própria, de investigações e [...]práticas características” (p. 32). Embora concebemos os objetos epistêmicos como coisas claramente materiais (RHEINBERGER, 1997), podemos extrapolar essa ideia no sentido de que em sala de aula, os materiais criados, usados e adaptados devem ser problematizados, ou seja, geradores de perguntas.

Em um estudo recente, Sasseron (2021), na relação com as ideias de Rheinberger (1997), afirma que os professores, ao privilegiar atividades nas quais os estudantes cumprem tarefas definidas em roteiros, promovem o contato deles com objetos técnicos, sendo que esses tipos de atividades pouco contribuem para a compreensão, avaliação e comunicação das ideias em construção. Para a autora, do ponto de vista da aprendizagem dos estudantes contribuiria muito mais se as atividades fomentam o contato com objetos epistêmicos.

Em síntese, o posicionamento exclusivo dos materiais como objetos técnicos não implica na mobilização do domínio material, pois muitas informações já se têm sobre ele (RHEINBERGER, 1997; KNORR-CETINA, 1999; 2001). Ao estudante cabe apenas seguir o que já foi informado, suprimindo as possibilidades de análise, e, portanto, não ocorrerá sustentação do trabalho intelectual da prática (STROUPE, 2014).

4. Considerações Finais e Implicações para a pesquisa e o ensino

Ao longo deste capítulo, buscamos explicitar a ideia de prática, como elemento importante da atividade investigativa. Para isso, nos apoiamos em estudos de filosofia e de sociologia das ciências,

reconhecendo a atividade científica como atividade social e, portanto, realizada a partir e por meio de normas, práticas e valores da comunidade.

Entendemos que o ensino de ciências como prática permite envolvimento intelectual ativo de estudantes com problemas do mundo natural para os quais é necessário utilizar de modos próprios das ciências para pensar e, em decorrência, para agir.

Entendemos ainda que a efetivação deste ensino requer o reconhecimento dos domínios do conhecimento científico, uma vez que eles permitem trazer à tona a necessidade de aulas de ciências para além dos conceitos, explorando elementos essenciais para a construção que permite o entendimento dos fenômenos naturais. Nossa decisão por enfatizar o domínio material sustenta-se na percepção de que este é um domínio muito mobilizado em sala de aula, embora nem sempre com a consciência de seu papel na construção de entendimento e das relações possíveis para isso.

4.1 Implicações para o Ensino de Ciências

A partir das discussões trazidas ao longo do capítulo, é possível encontrar respaldo teórico para o planejamento de aulas de ciências em que se busca oferecer oportunidades para o envolvimento dos estudantes com a atividade científica em uma perspectiva mais ampla. Isso não significa almejar a formação de cientistas, mas compreender a intenção de que os estudantes possam participar de movimentos para sua alfabetização científica.

Ao reconhecer a atividade científica como uma prática social, pelo contato com práticas que são próprias dela, como a investigação, a argumentação e a modelagem, é possível que os estudantes reconheçam a importância da participação dos sujeitos para seu desenvolvimento. Como decorrência, os estudantes podem construir uma concepção de ciências como empreendimento público, que recebe interferência da sociedade e nela interfere.

A ideia de alfabetização científica possível a partir do ensino de ciências como prática social (SILVA; SASSERON, 2021) constitui-se como elemento para a transformação social, já que pressupõe que mudanças no modo de pensar, advindas pelo reconhecimento de aspectos da atividade científica, implicam em mudanças nos modos

de agir, e, portanto, em possíveis tomadas de decisão em que as intrincadas relações entre ciências e sociedade sejam consideradas.

No entanto, o reconhecimento de aspectos da atividade científica não vai ocorrer a partir de abordagens que suprimem a participação dos estudantes e a interação entre eles e o professor. Essa interação extrapola a mera ação de se colocar os estudantes em grupos, pois ela precisa ser crítica e, embora se desenvolva em interações discursivas, implica e pressupõe a relação que estudantes e professores estabelecem com os materiais concretos e abstratos. Para isso, assim como Sasseron (2021), defendemos que em sala de aula esses materiais não sejam tratados apenas como objetos técnicos, mas, sobretudo, como objetos epistêmicos.

O posicionamento dos materiais, usados, criados e adaptados em sala de aula, como objetos epistêmicos não se dá por meio de questionamentos que serão respondidos pelo professor. Eles precisam ser problematizados, para que sejam geradores de questões e de hipóteses e passíveis de análise; mas eles também podem surgir a partir da problematização, pela construção, pelo grupo, de modos de investigação e de análise. Isso implica que os materiais, como objetos epistêmicos, não precisam ser dados ou definidos *a priori*, pois eles podem ser objeto de discussão e de construção. Assim, o uso desses materiais não se encerra neles mesmos, mas também no que se faz com eles em ações subsequentes, o que pode fomentar desdobramentos para construção de novos entendimentos. Por exemplo, o trabalho com materiais concretos pode permitir o uso de representações, tornando-se um material abstrato, que a partir de seu uso subsequente pode movimentar a construção de novos entendimentos sobre o fenômeno em estudo.

Essas considerações permitem sugerir que o uso das representações em sala de aula não pode ser concebido apenas como o resultado da discussão de um determinado conteúdo. Estas representações não são apenas um produto desse conteúdo em estudo, mas são produtoras de novas questões, análises e compreensões de algo mais amplo, que é o fenômeno. Em sala de aula, o uso de um gráfico não se encerra na sua construção, mas deve fomentar o estabelecimento de relações e gerar novas compreensões e questões, que não seriam permitidas se o gráfico não estivesse ali sendo colocado sob análise.

A relação estabelecida com os materiais, além de permitir o reconhecimento de aspectos da atividade científica, pode problematizar a capacidade de produção de muitos desses materiais pela natureza, revelando a necessidade de se considerar o uso consciente, a avaliação dos impactos gerados a partir desse uso e a forma como governos e empresas tratam dos recursos naturais.

Destacamos ainda a necessidade de que nos cursos de formação de professores ocorram discussões que não dissociam o papel da materialidade na construção dos entendimentos em sala de aula. Por exemplo, não basta discutir ações que fomentem a investigação se os materiais que estão sendo usados e/ou gerados são posicionados única e exclusivamente como objetos técnicos. Portanto, cabe ressaltar que isso não se concretiza a partir de um currículo baseado na valorização excessiva do domínio conceitual, desconsiderando a coordenação e concatenação com os domínios epistêmico, social e material.

4.2 Implicações para a pesquisa em Educação em Ciências

As pesquisas em Educação em Ciências têm destacado a relevância de considerar os domínios do conhecimento científico em sala de aula (DUSCHL, 2008; STROUPE, 2014; SILVA; SASSERON, 2021). Para tanto, é preciso tornar mais explícito o que caracteriza cada um destes domínios e como eles podem ser implementados em propostas de ensino e como estas podem ser analisadas. Este foi o intuito de parte da discussão traçada neste capítulo.

Reconhecer a complexidade do domínio material é essencial para o aprofundamento de como ele pode ser colocado em prática. Ao esboçarmos relações entre o domínio material e a característica do objeto em investigação, apresentamos uma proposta de discussão teórica para a pesquisa.

A análise de interações discursivas não pode desconsiderar o papel da materialidade na construção de entendimentos em sala de aula. Nesse sentido, defendemos que as pesquisas que visem à análise dessas interações, considerem as relações rizomáticas entre discurso e materialidade. Não pretendemos dizer como isso deve ser feito, mas entendemos que o olhar para como os materiais estão sendo posicionados por estudantes e professores pode contribuir para a

compreensão dos processos de ensino e aprendizagem das ciências, incluindo o papel da materialidade na relação conjunta com os processos dialógicos.

Se durante a análise de uma interação discursiva, tanto o professor quanto os estudantes posicionaram os materiais apenas como objetos técnicos, no qual muitas informações já são fornecidas sobre eles, as possibilidades para que sejam caracterizados elementos da argumentação e da investigação serão minimizados. Portanto, marcas do domínio conceitual serão predominantes.

Já o posicionamento dos materiais como objetos epistêmicos, sendo constantemente avaliados, revela marcas dos outros domínios. A necessidade de se saber mais sobre ele permite a negociação de normas e valores para as ações que impulsionaram a compreensão desse objeto (domínio social). Como todas as informações não são fornecidas de antemão para os estudantes, o movimento realizado por eles para a compreensão da criação, do uso e/ou adaptação desse material, contribui para que os estudantes saibam sobre eles e porque estão convencidos do que sabem (domínio epistêmico). Esse posicionamento implica em um processo que promove o envolvimento intelectual dos estudantes com esses materiais (domínio material). Importante destacar que, neste caso, os conceitos e as ideias (domínio conceitual) podem ser avaliadas e reavaliadas.

Considerando que a relação com que estudantes e professores estabelecem com os materiais é dinâmica, sendo reconfiguradas durante toda a discussão, não se pode analisar a materialidade apenas no momento de realização de um experimento ou construção de um dado. Essa análise precisa ocorrer durante todo o processo, desde a proposição das ideias até a sua legitimação.

5. Referências

DUSCHL, R. Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. **Review of Research in Education**, v. 32, n. 1, p. 268-291, 2008.

EWENSTEIN, B.; WHYTE, J. Knowledge practices in design: the role of visual representations as “epistemic objects”. **Organization studies**, v. 30, n. 1, p. 07-30, 2009.

- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, n. u, p. 687-719, 2020.
- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. The Hourglass Approach: Analysing Science Classroom Discursive Interactions Through Intercontextual Lens. **Research in Science Education**, v. 51, n. 1, p. 13-33, 2021.
- FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**, São Paulo: Paz e Terra, 45a ed, 2019.
- FURTAK, E. M.; SEIDEL, T.; IVERSON, H.; BRIGGS, D. C. Experimental and quasi experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis. **Review of Educational Research**, v. 82, n. 3, p. 300-329, 2012.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic practices and scientific practices in science education. In: TABER, K. S.; AKPAN, B. (Orgs.) **Science Education: An International Course Companion**. Rotterdam: SensePublishers, 2017. p. 69-80.
- KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic practices and science education. In: MATTHEWS, M. R. (Org.) **History, philosophy and science teaching**. Springer, Cham, 2018. p. 139-165.
- KNORR-CETINA, K. **Epistemic cultures**: How the sciences make knowledge. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999. 329 p.
- KNORR-CETINA, K. Objectual Practice. In: KNORR-CETINA, K.; SCHATZKI, T. R.; VON SAVIGNY, E. (Orgs.). **The Practice Turn in Contemporary Theory**. London: Routledge, 2001. p. 175-188.

- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1 p. 85-93, 2000.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts**. Princeton: Princeton University Press, 1986.
- LONGINO, H. E. **Science as social knowledge: Values and objectivity in scientific inquiry**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1990. 261 p.
- LONGINO, H. E. **The fate of knowledge**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002. 233 p.
- MACHADO, V.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.
- NASCIMENTO, L. A.; SASSERON, L. H. A constituição de normas e práticas culturais nas aulas de ciências: proposição e aplicação de uma ferramenta de análise. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 21, n. u, 2019.
- PAUWELS, L. On the nature and role of visual representations in knowledge production and science communication. In: LESSMÖLLMANN, A.; DASCAL, M.; GLONING, T. (Org.). **Science Communication**, Volume 17 in the series Handbooks of Communication Science [HoCS]. Berlin, Boston: De Gruyter Mouton, 2019. p. 235-256.
- PICKERING, A. **The mangle of practice: Time, agency and science**. Chicago: University of Chicago Press, 1995. 281 p.
- RHEINBERGER, H-J. **Toward a history of epistemic things: synthesizing proteins in the test tube**. Stanford: Stanford University Press, 1997. 340 p.
- RHEINBERGER, H-J. Experimental systems-graphematic spaces. In: LENOIR, T. (Org.). **Inscribing science: scientific texts**

and the materiality of communication. Stanford: Stanford University Press, 1998. p. 285-303.

RHEINBERGER, H-J. A reply to David Bloor: “Toward a sociology of epistemic things”. **Perspectives on Science**, v. 13, n. 3, p. 406-410, 2005.

RHEINBERGER, H-J. On the possible transformation and vanishment of epistemic objects. **Teorie vědy/Theory of Science**, v. 38, n. 3, p. 269-278, 2016.

SASSERON, L. H. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 23, n. u, 2021.

SILVA, F. C.; NASCIMENTO, L. A.; VALOIS, R. S.; SASSERON, L. H. Ensino de Ciências como Prática Social: relações entre as normas sociais e os domínios do conhecimento. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 1, p. 39-51, 2022.

SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização Científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 23, n. u, 2021.

STROUPE, D. Examining classroom science practice communities: How teachers and students negotiate epistemic agency and learn science-as-practice. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 487-516, 2014.

STROUPE, D. Describing “science practice” in learning settings. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1033-1040, 2015.

TANG, K-S. Material inquiry and transformation as prerequisite processes of scientific argumentation: Toward a social-material theory of argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 59, 2022. No prelo.

- VALLADARES, L. Scientific literacy and social transformation. **Science & Education**, v. 30, n. 3, p. 557-587, 2021.
- VAN UUM, M. S.; VERHOEFF, R. P.; PEETERS, M. Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. **International Journal of Science Education**, v. 38, n. 3, p. 450-469, 2016.
- VAN UUM, M. S.; VERHOEFF, R. P.; PEETERS, M. Inquiry-based science education: Scaffolding pupils' self-directed learning in open inquiry. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 18, 2461-2481, 2017.
- VAN UUM, M. S. J.; PEETERS, M.; VERHOEFF, R. P. Professionalising primary school teachers in guiding inquiry-based learning. **Research in Science Education**, v. 51, n. 1, p. 81-108, 2019.
- WINDSCHITL, M.; BARTON, A. C. Rigor and equity by design: Locating a set of core teaching practices for the science education community. In: GITOMER, D. H.; BELL, C. A. (Org.). **Handbook of Research on Teaching**. 5 ed. Washington: American Educational Research Association (AERA), 2016. p. 1099-1158.
- YOUNG, M. Para que servem as escolas?, **Educação e Sociedade**, vol. 28, n. 101, p. 1287-1302, 2007.

**2. PROCESSO DE
CONSTRUÇÃO DE UMA
FERRAMENTA PARA
ANALISAR DIÁLOGOS
ARGUMENTATIVOS EM
CONTEXTO DE ENSINO DE
CIÊNCIAS**

.....

**MARINA MARTINS
FABRIZIO MACAGNO**

1. Introdução

Na Educação em Ciências há uma tendência de se investigar o produto da argumentação, isto é, os argumentos (afirmativas sustentadas por razões) produzidos em textos ou oralmente, a partir principalmente do uso e/ou adaptações do modelo de Toulmin (TOULMIN, 1958). Isso significa que o processo argumentativo (o uso de razões para resolver diferentes tipos de conflitos) é muito menos investigado na nossa área (MARTINS; MACAGNO, 2021). Assim, a investigação em nossa área carece de ferramentas voltadas para o *processo* argumentativo, que é normalmente descrito como um fenômeno uniforme, sem considerar os diferentes objetivos de uma argumentação e as diferentes maneiras de como as interações individuais podem ou não contribuir para atingir o objetivo do diálogo.

Nesse capítulo iremos introduzir tais aspectos, vistos não apenas como unidades lógicas, mas primeiramente como elementos de diálogos, que podem buscar objetivos diferentes e moldar diferentes movimentos e papéis dos interlocutores (MARTINS; MACAGNO, 2022). Para isso, apresentamos o processo de construção de uma Ferramenta para Analisar Diálogos Argumentativos em contextos de ensino de Ciências – algo que não foi explorado explicitamente no artigo Martins e Macagno (2022).

2. Processo de construção de uma Ferramenta para Analisar Diálogos Argumentativos em contextos de ensino de Ciências

Para construir a nova ferramenta que visa analisar o *processo e o produto dialógico argumentativo* em contextos de ensino de Ciências, nos fundamentamos no referencial: a teoria do diálogo de Douglas Walton. Isso porque ele apresenta potencialidade para analisar o *processo e o produto argumentativo*, como apontado por Martins e Macagno (2021). Mas para isso, é necessário adaptar determinados aspectos para ser utilizado em contextos de ensino de Ciências (MARTINS; MACAGNO, 2021).

Alguns grupos de pesquisadores de diferentes áreas têm buscado utilizar e/ou adaptar a teoria do diálogo de Douglas Walton. As ferramentas de Macagno e Bigi (2017) e Macagno (2018, 2019) e

de Martins e Justi (2019) em particular são diretamente relacionadas com a análise do processo argumentativo em contextos empíricos. As duas consideram, explicam e justificam os critérios relativos à coerência com o objetivo do diálogo, relação de conteúdo/tópico entre enunciados, e aspectos inferenciais para analisar os movimentos proferidos por sujeitos em um diálogo. Além disso, têm a mesma finalidade – examinar a relação entre um argumento e o contexto dialógico – mas possuem alguns aspectos diferentes.

A ferramenta de Macagno e Bigi (2017) e Macagno (2018) possui menos critérios e categorias do que a de Martins e Justi (2019), o que pode resultar em uma menor dificuldade do analista em utilizá-la. Ela também propõe de examinar a relevância de um argumento considerando duas dimensões – a pragmática (ou a relação com o contexto) e a lógica, e em particular a quantidade de premissas implícitas necessárias para reconstruir o raciocínio. Em contrapartida, a ferramenta produzida por Martins e Justi (2019) explica que as pistas contextuais podem influenciar na proposição de inferências, mas não estabelece critérios que avaliam a validade da inferência.

As duas propostas são complementares. As ferramentas de Macagno e Bigi (2017) e Macagno (2018) possuem categorias para caracterizar a natureza e a função de diferentes tipos de diálogos e movimentos, como os de persuadir, buscar informação, deliberar, investigar, entre outros. Tal aspecto não é contemplado pela ferramenta de Martins e Justi (2019). Isso porque esta ferramenta tem potencialidade de ser utilizada para analisar apenas diálogos argumentativos persuasivos, em que a situação inicial é caracterizada por conflitos de ideias ou opiniões. Isso significa que ela não favorece a análise de outros tipos de diálogos em que a argumentação pode se fazer presente e que podem ocorrer em salas de aula de Ciências. No que diz respeito à ferramenta de Martins e Justi (2019), ela possui determinadas características que a de Macagno e Bigi (2017) e Macagno (2018) não possui. Ela foi desenvolvida para o contexto educacional envolvendo temas científicos e sociocientíficos. Em contrapartida, a ferramenta de Macagno e Bigi (2017) e Macagno (2018) precisa ser modificada para que possa ser utilizada em nosso campo, uma vez que ela foi elaborada para ser aplicada em contextos genéricos em virtude de suas categorias serem amplas. Finalmente, a ferramenta de Martins e Justi (2019) também possibilita a análise da

estrutura dos movimentos argumentativos de questionar, refutar, fornecer ou não suporte a um enunciado argumentativo e explicar. Tal aspecto não pode ser analisado a partir da ferramenta de Macagno e Bigi (2017) e Macagno (2018), pois seu foco é mais geral: a identificação da natureza dos movimentos dialógicos. Isso significa que aspectos específicos de movimentos dialógicos argumentativos não são explorados.

Levando em consideração a abrangência e as limitações de cada ferramenta, consideramos ser interessante desenvolver uma nova ferramenta para analisar argumentação tanto como processo quanto produto em contextos de ensino de Ciências partir (i) do uso e/ou adaptações de alguns critérios e categorias dessas duas ferramentas que se fundamentam em aspectos da teoria do diálogo de Walton e (ii) de outras ideias de Walton que não estão presentes nelas. Além disso, avaliamos ser necessários utilizar (iii) ideias de outros pesquisadores da área da Educação em Ciências que investigam as temáticas Argumentação e/ou o Ensino Ciências; e (iv) criar de novos critérios e categorias para atender os objetivos para os quais a nova ferramenta foi construída: analisar o *processo e o produto dialógico argumentativo* em contextos de ensino de Ciências.

A nova ferramenta é constituída por seis etapas de análise. A **Etapa 1: Seleção das discussões a serem analisadas** favorece a identificação e delimitação das situações argumentativas nos diálogos em que os sujeitos se engajaram. Para construí-lo, consideramos as ideias de Walton (2006) e Baker (2009). Walton (2006) considera quatro situações em que a argumentação pode ocorrer. Avaliamos que tais situações iam ao encontro daquelas propostas por Baker (2009). Apesar de notarmos que havia coerência entre as ideias de Walton (2006) e as de Baker (2009) sobre as diferentes situações argumentativas e o entendimento de que a argumentação é uma atividade social, selecionamos a ideia de Baker (2009) para construir a **Etapa 1** da nova ferramenta. Isso porque esse autor expressa tais situações como categorias e as desenvolveu tendo como foco o contexto educacional no qual estudantes devem solucionar problemas colaborativamente.

Como a ferramenta foi proposta para ser utilizada em contextos de ensino de Ciências, modificamos ligeiramente a redação das descrições das situações argumentativas, mas sem alterar a ideia central de cada uma delas. Assim, para identificarmos as situações

argumentativas ocorridas em contextos de ensino de Ciências, consideramos: *situação A*, em que estudantes/professores apresentam ideias opostas, ou diferentes para um mesmo assunto; *situação B*, em que um estudante/professor apresenta uma ideia, enquanto outro discorda ou dúvida dessa ideia, mas sem apresentar outra ideia; *situação C*, em que um estudante/professor apresenta duas ou mais ideias para um determinado assunto e outro o auxilia na tomada de decisão (avaliação das ideias); ou *situação D*, em que um estudante/professor apresenta dúvida em relação a uma ideia que ele mesmo propôs e o outro o auxilia na tomada de decisão (avaliação da ideia).

Além disso, elaboramos critérios mais detalhados para delimitar as situações argumentativas - um fator importante, visto que estudantes não se engajam em situações argumentativas o tempo todo em sala aula. Julgamos que esse engajamento depende de fatores como: o que a atividade solicita, os distintos conhecimentos que os estudantes possuem sobre o tópico discutido e a qualidade de suas capacidades argumentativas.

A partir disso, elaboramos os seguintes critérios para delimitar as situações argumentativas: i) *objetivo(s) principal(is) da atividade*. A atividade pode possuir um ou mais objetivos. Para atingi-lo(s), os estudantes devem se engajar em situações argumentativas atrelada(s) a cada objetivo. Portanto, para delimitar as situações argumentativas, é necessário identificar tal(tais) objetivo(s). Assim, a situação argumentativa (caso exista) será delimitada por ele(s); e ii) *tópico discutido*. Para atingir o(s) objetivo(s) principal(is) da atividade, indivíduos podem se engajar em situações argumentativas envolvendo tópicos distintos. Então, para delimitá-las, é necessário identificar o tópico focado na discussão. Assim, se houver apenas um tópico discutido para atingir o objetivo da atividade, a situação argumentativa (caso exista) é única.

A Etapa 2: Identificação da(s) natureza(s) dialógica(s) de cada atividade favorece identificar, a partir dos objetivo(s) da atividade, em qual(quais) tipo(s) de diálogo(s) a atividade favorece o engajamento dos sujeitos. Tanto os objetivos quanto os tipos de diálogos podem ser identificados como no quadro 2.1.

Quadro 2.1: Objetivos dos tipos de diálogos na nova ferramenta.

Diálogo	Objetivo
De compartilhamento de informação (Dcin)	Trocar informações.
De persuasão (Dpe)	Resolver um conflito de ideias.
De descoberta (Dds)	Elaborar explicação(es) relacionada(s) ao tópico em discussão.
De investigação (Din)	Investigar/testar a validade de hipótese(s) a partir de evidências.
De deliberação (Ddl)	Propor uma solução/ação para um problema em discussão, ou solucionar tal problema.

Fonte: Elaborado por Martins e Macagno (2022) e traduzido pelos autores.

Para construir a **Etapa 2**, empregamos as tipologias de diálogos de Walton (2006). Identificar a(s) natureza(s) dialógica(s) de cada atividade é importante, pois pode contribuir para compreender se estudantes, por exemplo, se engajam em um diálogo que favorece atingir o objetivo da mesma. Sem essa compreensão, não é possível entender se houve aprendizagem ou construção de conhecimento(s). Entretanto, para ser coerente com o contexto educacional para o qual a ferramenta foi proposta, fizemos algumas adaptações: i) mudamos a redação dos objetivos dos diálogos; ii) não consideramos o *diálogo de erística* na **Etapa 2** da ferramenta pois, em um contexto educacional, professores e/ou as propostas de atividades devem buscar promover discussões que favoreçam aos estudantes questionar e/ou avaliar as ideias de seus colegas, e não atacá-los pessoalmente, o que não contribui para a aprendizagem (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010); e iii) não consideramos o *diálogo de negociação* nesta ferramenta, pois ele tende a não contribuir para construir e avaliar conhecimentos curriculares de natureza(s) social e/ou científica, visto que seu objetivo é adquirir vantagens pessoais.

A **Etapa 3** da ferramenta: **Identificação da natureza da movimentação** favorece identificar as movimentações dialógicas e

meta-dialógicas⁴ expressas por participantes nos diálogos potencialmente argumentativos, isto é, suas intenções individuais. Essa etapa de análise se justifica pois os diálogos reais não são constituídos apenas por intenções (ou objetivos) coletivas (**Etapa 2** da ferramenta), mas também por intenções individuais, as quais podem ou não contribuir para o objetivo dialógico coletivo (MACAGNO; BIGI, 2017). Apenas analisando intenções individuais, é possível compreender as mudanças dialéticas que podem acontecer em um diálogo.

No quadro 2.2 são apresentados os tipos de movimento nos quais os sujeitos podem se engajar em um diálogo e os critérios para identificá-los, isto é, a situação inicial, os objetivos das movimentações dialógica e meta-dialógica, e os objetivos dos participantes.

⁴ As movimentações meta-dialógicas têm a função de discutir sobre as movimentações estabelecidas em um diálogo, isto é, sobre os movimentos dialógicos.

Quadro 2.2: Critérios de identificação da natureza de movimentos dialógicos e meta-dialógicos.

Tipo	Situação inicial	Objetivos da movimentação dialógica	Objetivos dos participantes
Movimento Dialógico de compartilhamento de informação (MDcin)	Necessidade de informação.	Obter ou fornecer informações em resposta a uma demanda/questão.	<p>Professor: obter informações dos estudantes visando conhecer suas ideias sobre determinado assunto a fim de conduzir o processo de ensino; ou fornecer determinadas informações para os estudantes para que eles continuem a desenvolver suas ideias e consigam coconstruir o conhecimento comum⁵.</p> <p>Estudantes: buscar e fornecer informações aos colegas visando desenvolver ideias.</p>

⁵ O conhecimento comum é entendido como a integração dialética sociocultural entre o conhecimento prévio compartilhado, que implica o conhecimento generalizado sobre o mundo, e o compartilhado emergente, que emerge a partir de um diálogo (Kecskes & Zhang, 2009). Tal perspectiva vai ao encontro da visão construtivista da aprendizagem.

Tipo	Situação inicial	Objetivos da movimentação dialógica	Objetivos dos participantes
Movimento Dialógico de deliberação (MDdel)	Necessidade de solucionar um problema, tomar uma decisão ou agir como resultado disto.	Solicitar uma tomada de decisão ou solução de um problema. Selecionar ou sugerir uma solução/ação mais coerente/adequada a ser considerada.	Propor solução(es)/ações ou selecionar a solução mais adequada a ser considerada. Solicitar a proposição de solução(es)/ações ou a escolha de uma entre possíveis soluções/ações.
Movimento Dialógico de descoberta (MDdes)	Necessidade de elaborar uma explicação para um fato ou fenômeno.	Solicitar ou elaborar explicação(ões).	Solicitar ou propor hipótese(s) associadas à elaboração da(s) explicação(ões), de forma individual ou coletiva, a partir do compartilhamento de ideias prévias visando explicar um fato/fenômeno.
Movimento Dialógico de erística (MDeri)	Discordância de uma pessoa.	Atacar ou defender a pessoa.	Derrotar o oponente a qualquer custo.
Movimento Dialógico de investigação (MDinv)	Necessidade de analisar hipótese(s) a partir de evidências.	Investigar a validade de hipótese(s) a partir de evidências ou solicitar que isto seja feito.	Solicitar ou analisar hipótese(s) a partir de evidência(s).

Tipo	Situação inicial	Objetivos da movimentação dialógica	Objetivos dos participantes
Movimento Dialógico persuasivo (MDper)	Necessidade de justificar uma ideia em situação de expressão mais completa da mesma ou de conflito de ideias (discordância ou dúvida sobre uma ideia).	Convencer o outro da validade de uma ideia ou solicitar que isto seja feito. Ou Resolver um conflito de ideias visando analisar cada ideia ou solicitar que este conflito seja solucionado.	Explorar, ou solicitar que seja explorada, cada ideia ou solução proposta com profundidade, isto é, avaliando seus pontos fortes e fracos a partir de argumentos, razões e questionamentos.
Movimento Dialógico persuasivo de disputa (MDpdi)	Conflito de ideias: são apresentadas duas ou mais ideias divergentes para um mesmo assunto.	Resolver um conflito de ideias visando selecionar qual(is) ideia(s) é(são) mais adequada(s) ou coerente(s) ou solicitar que este conflito seja solucionado.	Buscar evidenciar que uma dada ideia é melhor, ou tem maior poder explicativo, do que a(s) de uma outra parte(s) em um determinado contexto a partir do uso de argumentos e razões que o sustentem e/ou refutem a(s) outra(s) ideia(s); ou solicitar que isto seja feito.

Tipo	Situação inicial	Objetivos da movimentação dialógica	Objetivos dos participantes
Movimento Meta-Dialógico de consenso (MMDcon)	Necessidade de estabelecer consenso acerca de uma ideia.	Expressar o compartilhamento de uma mesma ideia ou verificar se isto acontece.	<p>O sujeito expressa que está de acordo com a ideia de outro sujeito visando deixar claro que ambos compartilham a mesma ideia.</p> <p>O sujeito busca verificar se outro sujeito compartilha a mesma ideia.</p>
Movimento Meta-Dialógico de esclarecimento do significado de uma ideia (MMDesi)	Um mal-entendido ou algum problema de falta de clareza em relação ao significado de uma ideia.	Esclarecer o significado de uma ideia presente em outros movimentos, ou buscar esclarecimento sobre tal significado.	Esclarecer ou buscar esclarecimento sobre uma ideia em discussão.
Movimento Meta-Dialógico de estabelecimento de contexto (MMDect)	Incerteza se o interlocutor possui conhecimento prévio sobre um assunto.	Esclarecer se o sujeito possui algum conhecimento prévio considerado relevante para a discussão, ou buscar esclarecimento sobre isto.	<p>Um sujeito busca saber se o outro (professor e/ou estudante(s)) possui conhecimento(s) prévio(s) sobre um determinado assunto antes de compartilhar ou propor algo relacionado a tal assunto.</p> <p>O sujeito esclarece se ele possui conhecimento(s) prévio(s) sobre um determinado assunto.</p>

Tipo	Situação inicial	Objetivos da movimentação dialógica	Objetivos dos participantes
Movimento Meta-Dialógico de esclarecimento de movimento (MMDemo)	Um mal-entendido ou algum problema de falta de clareza relacionado a algum movimento anterior.	Esclarecer o significado do objetivo de outros movimentos, ou buscar esclarecimento sobre tal significado.	Esclarecer ou buscar esclarecimento sobre o ponto em questão.

Fonte: Elaborado por Martins e Macagno (2022) e traduzido pelos autores.

Para construir a **Etapa 3**, usamos as tipologias de movimentações dialógicas e meta-dialógicas da ferramenta de Macagno e Bigi (2017). Novamente, julgamos que era necessário modificar alguns aspectos da proposta de Macagno e Bigi (2017) de forma a contemplar os contextos de ensino de Ciências. Assim, criamos o *Movimento Dialógico persuasivo de disputa* e contemplamos a diferença entre este movimento e o *Movimento Dialógico persuasivo*, pois tais mudanças podem contribuir para caracterizar melhor o discurso argumentativo dos estudantes. Isso porque há momentos, como discutidos por Passmore e Svoboda (2012) e Mendonça e Justi (2013), em que estudantes/professores se engajam em argumentação com a finalidade de analisar cada ideia com profundidade, isto é, avaliando seus pontos fortes e fracos, assim como para solicitar que esses aspectos sejam feitos. Por outro lado, em outros momentos, estudantes/professores se engajam em argumentação visando evidenciar que uma dada ideia é melhor, ou tem maior poder explicativo, do que a(s) de uma outra parte em um determinado contexto ou solicitar que isto seja feito.

Criamos também as categorias *Movimento Meta-Dialógico de consenso*, *Movimento Meta-Dialógico de esclarecimento do significado de uma ideia* e *Movimento Meta-Dialógico de estabelecimento de contexto*, pois elas podem contribuir para que o diálogo seja, ou se torne, claro, em termos linguísticos (esclarecimento do significado de um movimento anterior) (MACAGNO; BIGI, 2017) e epistêmicos (esclarecimento do significado do conteúdo de um movimento anterior) (KUHN, 1999).

Consideramos que sujeitos podem expressar o *Movimento Dialógico de erística* em um contexto de ensino que tem o objetivo de promover discussões que contribuam para que construam e avaliem ideias a partir de argumentos, pois pode acontecer de atacarem colegas ao invés de suas ideias. Por isso, incluímos essa categoria na **Etapa 3** da ferramenta.

Por outro lado, o *Movimento Dialógico de construção de relacionamento* proposto por Macagno e Bigi (2017) não foi inserido na **Etapa 3** da ferramenta, pois ele não contribui diretamente para os processos de ensino e aprendizagem e para o desenvolvimento da argumentação. Isso porque esse tipo de movimento visa estabelecer, construir ou corrigir um relacionamento entre indivíduos (por exemplo, quando o professor estabelece qual é o seu papel e o dos

estudantes). Apesar de este tipo de movimento ocorrer em salas de aula, a sua presença na ferramenta não contribuiria para atingir o objetivo para o qual ela foi construída.

Nessa ferramenta, compreendemos que as informações compartilhadas por estudantes (*Movimento Dialógico de compartilhamento de informação*), por exemplo, podem ser opiniões ou hipóteses em contexto de ensino. Isso porque, por estarem vivenciando um processo de construção de conhecimento, estudantes podem não ter certeza da credibilidade das informações que expressaram. Tal aspecto está de acordo com a teoria de Walton (2006), uma vez que este autor afirma que informações podem ser questionadas e avaliadas.

Além disso, entendemos que evidência (aquilo que fornece ou contribui para fornecer prova da existência ou da ocorrência de algo) é algo que o sujeito observa em uma experiência (realizada experimentalmente no momento da atividade, ou prévia, do cotidiano) ou um dado que foi obtido por outrem em um experimento. Dados empíricos podem corresponder a evidências ou podem ser recortados de modo a se selecionar apenas aqueles que contribuem para provar algo. Esta definição proposta por Mendonça e Justi (2013) foi utilizada na ferramenta. Isso porque ela foi elaborada em um contexto de ensino de Ciências.

Acrescentamos também na **Etapa 3** da ferramenta um segundo objetivo para cada movimentação dialógica e meta-dialógica (ver as categorias *Objetivos da movimentação dialógica* e *Objetivos dos participantes* do quadro 3), pois consideramos a presença de professores e estudantes e, conseqüentemente, que cada um destes participantes poderia se envolver na movimentação dialógica ou meta-dialógica com objetivos específicos.

A **Etapa 4: Caracterização da estrutura da argumentação nos movimentos dialógicos persuasivo e persuasivo de disputa** favorece caracterizar aspectos relacionados à estrutura da argumentação de tais movimentos. No quadro 2.3, apresentamos a natureza estrutural dos movimentos com critérios e definições para serem utilizados na análise dos *Movimentos Dialógicos persuasivo e persuasivo de disputa*.

Quadro 2.3: Critérios e definições da natureza estrutural de movimentos dialógicos persuasivo e persuasivo de disputa.

Natureza	Critérios
Ataque (uso de argumento, conclusão ou questões) (A)	O ataque pode ser direcionado à conclusão (ou parte dela), às razões (todas ou uma delas) ou à relação entre razões e conclusão.
Relação de Suporte Direta (RSD)	<p>Envolvendo argumento(s):</p> <p>RSD.1. um dos argumentos detalha o tópico de um outro argumento: o primeiro argumento fornece suporte ao segundo;</p> <p>RSD.2. a conclusão de um argumento é utilizada como premissa de outro argumento: o enunciado que se repete apresenta função dual e a relação é de suporte: o primeiro argumento fornece suporte ao segundo.</p> <p>Envolvendo premissas e conclusão:</p> <p>RSD.3. Premissas se complementam para fornecer suporte à conclusão.</p>
Relação de Suporte Indireta (RSI)	<p>RSI.1. Premissa(s) de um argumento é (são) utilizada(s) para elaborar outra conclusão, isto é, duas conclusões são inferidas a partir de uma mesma premissa.</p> <p>RSI.2. Os argumentos possuem a mesma conclusão.</p> <p>RSI.3. Os argumentos se relacionam ao mesmo tópico.</p>

Fonte: Elaborado por Martins e Macagno (2022) e traduzido pelos autores.

Para construir a **Etapa 4** da ferramenta, utilizamos os critérios e definições propostos por Walton (2006) para compreender a estrutura da argumentação dos *Movimentos Dialógicos persuasivo e persuasivo de disputa*. Isso porque, dentre os movimentos apresentados na **Etapa 3**, estes são os únicos que possuem aspectos estruturais argumentativos.

Segundo Walton (2006), é importante que se compreenda a estrutura dos argumentos e a sua função, pois isso pode contribuir para que se entenda melhor a argumentação de indivíduos, isto é, como eles questionam, refutam, defendem e sustentam as suas ideias/posições. A forma como utilizamos os critérios e definições desse autor levou à construção da **Etapa 4** da nova ferramenta. Nesta etapa, as modificações que fizemos visando contemplar o contexto educacional foram: i) inclusão dos critérios que envolvem relação de conteúdo/tópico que se originaram da ferramenta analítica de Martins e Justi (2019). Essa inclusão se justifica, pois, enunciados argumentativos podem se relacionar de forma estrutural (ou seja, identificação de uma relação entre enunciados a partir da análise da estrutura dos enunciados argumentativos) e/ou por abordarem um mesmo assunto em contextos educacionais; e ii) utilização da definição de conclusão segundo Jiménez-Aleixandre (2010), visto que ela melhor caracteriza tal elemento no contexto de ensino de Ciências. Segundo essa autora, a conclusão é algo que se pretende defender (provar) ou refutar. Ela pode ser uma explicação, modelo, solução ou opção de escolha. Assim, estudantes podem ter a oportunidade de defender um modelo, uma explicação, uma solução ou opção de escolha.

A Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica favorece identificar o nível de relevância dos movimentos dialógicos nos quais sujeitos se engajam nos diálogos potencialmente argumentativos. A relevância de um movimento está relacionada à sua importância para os objetivos principal e específicos de um diálogo (Macagno, 2018). Para que sejam atingidos, é essencial que existam critérios relacionados a coerências de tópico e de finalidade dialógica (critério pragmático) e, em alguns casos, quando há premissas implícitas, o de distância inferencial (quadro 4). As coerências tópica e pragmática capturam se o movimento contribui para o desenvolvimento de uma atividade dialógica coletiva. A distância inferencial é usada para avaliar se o sujeito expressa explicitamente as premissas necessárias para chegar à conclusão, ou, em vez disso, assume, de maneira implícita, premissas ou conclusão que exigem várias inferências e outras suposições tácitas para serem recuperadas.

Vale destacar que movimentos classificados como *Meta-Diálogos* são sempre relevantes, visto que representam uma

habilidade dialógica de alta ordem (KUHN, 1999). Isto porque: i) verificam ou evidenciam se os sujeitos compartilham um mesmo conhecimento; ii) esclarecem ou buscam esclarecimento sobre o significado de uma ideia presente em outros movimentos; iii) esclarecem ou buscam esclarecimento sobre se o sujeito possui conhecimento prévio sobre um assunto; e iv) esclarecem ou buscam esclarecimento sobre o significado ou o objetivo de outros movimentos, evitando incoerências de tópico, significado ou pragmática. Portanto, se movimentos classificados como *Meta-Diálogos* forem encontrados nos dados, devem ser classificados como relevantes.

Quadro 2.4: Critérios e descrições para análise da relevância dos movimentos dialógicos.

Nível de Relevância	Critério	Descrição
Relevante ®	R.1 Coerência de Tópico	<p>O movimento dialógico expressa o mesmo tópico do movimento anterior e tal tópico se relaciona com o tema da discussão.</p> <p>OU</p> <p>O movimento dialógico expressa um tópico diferente daquele do movimento anterior – mas que se relaciona com o tema da discussão – com o objetivo de auxiliar na discussão do tópico da movimentação dialógica anterior.</p>
	R.2 Coerência Pragmática	<p>Um movimento dialógico é coerente com (busca atingir) o objetivo proposto no movimento anterior e/ou com o objetivo principal do diálogo. Isso não significa que em uma mesma sequência dialógica os sujeitos não possam buscar objetivos diferentes. A incoerência acontece quando os movimentos de pessoas distintas não são compatíveis uns com os outros. Em outras palavras, um sujeito não busca atingir o objetivo (propósito comunicativo) proposto pelo outro sujeito e seu movimento não contribui para o objetivo principal do diálogo.</p>
	R.3. Distância Inferencial (quando existem inferências)	<p>A(s) premissa(s), proposição(es), conclusão(es), ou parte(s) de sentença(s) implícitas podem ser facilmente reconstruídas a partir do contexto de discussão e consideradas aceitáveis para o contexto em discussão.</p>

Parcialmente Relevante (PR)	Atende parcialmente o critério R.1	O movimento dialógico expressa um tópico que é diferente do movimento anterior – mas que se relaciona com o tema da discussão – sem auxiliar na discussão do tópico da movimentação dialógica anterior.
	Atende parcialmente o critério R.2	O movimento dialógico de um sujeito ignora o objetivo específico do movimento proposto por outro sujeito no movimento anterior, mas é coerente com (busca atingir) o objetivo principal do diálogo.
	Atende parcialmente o critério R.3 (quando existem inferências)	A(s) premissa(s), proposição(ões), conclusão(ões), ou parte(s) de sentença(s) implícita(s) pode(m) ser facilmente reconstruída(s), mas não pode(m) ser considerada(s) aceitável(is) para o contexto em discussão. OU A reconstrução da(s) premissa(s), proposição(ões), conclusão(ões), ou parte(s) de sentença(s) é muito complexa e fundada em premissas pouco aceitáveis.
Irrelevante (I)	Não atende os critérios 1.1, 1.2 simultaneamente e, quando for o caso, o critério 1.3	

Fonte: Elaborado por Martins e Macagno (2022) e traduzido pelos autores.

Para construir a **Etapa 5** da ferramenta, utilizamos a escala de avaliação de relevância para as movimentações dialógicas propostas por Macagno (2018, 2019). Tal escala foi utilizada com o mesmo objetivo desse autor, isto é, avaliar a relevância das movimentações dialógicas expressas pelos sujeitos.

Compreender a relevância dos movimentos dialógicos é importante, pois pode contribuir para que tenhamos mais elementos acerca da qualidade da argumentação dos sujeitos. Analisar apenas a estrutura dos argumentos de estudantes e/ou professores não é suficiente para avaliar a qualidade de sua argumentação, uma vez que um argumento pode ter afirmativa, dados, garantia, apoio, qualificador e/ou refutador relacionados e não contribuir para a construção do conhecimento (MARTINS; MACAGNO, 2021).

Para que a ideia de Macagno (2018, 2019) fosse utilizada em contexto de ensino de Ciências, fizemos algumas modificações.

Considerando possíveis confusões derivadas da polissemia do conceito de força, substituímos a ideia de força de relevância da movimentação dialógica proposta por Macagno (2018, 2019) pela de níveis de relevância.

Além disso, consideramos, na descrição do critério *coerência de tópico* proposto por aquele autor, situações em que uma analogia pode ser criada, uma vez que, no contexto educacional, sujeitos podem expressar um tópico diferente – mas que se relaciona com o tema da discussão – com o objetivo de auxiliar na discussão do tópico da movimentação dialógica anterior. Professores de Ciências de todos os níveis de ensino utilizam analogias frequentemente visando ajudar os estudantes a compreender determinados conceitos (MOZZER; JUSTI, 2013). Estudantes também podem utilizar analogias com esse objetivo, bem como para dar suporte às suas ideias (MOZZER; JUSTI, 2012; WALTON; REED; MACAGNO, 2008).

Na ferramenta de Macagno (2018, 2019), o critério de conhecimento comum é utilizado para avaliar a relevância de um movimento. Não consideramos esse critério na **Etapa 5** da ferramenta, pois, caso contrário, teríamos critérios com objetivos distintos (avaliar a relevância e a construção do conhecimento) em uma mesma etapa de análise.

Outros aspectos que acrescentamos na **Etapa 5** da ferramenta foram os critérios *atende parcialmente o critério R.1* e *atende parcialmente o critério R.2*, pois por diferentes razões, os movimentos podem ser relevantes apenas para o objetivo principal do diálogo ou o tema de discussão – o que acontece quando não possuímos a habilidade comunicativa bem desenvolvida. No ensino, essas situações podem influenciar negativamente no processo de construção de conhecimento, uma vez que favorecem um discurso autoritário. Esse tipo de discurso não permite a aproximação e a exploração de ideias e, por isso, não favorece uma aprendizagem significativa (MORTIMER; SCOTT, 2003)

Incluímos também informações nos critérios *distância inferencial* e *atende parcialmente o critério R.3* propostos por Macagno (2018, 2019), pois avaliamos que proposição(ões), conclusão(ões), ou parte(s) de sentença(s) podem e devem ser inferidas. Segundo Martins e Justi (2019) inferir partes de questões, explicações e conclusões que não foram expressas pelos estudantes durante o diálogo pode contribuir para melhor compreender seus raciocínios argumentativos.

Finalmente, a **Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento nas movimentações dialógicas e meta-dialógicas** favorece avaliar se as movimentações expressas por estudantes e/ou professores contribuíram para a construção do conhecimento. Isto é importante, pois em contextos de ensino de Ciências, os estudantes são oportunizados a elaborar, desenvolver e avaliar conhecimentos. Por isto, movimentos considerados como irrelevantes na **Etapa 5** não contribuem para a construção do conhecimento, pois é impossível que isto aconteça se não houver contribuição para o diálogo. Portanto, nessa etapa, são analisados os movimentos relevantes ou parcialmente relevantes, que são os que podem contribuir para a construção de um conhecimento comum. No quadro 2.5, são apresentadas as categorias descritivas para os critérios de contribuição ou não para a construção do conhecimento comum.

Quadro 2.5: Categorias descritivas para análise da contribuição para a construção do conhecimento comum nas movimentações dialógicas e meta-dialógicas.

Construção do conhecimento comum	Origem da construção do conhecimento
Há construção do conhecimento comum (CC)	CC.1 O movimento dialógico fornece ou solicita informações diferentes das fornecidas/solicitadas nos movimentos anteriores; ou solicita informações que foram apresentadas nos movimentos anteriores, mas às quais uma das partes ainda não teve acesso (MDcin); OU
	CC.2 O movimento dialógico: (i) contribui para a construção de propostas de soluções estabelecidas em movimentos anteriores; (ii) apresenta novas propostas de soluções/ações; (iii) seleciona uma das propostas de solução/ações apresentadas em movimento(s) anterior(es) ou; (iv) solicita a seleção, ou a proposição de soluções/ações ou tomadas de decisões por meio de: novos questionamentos, questionamentos feitos anteriormente mas elaborados de outra maneira, questionamentos que não foram respondidos, ou questionamentos que não foram discutidos completamente anteriormente. (MDdel); OU
	CC.3 O movimento dialógico: (i) contribui para construir as explicações (ou hipóteses para explicar um fenômeno/fato) já estabelecidas; (ii) propõe novas explicações (novas hipóteses para explicar um fenômeno/fato); ou (iii) solicita a proposição de explicações (ou hipóteses para explicar um fenômeno/fato) por meio de: novos questionamentos, questionamentos feitos anteriormente mas elaborados de outra maneira, questionamentos que não foram respondidos, ou questionamentos que não foram discutidos completamente anteriormente. (MDdes); OU

	<p>CC.4 O movimento dialógico: (i) defende uma solução/ideia proposta a partir de novas razões, argumentos, ou relações entre argumentos ou entre razões e conclusão; (ii) refuta uma solução/ideia proposta a partir de novas razões, argumentos, ou relações entre argumentos ou entre razões e conclusão; (iii) solicita a resolução de um conflito de ideias que ainda não foi solucionado ou razões para dar suporte uma solução/ideia; ou (iv) expressa dúvida em relação à solução ou ideia proposta a partir de: novos questionamentos, questionamentos feitos anteriormente mas elaborados de uma outra maneira, questionamentos que não foram respondidos, questionamentos que não foram discutidos completamente anteriormente; ou. (MDper e MDpdi); OU</p>
	<p>CC.5 O movimento dialógico: (i) avalia a validade de hipótese(s) proposta(s) a partir de evidências que ainda não foram exploradas ou que foram exploradas de outra forma; ou (ii) solicita avaliação da validade de hipótese(s) proposta(s) a partir de: novos questionamentos, questionamentos feitos anteriormente mas elaborados de uma outra maneira, questionamentos que não foram respondidos, ou questionamentos que não foram discutidos completamente anteriormente (MDinv); OU</p>
	<p>CC.6 O movimento meta-dialógico: expressa que os sujeitos compartilham uma mesma ideia; ou verifica se os sujeitos compartilham uma mesma ideia a partir de: novos questionamentos, questionamentos feitos anteriormente mas elaborados de outra maneira, questionamentos que não foram respondidos, ou questionamentos que não foram discutidos completamente anteriormente (MMDcon); OU</p>

	<p>CC.7 O movimento meta-dialógico: (i) esclarece o significado de uma ideia considerada como certa ou como duvidosa/vaga em movimentos anteriores, expressando um novo significado; (ii) corrige o significado de uma ideia considerada como certa ou como duvidosa/vaga em movimentos anteriores, expressando o significado correto que é diferente dos apresentados em movimentos anteriores; ou (iii) solicita esclarecimento sobre uma ideia a partir de: novos questionamentos, questionamentos feitos anteriormente mas elaborados de outra maneira, questionamentos que não foram respondidos, ou questionamentos que não foram discutidos completamente anteriormente (MMDesi); OU</p>
	<p>CC.8 O movimento meta-dialógico: (i) esclarece se o outro sujeito possui conhecimento(s) prévio(s) acerca de um novo assunto que ainda não foi abordado; ou (ii) busca esclarecimento sobre um novo assunto que ainda não foi abordado a partir de: novos questionamentos, questionamentos feitos anteriormente mas elaborados de outra maneira, questionamentos que não foram respondidos, ou questionamentos que não foram discutidos completamente anteriormente (MMDect); OU</p>

	CC.9 O movimento meta-dialógico: (i) esclarece o significado do objetivo de outros movimentos, expressando um novo significado; (ii) corrige o significado do objetivo de outros movimentos, expressando o significado correto que é diferente dos já apresentados; ou (iii) solicita esclarecimento sobre o objetivo de outros movimentos a partir de: novos questionamentos, questionamentos feitos anteriormente mas elaborados de outra maneira, questionamentos que não foram respondidos, ou questionamentos que não foram discutidos completamente anteriormente (MMDemo).
Não há construção do conhecimento comum (NCC)	CC.1, CC.2, CC.3, CC.4, CC.5, CC.6, CC.7, CC.8 ou CC.9 não ocorrem.

Fonte: Elaborado por Martins e Macagno (2022) e traduzido pelos autores.

Para construir a **Etapa 6** da ferramenta, utilizamos a ideia de contribuição para o conhecimento comum proposta por Macagno (2018, 2019). Este autor a utiliza como critério para avaliar a relevância das movimentações, como mencionamos anteriormente. Por outro lado, nós a utilizamos com o objetivo de avaliar se as movimentações dialógicas e meta-dialógicas manifestadas pelos estudantes contribuíram para a construção do conhecimento. Essa mudança de objetivo foi feita, pois a nossa intenção foi desenvolver uma ferramenta que pode ser utilizada para analisar tanto a argumentação de sujeitos quanto a construção de seus conhecimentos. Tal modificação levou à construção da **Etapa 6** da ferramenta.

Além dessa mudança, outras foram necessárias visando detalhar e/ou acrescentar alguns elementos de forma a manter a coerência da ferramenta analítica com o ensino de Ciências. Assim, incluímos a ideia de que uma movimentação dialógica ou meta-dialógica contribui para a construção do conhecimento se: i) expressar compartilhamento de uma mesma ideia, novas informações, relações, soluções, ideias, razões, argumentos, explicações, assim como esclarecer um novo assunto, o(s) significado(s) do(s) objetivo(s) de outros movimentos ou de ideia(s) considerada(s) duvidosa(s) ou vaga(s); ii) gerar contribuições para a construção de ideias, soluções ou explicações; e iii) expressar novas questões, questões elaboradas de uma maneira diferente das dos movimentos anteriores que não foram respondidas ou discutidas completamente (o que acontece, por exemplo, quando a questão repetida fornece informações adicionais àquelas que os estudantes haviam pensado). Por outro lado, por se tratar de uma situação de ensino ancorada na perspectiva construtivista, professores podem não estar presentes em todo o diálogo desenvolvido pelos estudantes. Assim, informações, soluções, explicações, argumentos, razões, ideias e esclarecimentos solicitados por professores, mas que já foram apresentados e discutidos pelos estudantes, podem contribuir para que conduzam o processo de ensino efetivamente e, conseqüentemente, para que os estudantes construam o conhecimento.

A partir dos aspectos citados anteriormente, elaboramos categorias relacionadas às características de cada tipo de movimentação (*Item Origem da construção do conhecimento* do

quadro 5). Destacamos que o *Movimento Dialógico de erística* (MDeri) não foi incluído na **Etapa 6**, pois jamais contribuirá para a construção do conhecimento, pois ataca a pessoa e não a ideia dela. Por esse motivo, ele será sempre irrelevante, já que expressa incoerência de tópico e gramática.

Considerando a análise de todas estas etapas e na sequência apresentada é possível caracterizar a qualidade dos movimentos argumentativos. Isto levará em conta, principalmente, a relevância e a contribuição ou não para a construção do conhecimento, uma vez que estamos analisando um contexto de ensino e aprendizagem. Ressaltamos que a ferramenta não permite identificar os conceitos ou conhecimentos construídos por sujeitos. Para isso, o analista deve identificar, nos movimentos que geraram contribuições para a construção do conhecimento, os conceitos ou conhecimentos construídos e expressos por indivíduos. Em seguida, ele deve avaliar se esses conceitos ou conhecimentos são coerentes com os presentes no currículo.

Enfatizamos também que para utilizar a ferramenta, o analista deve compreender o contexto de discussão para realizar a classificação do tipo de diálogo, dos movimentos dialógicos e meta-dialógicos, dos aspectos estruturais da argumentação, da relevância e contribuição de tais movimentos para a construção do conhecimento. Assim, é importante que ele observe o que foi falado, quem falou, quando foi falado, assim como o objetivo da atividade para que a análise seja feita de forma adequada. Sem a compreensão do contexto de discussão, existirá uma grande chance de o analista realizar uma análise imprecisa. Por essa razão também, a ferramenta pode ser aplicada para diferentes contextos de ensino de Ciências, como demonstrado em Martins e Macagno (2022).

3. Utilizando a Ferramenta para Analisar Diálogos Argumentativos em um contexto de ensino de Ciências

Para que você possa compreender como a ferramenta pode ser utilizada, apresentamos um trecho de uma das situações argumentativas que professora e estudantes de química do terceiro ano do ensino médio se engajaram (identificada e delimitada a partir do **Etapa 1** de análise da ferramenta: **Seleção das discussões a**

serem analisadas) durante uma atividade cujo objetivo é elaborar um modelo que explique os comportamentos os comportamentos da sacola de supermercado e da carcaça de TV ao tentar dobrá-los. Portanto, essa atividade favorece a ocorrência do diálogo de descoberta (Dds), cujo objetivo principal é elaborar uma explicação relacionada ao tópico em discussão. Essa análise está associada ao **Etapa 2** da ferramenta: **Identificação das naturezas dialógicas da atividade** da ferramenta.

Professora: (1)⁶ “Vocês observaram que os comportamentos desses plásticos são diferentes. No entanto, ambos os plásticos possuem a mesma origem, que é o petróleo, e são constituídos praticamente pelos mesmos tipos de átomos, isto é, carbono e hidrogênio. (2) Gostaria que vocês me ajudassem a pensar porque esses objetos têm comportamentos TÃO⁷ diferentes quando tentamos dobrá-los.”⁸

Etapa 3: Identificação das naturezas das movimentações dialógicas: (1) Movimento Dialógico de compartilhamento de informação (MDcin) e (2) Movimento Dialógico de descoberta (MDdes). A professora forneceu informações que as estudantes possivelmente não possuíam ou sabiam e solicitou a elaboração de uma explicação para os comportamentos da sacola de supermercado e carcaça de TV ao tentar dobrá-las.

9Etapa 5: Relevância das movimentações dialógicas: MDcin e MDdes são relevantes (R), pois houve coerência de tópico (R.1): comportamentos dos plásticos sacola de supermercado e carcaça de TV (flexibilidade); e coerência pragmática com o objetivo principal do diálogo (R.2): elaborar modelo(s) que explique os

⁶Números arábicos foram utilizados nas falas que possuíam mais de um tipo de movimento dialógico e/ou meta-dialógico.

⁷ Palavra em caixa alta indica ênfase na fala expressa pelo interlocutor.

⁸ Este código indica que o interlocutor completa imediatamente o turno de outro interlocutor (ou seja, sem uma pausa). Entendemos que um turno é uma fala ou gesto expresso por único interlocutor sem que outro a(o) complete imediatamente.

⁹ Como discutido anteriormente, a análise da **Etapa 4** é feita apenas para movimentos dialógicos que possuem aspectos estruturais argumentativos, isto é, para o *Movimento Dialógico persuasivo* (MDper) e o *Movimento Dialógico persuasivo de disputa* (MDpdi).

comportamentos da sacola de supermercado e carcaça de TV ao tentar dobrá-los.

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento nas movimentações dialógicas: CC.1, pois MDcim expressou informações que podem contribuir para as estudantes construírem conhecimentos. CC.3, pois MDdes solicitou uma explicação para os comportamentos dos plásticos sacola e carcaça de TV ao tentar dobrá-los, o que pode favorecer as estudantes construírem conhecimentos.

¹⁰Maria: “O tamanho da cadeia carbônica é diferente nesses plásticos. As moléculas da carcaça de TV são maiores do que as da sacola. Isso explica a carcaça ser menos flexível do que a sacola.”

Etapa 3: Identificação da natureza da movimentação dialógica: MDdes, pois Maria propôs uma hipótese para explicar os comportamentos distintos dos plásticos sacola de supermercado e carcaça de TV ao tentar dobrá-los.

Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica: MDdes é relevante (R), pois houve coerência de tópico com o do diálogo (R.1); e coerência pragmática com o objetivo principal do diálogo (R.2). Isso porque Maria atendeu ao objetivo do diálogo e ao proposto pela professora no movimento anterior.

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento na movimentação dialógica: CC.3, pois MDdes expressou uma nova hipótese para explicar os comportamentos dos plásticos sacola de supermercado e carcaça de TV ao tentar dobrá-los.

Professora: “Mas COMO o tamanho é capaz de explicar os comportamentos desses plásticos, se ambos são constituídos por macromoléculas, ou seja, moléculas MUITO MUITO grandes?”

Etapa 3: Identificação da natureza da movimentação dialógica: MDper. A professora elaborou um questionamento retórico. Esse questionamento pode ser reescrito na forma de argumento: a hipótese sobre os tamanhos distintos das moléculas da

¹⁰ Pseudônimos foram criados para estudantes visando manter o anonimato.

sacola e carcaça de TV não é capaz de explicar os comportamentos desses plásticos, pois ambos são constituídos por macromoléculas, ou seja, moléculas MUITO MUITO grandes.

Etapa 4: Caracterização da estrutura da argumentação de MDper: expressou um questionamento retórico acerca da hipótese de que os tamanhos distintos das moléculas influenciariam nos comportamentos dos plásticos da sacola e carcaça de TV (A).

Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica: ¹¹MDper é relevante (R), pois houve coerência de tópico com o do diálogo (R.1); e coerência pragmática com o objetivo principal do diálogo (R.2). Isso porque a professora atendeu o objetivo principal do diálogo.

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento na movimentação dialógica: CC.4, pois MDper expressou um questionamento retórico, que foi diferente dos expressos anteriormente.

Camila: “As moléculas estão organizadas de formas diferentes nesses objetos.”

Etapa 3: Identificação da natureza da movimentação dialógica: MDdes, pois Camila propôs uma hipótese para explicar os comportamentos diferentes dos plásticos sacola de supermercado e carcaça de TV ao tentar dobrá-los.

Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica: MDdes é relevante (R), pois houve coerência de tópico com o do diálogo (R.1); e coerência pragmática com o objetivo principal do diálogo (R.2). Isso porque Camila atendeu ao objetivo principal do diálogo.

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento na movimentação dialógica: CC.3, pois MDdes expressou uma nova hipótese para explicar os comportamentos dos plásticos sacola de supermercado e carcaça de TV ao tentar dobrá-los.

¹¹Como discutido anteriormente, as inferências são estabelecidas quando houver necessidade, critério R.3 - Distância Inferencial da **Etapa 5** de análise.

Professora: “Como as moléculas estão organizadas na sacola?”

Etapa 3: Identificação da natureza da movimentação dialógica: MDcin, pois a professora solicitou uma informação.

Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica: MDcin é relevante (R), pois houve coerência de tópico com o do diálogo (R.1); e coerência pragmática com o objetivo principal do diálogo (R.2). Isso porque a professora propôs um movimento que pudesse gerar contribuições para o objetivo principal do diálogo.

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento na movimentação dialógica: CC.1 pois MDcin expressou a solicitação de informação que pode contribuir para a construção do conhecimento.

Daniela: “Mais espaçadas.”

Etapa 3: Identificação da natureza da movimentação dialógica: MDcin, pois Daniela forneceu a informação em resposta à questão da professora.

Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica: MDcin é relevante (R), pois houve coerência de tópico com o do diálogo (R.1); e coerência pragmática com o objetivo principal do diálogo (R.2). Isso porque Daniela atendeu ao objetivo proposto pela professora no movimento anterior.

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento na movimentação dialógica: CC.1 pois MDcin expressou a informação que pode contribuir para a construção do conhecimento.

Professora: “Como as moléculas estão organizadas na carcaça de TV?”

Etapa 3: Identificação da natureza da movimentação dialógica: MDcin, pois a professora solicitou uma informação.

Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica: MDcin é relevante (R), pois houve coerência de tópico com o do diálogo (R.1); e coerência pragmática com o objetivo principal do diálogo (R.2).

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento na movimentação dialógica: CC.1 pois MDcin expressou a solicitação de informação que pode contribuir para a construção do conhecimento.

Camila: “Mais juntas.”

Etapa 3: Identificação da natureza da movimentação dialógica: MDcin, pois Camila forneceu a informação em resposta à questão da professora.

Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica: MDcin é relevante (R), pois houve coerência de tópico com o do diálogo (R.1); e coerência pragmática com o objetivo principal do diálogo (R.2). Isso porque Camila atendeu ao objetivo proposto pela professora no movimento anterior.

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento na movimentação dialógica: CC.1 pois MDcin expressou a informação que pode contribuir para a construção do conhecimento.

Karen: “Além disso, na carcaça de TV há mais quantidade de moléculas do que na sacola. Isso também ajuda a explicar por que a carcaça é menos flexível do que a sacola.”

Etapa 3: Identificação da natureza da movimentação dialógica: MDdes, pois Karen propôs uma nova hipótese para explicar os comportamentos diferentes dos plásticos sacola de supermercado e carcaça de TV ao tentar dobrá-los.

Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica: MDdes é relevante (R), pois houve coerência de tópico com o do diálogo (R.1); e coerência pragmática com o objetivo principal do diálogo (R.2). Isso porque Karen atendeu ao objetivo principal do diálogo.

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento na movimentação dialógica: CC.3, pois MDdes expressou uma nova hipótese para explicar os comportamentos dos plásticos sacola de supermercado e carcaça de TV ao tentar dobrá-los.

Estudantes: “Sim”

Etapa 3: Identificação da natureza da movimentação dialógica: MMDcon, pois as estudantes expressaram que compartilhavam uma mesma ideia.

Etapa 5: Relevância da movimentação dialógica: MMDcon é relevante (R). Esse tipo movimento é sempre relevante, pois evidencia que os sujeitos compartilham uma mesma ideia, evitando incoerências de tópico (R.1), significado ou pragmática (R.2).

Etapa 6: Contribuição para a construção do conhecimento na movimentação dialógica: CC.6, pois as estudantes passaram a discutir a partir da ideia consensual. Isso pode contribuir para a construção do conhecimento.

Nesse trecho, notamos que as estudantes e a professora engajaram em uma situação argumentativa cujo objetivo dialógico foi elaborar um modelo que explique os comportamentos os comportamentos da sacola de supermercado e da carcaça de TV ao tentar dobrá-los. Para isso, elas buscaram compartilhar informações (MDcin), propor (MDdes), avaliar (Mdper) e desenvolver hipóteses (MDdes) para explicar a situação-problema que foram relevantes para o diálogo e contribuíram para a construção do conhecimento em discussão¹².

4. Considerações Finais

Como apontamos no início deste capítulo, a Educação em Ciências carece de ferramentas para analisar o *processo argumentativo*. De forma a contribuir para esse aspecto, apresentamos o processo de construção de uma Ferramenta para Analisar Diálogos Argumentativos em contextos de ensino de Ciências. Com base nisso, você pode ter percebido que a ferramenta construída é composta por categorias e critérios quase-lógicos bem definidos (explicados e justificados) e condizentes com a finalidade para a qual foi construída, assim como por princípios ontológicos

¹² Ressaltamos que, por questão de espaço, fizemos a análise e discussão de apenas um trecho da situação argumentativa. Portanto, a análise e sua discussão não contemplam o todo.

coerentes entre si, que foram também explicados e justificados. De acordo com Martins e Macagno (2021), uma ferramenta da qualidade deve ter tais características. No entanto, uma das limitações das ferramentas utilizadas e/ou desenvolvidas para apoiar a análise da argumentação na área de Educação em Ciências é que elas não expressam, explicam e justificam todos os critérios a serem utilizados na a análise. Isso pode contribuir para que o analista tenha dificuldade em usá-los e/ou fazê-lo de forma inconsistente, produzindo resultados inconsistentes.

Assim, esperamos que este capítulo possa contribuir para que você que tenha se interessado pela ferramenta, a utilize de maneira coerente. Esperamos também que a apresentação do processo construção de uma ferramenta tenha um viés didático para você, pesquisador, interessando pelo campo metodológico da argumentação, em específico, na construção de novas propostas de ferramentas voltada para este propósito.

5. Referências Bibliográficas

BAKER, M. Argumentative Interactions and the Social Construction of Knowledge. In: MIRZA, N. M. e PERRET-CLERMONT, A.-N. (Ed.). **Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices**. Dordrecht: Springer, 2009. p.127-144.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 Ideas Clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas**. Barcelona: Graó, 2010.

KECSKES, I.; ZHANG, F. Activating, seeking, and creating common ground: A socio-cognitive approach. *Pragmatics & Cognition*, v. 17, n. 2, p. 331-355, 2009.
<https://doi.org/10.1075/pc.17.2.06kec>

KUHN, D. A Developmental Model of Critical Thinking. **Educational Researcher**, v. 28, n. 2, p. 16-25, 1999.
<https://doi.org/10.3102/0013189X028002016>

MACAGNO, F. Assessing relevance. **Lingua**, v. 210-211, n. 1, p. 42-64, 2018.

_____. Coding Relevance. **Learning, Culture and Social Interaction**, p. 1-15, 2019.

MACAGNO, F.; BIGI, S. Analyzing the pragmatic structure of dialogues. **Discourse Studies**, v. 19, n. 2, p. 148-168, 2017.
<https://doi.org/10.1177/1461445617691702>

MARTINS, M.; MACAGNO, F. Argumentação na educação em Ciências: algumas questões metodológicas para o debate. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 4, p. 1-23, 2021. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n4a05>

_____. An analytical instrument for coding and assessing argumentative dialogues in science teaching contexts. **Science Education**,

MARTINS, M.; JUSTI, R. An Instrument for Analyzing students' Argumentative Reasoning in the Discussion of Socio-Scientific Controversies. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 6, p. 713-738, 2019.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1579005>

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. The Relationships between Modelling and Argumentation from the Perspective of the Model of Modelling Diagram. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 14, p. 2007-2034, 2013.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2013.811615>

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. **Meaning Making in Secondary Science Classrooms**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Students' pre- and post-teaching analogical reasoning when they draw their analogies. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 3, p. 429-458, 2012.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.593202>

PASSMORE, C. M.; SVOBODA, J. Exploring Opportunities for Argumentation in Modelling Classrooms. **International**

Journal of Science Education, v. 34, n. 10, p. 1535-1554,
2012. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.577842>

TOULMIN, S. **The Uses of Argument**. New York: Cambridge University Press, 1958.

WALTON, D. What is reasoning? What is an argument? **Journal of Philosophy**, v. 87, p. 399-419, 1990.
<https://doi.org/10.2307/2026735>

_____. **Fundamentals of Critical Argumentation**. New York: Cambridge University Press, 2006.

WALTON, D.; REED, C.; MACAGNO, F. **Argumentation Schemes**. New York: Cambridge University Press, 2008.

**3. PRÁTICAS EPISTÊMICAS
NA PESQUISA EM
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUESTÕES PARA UM
DEBATE**

.....

**EDYTH PRISCILA CAMPOS SILVA
THALITA DE OLIVEIRA CARNEIRO
LUIZ GUSTAVO FRANCO**

1. Introdução

Discussões recentes em relação aos objetivos de aprendizagem de Ciências da Natureza têm apontado a relevância do engajamento dos estudantes em práticas epistêmicas. De modo geral, o termo “epistêmico” tem sido utilizado pela pesquisa em Educação em Ciências como referência ao conjunto de conhecimentos, normas, práticas e motivações relacionados ao que é considerado conhecimento e como as afirmações de conhecimento são justificadas nas Ciências da Natureza.

Uma série de conceitos relacionados é observada nos últimos anos na literatura: crenças epistêmicas (SANDOVAL, 2005), critérios epistêmicos (SANDOVAL; ÇAM, 2011), práticas epistêmicas (KELLY, 2008), movimentos epistêmicos (MOTTA, MEDEIROS; MOTOKANE, 2018), propósitos epistêmicos (FERRAZ; SASSERON, 2017); agência epistêmica (MILLER et al., 2018), operações epistêmicas (CASAS-QUIROGA; CRUJEIRAS-PÉREZ, 2020), emoções epistêmicas (MUIS et al., 2021).

Apesar dessa diversidade e de uma espécie profusão do descrito “epistêmico” na área, parte dessas pesquisas que se dedica, especificamente, à análise de **práticas epistêmicas**. Frentes de pesquisa interessadas nesta temática têm explorado diferentes aspectos, configurando a temática de práticas epistêmicas como uma tendência recente da área de Educação em Ciências: i) o papel processos discursivos/reflexivos no engajamento de estudantes em práticas epistêmicas; ii) as relações com determinadas abordagens de ensino e o papel do professor; iii) o lugar de outras práticas e abordagens para o desenvolvimento de análises mais complexas; iv) os desafios de análises voltadas para os processos de construção de práticas epistêmicas; e v) os riscos de um posicionamento dos estudantes como ‘imitadores’ de práticas pré-determinadas e não como agentes epistêmicos.

Neste capítulo, exploramos cada uma dessas frentes de pesquisa. A partir dos apontamentos dessas diferentes frentes, destacamos avanços e desafios, além de refletir em torno de algumas questões capazes de gerar implicações para o campo de pesquisa interessado na análise de práticas epistêmicas.

2. Uma noção de práticas epistêmicas

Diferentes autores de diversas áreas têm buscado compreender e definir as práticas relacionadas à construção do conhecimento científico. Neste capítulo, nos concentramos em definições de *práticas epistêmicas* encontradas na literatura da área de Educação em Ciências.

Um contraste entre as propostas dos autores da área que definem práticas epistêmicas (e.g. ENFIELD et al., 2008; KELLY, 2008; SANDOVAL, 2005; STROUPE, 2014) indica algumas concepções compartilhadas dentro da Educação em Ciências sobre o tema. No Quadro 3.1, elencamos algumas dessas características.

Quadro 3.1: Características das práticas epistêmicas para autores da Educação em Ciências.

Caracterizando práticas epistêmicas				
Características	Eve Manz	Gregory Kelly	Mark Enfield	Willian Sandoval
Mutabilidade ao longo do tempo	X	X		
Diversidade das práticas	X	X		X
Natureza interacional	X	X	X	X
Natureza contextual	X	X		X
Ênfase na cognição			X	X
Relações de poder	X	X		

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores

Consultamos artigos e livros de autores da área que apresentam definições próprias de práticas epistêmicas¹³. Por meio do Quadro 1, sistematizamos algumas características que indicam concepções compartilhadas dentro da área de Educação em Ciências.

De modo geral, práticas epistêmicas se referem a modos de fazer e de pensar relacionados à explicação de fenômenos e à resolução de problemas científicos que dão legitimidade ao conhecimento construído. Tais práticas dependem da comunidade em que são desenvolvidas e dos seus objetivos, não havendo um conjunto fixo e imutáveis delas. Além disso, autores enfatizam sua natureza interacional.

Outro aspecto relevante é que, ao considerarmos uma dessas características como algo importante para um autor e não para outro, não significa que os autores desconsideram determinado aspecto. Por exemplo, Enfield e Sandoval propõem a definição de práticas epistêmicas enfatizando a cognição dos estudantes. Isso não significa que outros autores, como Manz e Kelly, entendam que não exista uma dimensão cognitiva quando práticas epistêmicas são negociadas em sala de aula. O que acontece é que a cognição não é um aspecto enfatizado no conceito destes autores. De modo semelhante, ao indicarmos que Manz e Kelly apontam a mutabilidade das práticas epistêmicas ao longo do tempo como aspecto relevante, não significa que outros autores, como Enfield e Sandoval acreditem que essas práticas não possam se transformar. Apenas indica que estes autores não enfatizam esse aspecto em suas definições. Esses diferentes aspectos enfatizados pelos autores nos ajudam a ampliar nosso olhar sobre o que a área de Educação em Ciências tem considerado acerca da pesquisa em práticas epistêmicas.

Dentre esse conjunto de propostas, a definição mais recorrente encontrada nas pesquisas é a de Gregory Kelly. Desse modo, neste capítulo, discutimos os pressupostos e conceitos mobilizados por este autor. Para discutir práticas epistêmicas, Kelly parte da definição de epistemologia como área que busca compreender a origem, os propósitos, a natureza e as limitações de diferentes campos do conhecimento. Partindo desse campo e baseado

¹³ Importante mencionar que alguns autores muito citados nessas pesquisas, como David Stroupe e Maria Pilar Jiménez-Aleixandre, não apresentam definições próprias de práticas epistêmicas. No caso destes dois autores, a definição de práticas epistêmicas utilizada é a de Gregory Kelly.

nas escolas de pensamento do discurso étnico e da epistemologia feminista (e.g. LONGINO, 2002), o autor defende que o sujeito epistêmico, isto é, aquele que constrói conhecimento não está situado em um conhecedor individual, mas em um grupo social relevante (KELLY, 2008).

Longino discorre sobre as normas sociais para a produção e validação das afirmações do conhecimento. Em seu livro, “*The Fate of Knowledge*” (2002), a autora busca compreender o papel das relações sociais na produção e no conteúdo do conhecimento científico. As grandes questões tratadas pela autora estão relacionadas à natureza, produção, aceitação e evolução do conhecimento científico. Além de também buscar compreender como processos culturais, as interações sociais e contextos históricos fazem parte da construção do conhecimento científico.

A mudança do sujeito epistêmico relacionada a esta construção implica examinar os processos sociais para determinar o que conta como conhecimento para um grupo social. Implica, ainda, considerar a compreensão dos significados construídos pelos próprios membros da comunidade, a avaliação do conjunto de ideias dentro de contextos sociais e históricos e o reconhecimento da importância da avaliação das afirmações científicas por diferentes grupos sociais. Quando tais processos se tornam rotineiros e padronizados ao longo do tempo, tornam-se práticas epistêmicas (KELLY; LICONA, 2018).

Outra autora que teve influência sobre as proposições acerca de práticas epistêmicas é Karin Knorr Cetina. A autora, em seu texto “*Epistemic Cultures: Forms of Reason in Science*” (1991), afirma que muitos filósofos e cientistas sociais trataram a racionalidade como a marca registrada da ciência. Dentro dessa perspectiva, o contexto no qual se insere a atividade científica - *aspectos pessoais, sociais e culturais* - seriam tipicamente considerados irrelevantes para a compreensão filosófica adequada da ciência. Isso mostra não apenas que a ciência é considerada como sinônimo da racionalidade, mas a racionalidade proporciona a assepsia da ciência, isto é, sem relações com contextos. A autora argumenta que algumas dessas pesquisas, na melhor das hipóteses, consideram como o contexto afeta o procedimento cientificamente racional, isto é, como afeta aquilo que é o puro método científico ou puro pensamento no desenvolvimento e fundamentação do conhecimento.

Ao contrário disso, Knorr-Cetina defende a construção da ciência como um fenômeno texturizado pelo contexto. Relações sociais se articulam e se conectam com os “mecanismos de descoberta da ‘verdade’” (KNOOR-CETINA, 1999, p. 107, tradução nossa). Sobre isto a autora afirma:

[...] vemos o método científico como um fenômeno fortemente texturizado, e não como a mera execução de algum padrão de razão filosoficamente intuído. O contexto ou, em um sentido amplo, “cultura” está dentro do epistêmico, e a sociologia do conhecimento, ou talvez devêssemos dizer o estudo do conhecimento, deve também se preocupar com a estrutura cultural da metodologia científica (KNOOR-CETINA, 1999, p. 107, tradução nossa).

Com base nessas ideias, Kelly e Licon (2018) passam a refletir sobre a ciência e a natureza das práticas epistêmicas em seu processo de construção. Para os autores, práticas epistêmicas são *interacionais*, *contextuais*, *intertextuais* e *consequenciais*. Interacional diz respeito a como as práticas são realizadas e socialmente organizadas. Contextuais diz respeito a como as práticas são situadas em normas e práticas sociais. Intertextuais diz respeito a como as práticas são comunicadas por meio de uma história de discursos, signos e símbolos articulados. Consequenciais, por sua vez, diz respeito a como as práticas geram consequências para os processos de legitimação do conhecimento, ao envolver relações de poder e mudanças na cultura de um grupo.

Um dos aspectos centrais dessa proposta é que os processos discursivos são centrais para a construção das práticas epistêmicas. De modo que, para Kelly, o discurso é considerado como a “linguagem em uso, incluindo a comunicação verbal e não verbal e o uso de inscrições, signos e símbolos” (KELLY; LICONA, 2018, p. 143, tradução nossa). O discurso é central, pois ele “molda e é moldado pelas práticas socioculturais” (KELLY; LICONA, 2018, p. 143, tradução nossa). Em outras palavras, é a linguagem em uso que dá forma a normas sociais, expectativas e práticas ao longo do tempo, assim como as normas, expectativas e práticas também dão forma ao discurso.

Além disso, Kelly e Licona (2018) ainda afirmam que as práticas epistêmicas são aprendidas por meio da participação em uma comunidade e por meio de interações prolongadas com membros já familiarizados. Essas práticas podem ser construídas, ampliadas, e alteradas devido aos desafios relacionados à produção do conhecimento. Elas também podem ser características de grupos locais ou se estender a diversos grupos. Aspecto discutido anteriormente relacionado às práticas epistêmicas não serem fixas e imutáveis.

Outro aspecto relevante das práticas epistêmicas discutido por Kelly, relaciona-se ao fato das práticas epistêmicas não se limitarem a um conjunto de passos lineares do método científico, mas referem-se a “maneiras de as pessoas conhecerem e reconhecerem o valor de ser coerente em maneiras sistemáticas de tornar as evidências abertas para escrutínio e a avaliação pública” (KELLY; LICONA, 2018, p. 145, tradução nossa).

Nos contextos escolares, as propostas de Kelly geram implicações relevantes. O autor entende que, em sala de aula, as práticas epistêmicas também são construídas interacionalmente, negociadas e transformadas ao longo do tempo. Trabalhar práticas epistêmicas em aulas de ciências envolveria, então, introduzir os estudantes nas formas científicas de *proposição*, *comunicação*, *avaliação* e *legitimação* de afirmações de conhecimento.

As práticas epistêmicas relacionadas à proposição de afirmações do conhecimento estão relacionadas às formulações iniciais dos alunos sobre um fenômeno estudado ou uma questão debatida. Por exemplo, planejar investigações ou modelos, sugerir hipóteses e fazer previsões sobre fenômenos (KELLY; LICONA, 2018).

As práticas epistêmicas relacionadas à comunicação de afirmações de conhecimento, por sua vez, dizem respeito ao compartilhamento de ideias por meio do discurso nas múltiplas audiências em que os estudantes participam como, por exemplo, pequenos grupos de discussão, discussão com toda a turma, feiras. Nesses momentos, os estudantes usam os conhecimentos e desenvolvem seu próprio pensamento ao debater ideias, (re)negociar estratégias, apresentar argumentos, testar experimentos (KELLY; LICONA, 2018).

As práticas epistêmicas relacionadas à avaliação dizem respeito à análise de argumentos e evidências e o modo como são apresentados, isto é, referem-se a consonância com os padrões de representação e com a linguagem adequada.

As práticas epistêmicas relacionadas à legitimação ocorrem quando os estudantes escolhem um ponto de vista em detrimento de outro. Na sala de aula, tendo em vista a natureza consequencial das práticas epistêmicas, a legitimação resulta de modificações em afirmativas do conhecimento, a partir daquilo que um grupo reconhece como legítimo, o que envolve relações de poder e aspectos culturais e sociais. Por meio das práticas de legitimação, os estudantes se reconhecem “como aprendizes de ciências capazes de participar e dar sentido às práticas científicas.” (KELLY; LICONA, 2018, p. 147, tradução nossa).

Importante ressaltar ainda que, tendo em vista sua natureza contextual e intertextual, existem formas de práticas epistêmicas que variam de acordo com os contextos de inserção e os objetivos pedagógicos. Os objetivos epistêmicos de uma atividade investigativa podem ser diferentes daqueles de um debate sobre questões sociocientíficas. Portanto, as práticas epistêmicas poderão ser distintas, não havendo um conjunto limitado delas.

Em síntese, a proposta de práticas epistêmicas de Gregory Kelly situa o sujeito epistêmico em uma comunidade. Assim, o que conta como conhecimento é construído por meio das práticas sociais dessa comunidade. Para o autor, práticas epistêmicas são maneiras específicas com as quais os membros de uma comunidade propõem, comunicam, avaliam e legitimam afirmações do conhecimento. Elas são interacionais, contextuais, intertextuais e consequenciais, aspectos que indicam a centralidade do discurso em seu processo de construção ao longo do tempo. Além disso, as práticas epistêmicas são dependentes do campo e, portanto, não há um conjunto limitado delas.

3. A promoção de práticas epistêmicas em aulas de ciências

Nos últimos anos, uma das frentes de pesquisa que vem ganhando proeminência se dedica a compreender os modos por meio dos quais a educação científica pode estimular os estudantes a propor,

comunicar, avaliar e legitimar conhecimentos em aulas de ciências. Um exemplo desse tipo de estudo é o trabalho de Sandoval e Reiser (2004). Os autores desenvolveram uma ferramenta computacional, denominada *ExplanationConstructor*, que funciona como um diário eletrônico. Por meio desta ferramenta, os estudantes podem construir um registro contínuo e organizado das investigações realizadas nas aulas de ciências. Em sua pesquisa, os autores desenvolveram uma intervenção em duas turmas do 9º ano que usaram a ferramenta computacional em uma sequência investigativa sobre o tema evolução. Foi possível observar a construção de práticas epistêmicas nas interações entre os estudantes como, por exemplo, a negociação de explicações e a avaliação de evidências.

Para os autores, o contexto instrucional projetado pelo uso do *ExplanationConstructor* apoiou a construção de práticas epistêmicas entre os estudantes, pois a ferramenta proporcionou espaço para interação e desenvolvimento conjunto de investigações. Outros estudos seguem um desenho de pesquisa semelhante, isto é, planejam uma proposta instrucional e buscam identificar, a partir de sua implementação, que práticas epistêmicas foram estimuladas (e.g. HOLMES; KEEP; WIEMAN, 2020; LIN; CHAN, 2018; MANZONI-DE-ALMEIDA, JANVIER; TRIVELATO, 2016; SILVA; TRIVELATO, 2017).

De modo geral, essas propostas instrucionais (e.g. atividades, sequências didáticas, jogos, ferramentas digitais) são orientadas por abordagens de ensino específicas, principalmente, o Ensino de Ciências por Investigação (SANTANA; SEDANO, 2021). Um aspecto frequentemente observado em orientações como estas é que a abordagem investigativa, visando a promoção de práticas epistêmicas, não pode ser aquela em que os estudantes seguem um protocolo fixo pois, assim os estudantes construiriam uma visão limitada sobre o trabalho científico. Nesse sentido, por mais que haja um conjunto de práticas na construção do conhecimento que consideramos importantes de serem ensinadas na escola, a construção dessas práticas deve passar por uma constante reflexão sobre o que está sendo feito.

Apesar da relevância de indicações como essas, concordamos com Sasseron (2018) ao ressaltar que, mesmo que instruções curriculares sejam explícitas, é central considerarmos o papel e a autonomia do professor em sala de aula. Isto é, orientações

encontradas em sequências didáticas ou orientações curriculares podem ser úteis, mas não devem ser tomadas como tutorais sobre como desenvolver práticas epistêmicas em sala de aula. Conforme argumentado por Kelly (2008), as práticas epistêmicas possuem natureza contextual, isto é, dependem da realidade cotidiana de cada comunidade, das características do professor e dos estudantes.

Diante do exposto, a autonomia do professor deve ser considerada na condução das atividades. A construção de práticas epistêmicas não mantém relações apenas com o contexto instrucional, mas também com o modo como as atividades são propostas e mediadas. Isto é, o papel do professor é central na proposição de práticas epistêmicas em sala de aula e pesquisadores têm se debruçado sobre essa questão. O trabalho de Sasseron e Duschl (2016), por exemplo, nos fornece alguns apontamentos sobre como uma professora favoreceu a construção de práticas epistêmicas. Sua pesquisa foi realizada com estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental, envolvendo uma sequência de ensino investigativa sobre aspectos físicos, históricos, sociais e ambientais da navegação. Os resultados indicaram que, quando a professora estimulava o debate de ideias, incentivava os estudantes a participar de discussões, avaliar as ideias uns dos outros e, a partir dessas ideias, construir novos pontos de vista, diferentes práticas epistêmicas eram construídas

O papel da professora foi o de representar a autoridade epistêmica da ciência em sala de aula, promovendo espaços discursivos e fornecendo elementos para sustentar a construção de práticas epistêmicas entre os estudantes. Outros estudos têm se dedicado a compreender esse papel e os seus desdobramentos para a aprendizagem de ciências (FERRAZ; SASSERON, 2017; MOTA et al., 2018; STROUPE et al., 2018). Assim, além de uma análise sobre como promover práticas epistêmicas em sala de aula, frentes de pesquisa também têm se dedicado a investigar o que e como os estudantes aprendem ao construir tais práticas.

Um exemplo desse tipo de estudo é a pesquisa de Manz (2012). Neste trabalho, a autora buscou compreender como a construção de práticas epistêmicas proporcionou o uso e compreensão de conceitos científicos. Na sua pesquisa, estudantes do terceiro ano do Ensino Fundamental tiveram que explorar uma área externa da escola onde havia muitas espécies de plantas. Neste local, havia também uma

parede que fazia sombra na metade do espaço, criando assim dois tipos de vegetação. Os estudantes deveriam explorar e explicar porque diferentes tipos de plantas cresciam ali. A pesquisa comparou a visibilidade e o uso de conceitos pelos estudantes durante o ano letivo, procurando observar como as ideias deles foram sendo usadas e desenvolvidas enquanto construía práticas epistêmicas. O resultado da pesquisa mostrou que os conceitos foram aprofundados e usados em novas investigações. Outras pesquisas nesse mesmo sentido têm apontado o papel das práticas epistêmicas para a aprendizagem conceitual (e.g. SILVA, 2015; FRANCO; MUNFORD, 2020).

Outra frente de pesquisas refere-se à formação de estudantes como responsáveis em suas ações como cidadãos e na tomada de decisões referentes a questões sociais. Nesse caso, os estudos não têm como objetivo caracterizar as práticas epistêmicas, *per se*, mas compreender os desdobramentos gerados pela construção de tais práticas para a formação cidadã dos estudantes. Um exemplo desse tipo de estudo é a pesquisa de Casas-Quiroga e Crujeiras-Pérez (2020). Neste trabalho as autoras buscaram examinar as práticas epistêmicas construídas em um ambiente argumentativo sociocientífico.

A pesquisa contou com a participação de 14 alunos com idade entre 16 e 17 anos de uma turma de Biologia e Geologia de uma escola pública de Ensino Médio na Espanha em uma atividade de resolução de uma situação de emergência alimentar de um país fictício. A atividade envolveu os estudantes na tomada de decisão em controvérsias sociais de maneira relevante e abertamente discutível, despertando a imaginação e abrindo espaço para o compartilhamento de diferentes perspectivas. Esse tipo de pesquisa ainda não é tão presente na área. A maioria dos estudos sobre práticas epistêmicas se dá a partir da análise de contextos instrucionais investigativos e não, necessariamente, sociocientíficos.

Sobre isso, autores têm indicado a relevância de temas sociais articulados às práticas epistêmicas. A partir de cada perspectiva que os estudantes adotem, eles devem “construir, comunicar, avaliar e legitimar (ou não) argumentos múltiplos e muitas vezes concorrentes” (KELLY; LICONA, 2018, p. 156). Nesse sentido, na abordagem de questões sociocientíficas, o que é tido como evidência e raciocínio válido pode variar, conseqüentemente, as práticas

epistêmicas que os alunos poderão construir vão além daquelas que observamos em contextos instrucionais investigativos.

Alinhadas a essa perspectiva, Ramos e Mendonça (2021) afirmam que as práticas epistêmicas podem ser usadas para auxiliar os estudantes na avaliação dos critérios para justificar as afirmativas de acordo com o domínio epistêmico envolvido na resolução das questões sociocientíficas. Dessa forma, de acordo com a lógica adotada para a construção das conclusões, diferentes formas de justificar serão mobilizadas, já que diferentes domínios epistêmicos suportam tipos de justificação e evidências distintos.

4. Avanços, desafios e caminhos das pesquisas

As pesquisas sobre práticas epistêmicas no ensino de ciências têm avançado em aspectos importantes e enfrentado alguns desafios, especialmente metodológicos. Há uma noção compartilhada entre tais pesquisas de que características do contexto instrucional das aulas de ciências, isto é, os *tipos de atividades, tarefas, sequências didáticas* podem gerar maior ou menor promoção de práticas epistêmicas em sala de aula. O Ensino de Ciências por Investigação, nesse sentido, é apontado como uma importante abordagem. Apesar disso, outras abordagens de ensino representativas da área, como o uso de questões sociocientíficas, ainda são pouco compreendidas, no que se refere à promoção de práticas epistêmicas.

Quando se fala em ensino por investigação e práticas epistêmicas, os pesquisadores enfatizam o papel de processos discursivos/reflexivos em aulas de ciências. Parece central a constituição de um ambiente em que os estudantes têm espaço para expor ideias, discutir explicações e argumentar, favorecendo a adoção de práticas epistêmicas, levando-os a se tornarem mais autônomos em projetar e conduzir investigações. Nesse contexto, o professor tem o papel de propor atividades com estes objetivos, orientar as discussões e dar suporte a uma autonomia gradualmente construída pelos estudantes.

Com relação aos processos de aprendizagem, a construção de práticas epistêmicas tem se revelado importante para que os estudantes mobilizem/compreendam conceitos científicos de modo contextualizado. Este processo pode ainda gerar desdobramentos, como ampliar oportunidades resoluções de questões complexas da

nossa sociedade, relacionada ao posicionamento crítico e informado dos estudantes em seu cotidiano. Esses desdobramentos, todavia, ainda são pouco explorados pela área.

Autores têm apontado que, tanto documentos curriculares quanto pesquisadores, entendem práticas da ciência a partir de uma ênfase em suas dimensões epistêmicas. Isto é, aspectos de natureza sociológica são desvalorizados quando se discutem/propõem práticas epistêmicas em aulas de ciências (e.g. fatores contextuais, afetivos, de financiamento, éticos, culturais, políticos etc) (GARCÍA-CARMONA, 2021).

Nesse sentido, um caminho promissor para a pesquisa é a construção de práticas epistêmicas em sala de aula para além fatores racionais e cognitivos de modo descontextualizado (GARCÍA-CARMONA, 2021). Esse tipo de articulação pode expandir as análises para além da dimensão internalista da ciência, comumente privilegiada por abordagens como o ensino por investigação. Apenas dar enfoque à atividade científica, em sua dimensão racional/cognitiva e desconsiderando suas relações sociais, pode levar os estudantes a construir uma visão distorcida da ciência.

Defendemos que a educação em ciências ajude os estudantes a buscar uma forma de conceber ideias baseadas em um bom escrutínio e que se valha de diferentes domínios epistêmicos para construir uma melhor resposta (ou melhores respostas) aos problemas da sociedade. Dessa forma, diferentes práticas epistêmicas serão construídas de acordo com a área de conhecimento em discussão, “isso porque, de acordo com o domínio epistêmico, espera-se que formas distintas de gerar, comunicar, avaliar e legitimar o conhecimento” (RAMOS; MENDONÇA, 2021, p. 14).

Uma proposta que nos parece importante para a área, nesse contexto, é uma aproximação entre abordagens que possam contribuir para a construção de práticas epistêmicas e, portanto, aproximar os estudantes da forma de conceber ideias da comunidade científica, para pensar sobre problemas complexos da sociedade.

É possível observar um movimento da área nesse sentido. Um exemplo é a abordagem da aprendizagem baseada em investigação sociocientífica (*socio-scientific inquiry-based learning* – SSIBL) discutida por Levinson (2018). Nessa abordagem, a proposta é explorar questões sociocientíficas por meio da investigação científica,

apoiando uma educação científica para a atuação social. O autor propõe que nessa abordagem os alunos devem levantar questões autênticas decorrentes dos impactos da ciência e tecnologia na sociedade. Perguntar, executar uma investigação científica e social para explorar essas questões e formular soluções que ajudem a promover mudanças. O autor discute que essas investigações não são predeterminadas e podem envolver uma variedade de estratégias, por exemplo, uso experimentos, realização de pesquisas e debates.

Esse tipo de abordagem pode auxiliar os professores a mapear e explorar discordâncias epistêmicas entre os estudantes, um aspecto relevante para a educação científica do século XXI. Diferenças epistêmicas podem surgir porque as pessoas têm o objetivo de proteger crenças anteriores e, portanto, avaliar fontes e evidências que protegem essas crenças. Pode estar relacionado também a querer ter uma precisão nas evidências que a ciência não é capaz de obter, ou até mesmo, estar relacionado às identidades sociais, políticas e religiosas.

Para autores como Chinn, Barzilai e Duncan (2020), diante desse cenário, a Educação em Ciências deve apoiar o envolvimento em práticas epistêmicas não apenas dizendo aos estudantes que devem confiar nos cientistas, mas criando oportunidades para que suas epistemologias sejam colocadas no plano social da turma. Ao propor questões sociocientíficas em sala de aula, aliadas à investigação científica, a educação em ciências proporcionaria um ambiente em que os estudantes possam pensar sobre problemas da sociedade e utilizar dos modos de construir o conhecimento da ciência para construção e avaliação de argumentos, e dessa forma, buscar respostas mais complexas.

Ademais, há outros aspectos ainda pouco conhecidos pela área. As pesquisas oferecem uma série de apontamentos sobre contextos instrucionais mais propícios à promoção de práticas epistêmicas em sala de aula e sobre o papel do professor neste processo. Grande parte dos trabalhos que têm se dedicado a estas questões chegaram às suas conclusões por meio da categorização de práticas epistêmicas identificadas em uma atividade ou sequência didática. Esses estudos nos oferecem indicações relevantes, quando pensamos, por exemplo, no mapeamento da diversidade de práticas epistêmicas que são construídas em diferentes salas de aula ou na

identificação de possíveis desafios a serem enfrentados pelo professor no trabalho com práticas epistêmicas.

Todavia, poucos são os estudos sobre *como* os estudantes adotam práticas epistêmicas. Ao categorizar que práticas estão presentes ou ausentes em um conjunto de aulas, temos evidências de potencialidades de uma proposta instrucional (e.g. sequência didática ou uma única atividade) além de compreender melhor o nível de apropriação dos estudantes daquelas práticas selecionadas. A questão que colocamos aqui, porém, se refere aos modos com os quais os estudantes constroem práticas epistêmicas. Apesar da relevância dessa questão para o campo, ainda há poucos estudos que se dedicaram a compreender esse processo em uma perspectiva processual, valorizando transformações observadas em sala de aula ao longo do tempo.

Essa é uma questão que demanda maior aprofundamento do campo. Nessa mesma direção, outro desafio importante para a área é (re)pensar o lugar dos estudantes nesse processo. Apesar de indicações de mudanças e avanços, trabalhos recentes como de Stroupe e colaboradores (2018), Miller e colaboradores (2018), Ko e Krist (2018), apontam que, mesmo em cenários nos quais se buscam promover práticas epistêmicas e sociais da ciência em sala de aula, os estudantes podem apenas ser posicionados como meros técnicos de tais práticas. Técnicos, porque se limitariam a atuar como “imitadores” de um conjunto de práticas selecionadas a priori, por não possuírem permissão para criar e moldar práticas como criar e revisar modelos explicativos ou determinar critérios para analisar evidências.

As experiências formativas pessoais dos professores de ciências, os quais tiveram contato com as estruturas vigentes nas comunidades científicas, tendem a reproduzir a manutenção dessas estruturas em suas salas de aula. Isso implica na reprodução de experiências de autoridade e legitimação epistêmica semelhantes ao que acontece nas comunidades científicas. Nessas, os cientistas são aqueles que podem realizar as práticas dessa comunidade, como “fazer e verificar afirmações, fazer perguntas de pesquisa específicas e orientar experimentos, raramente concedendo tal autoridade a outros” (STROUPE, 2014, p. 489, tradução nossa). Desse modo, mesmo em contextos instrucionais que buscam introduzir dimensões

práticas da ciência em sala de aula, corremos o risco de reproduzir esse mesmo tipo de estrutura.

No bojo dessa discussão, pesquisadores têm buscado compreender como estudantes se tornam agentes epistêmicos em aulas de ciências. Isto é, como se tornam participantes legítimos de práticas epistêmicas e sociais com o poder para moldá-las ao longo do processo de construção do conhecimento.

Tais pesquisas têm indicado que oportunidades de agência epistêmica podem ser potencializadas a partir da possibilidade de os estudantes expressarem quem são e desejam ser, recriando, adaptando e ressignificando práticas epistêmicas (BARTON; TAN, 2010; MILLER et al., 2018). Ressignificar práticas dependeria de “rachaduras estruturais”, metáfora explorada por Carlone e colaboradores (2015) para indicar as possibilidades de transformação culturais em menor ou maior escala em sala de aula ou escola. Essas rachaduras estruturais, no contexto do ensino de ciências, mantêm relações com ambiente de aprendizagem na direção de uma contínua redistribuição da autoridade epistêmica e do poder de decisão com os estudantes.

Os desafios da agência epistêmica envolvem questões como a insegurança dos estudantes ao colocar suas próprias ideias no plano coletivo da sala de aula e a detenção da autoridade epistêmica na figura do professor. Do ponto de vista da prática pedagógica, os estudos destacam que criar oportunidades para que os próprios estudantes tomem decisões e moldem o processo de construção do conhecimento gera demandas para que pensemos em contextos instrucionais bastante distintos do convencional e uma constante reformulação do planejamento de ensino.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao financiamento da FAPEMIG (01/2021 – Demanda Universal) que permitiu a realização desta pesquisa.

5. Referências bibliográficas

- BARTON, A. C.; TAN, E. We Be Burnin'! Agency, Identity, and Science Learning, **Journal of the Learning Sciences**, v. 19, n. 2, p. 187-229, 2010.
- CARLONE, H. B.; JOHNSON, A.; SCOTT, C. M. Agency amidst formidable structures: How girls perform gender in science class. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 52, n. 4, p. 474-488, 2015.
- CASAS-QUIROGA, L.; CRUJEIRAS-PÉREZ, B. Epistemic operations performed by high school students in an argumentation and decision-making context: Setrocia's alimentary emergency, **International Journal of Science Education**, v. 42, n. 16, p. 2653-2673, 2020.
- CHINN, C. A.; BARZILAI, S.; DUNCAN, R. G. Disagreeing about how to know: The instructional value of explorations into knowing. **Educational Psychologist**, v. 55, n. 3, p. 167-180, 2020.
- ENFIELD, M.; SMITH, E. L.; GRUEBER, D. J. "A sketch is like a sentence": Curriculum structures that support teaching epistemic practices of science. **Science Education**, v. 92, n. 4, p. 608-630, 2008.
- FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos Epitêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42, 18 abr. 2017.
- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 687-719, 5 ago. 2020.
- GARCÍA-CARMONA, A. Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas

científicas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 18, n. 1, p. 1108, 2021.

HOLMES, N. G.; KEEP, B.; WIEMAN, C. E. Developing scientific decision making by structuring and supporting student agency. **Physical Review Physics Education Research**, v. 16, n. 1, p. 010109-1- 17', 2020.

KELLY, G. J. Inquiry, Activity, and Epistemic Practice. In: DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. E. (Eds.). **Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation**. [s.l.] Brill | Sense, 2008.

KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). . **History, Philosophy and Science Teaching: New Perspectives**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 139–165.

KNOOR-CETINA, K. D. Epistemic cultures: Forms of reason in science. **History of Political Economy**, v. 23, n. 1, p. 105-122, 1991.

KNOOR-CETINA, K.D.; **Epistemic cultures: How the sciences make knowledge**. Harvard University Press, 1999.

KO, M. M.; KRIST, C. (2019). Opening Up Curricula To Redistribute Epistemic Agency: A Framework For Supporting Science Teaching. **Science Education**, 103(4), 979–1010.

LEVINSON, R. Introducing socio-scientific inquiry-based learning (SSIBL). **School Science Review**, v. 100, n. 371, p. 31–35, 2018.

LIN, F.; CHAN, C. K. K. Promoting elementary students' epistemology of science through computer-supported knowledge-building discourse and epistemic reflection. **International Journal of Science Education**, v. 40, n. 6, p. 668–687, 2018.

LONGINO, H. E. **The Fate of Knowledge**. Princeton University Press, 2002.

- MANZ, E. Understanding the codevelopment of modeling practice and ecological knowledge. **Science Education**, v. 96, n. 6, p. 1071–1105, nov. 2012.
- MANZONI-DE-ALMEIDA, D.; MARZIN-JANVIER, P.; TRIVELATO, S. L. F. Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 105-120, 2016.
- MILLER, E.; MANZ, E.; RUSS, R.; STROUPE, D.; BERLAND, L. Addressing the epistemic elephant in the room: Epistemic agency and the next generation science standards. **Journal of Research in Science Teaching**, p. 1-23, 2018.
- MOTTA, A. E. M.; MEDEIROS, M. D. F.; MOTOKANE, M. T. Práticas e Movimentos Epistêmicos na Análise dos Resultados de uma Atividade Prática Experimental Investigativa. **Alexandria**, v. 11, n. 2, p. 357–359, 2018.
- MUIS, K. R.; CHEVRIER, M.; DENTON, C. A.; LOSENNO, K. M. Epistemic Emotions and Epistemic Cognition Predict Critical Thinking About Socio-Scientific Issues. **Frontiers in Education**, v. 6, 2021.
- RAMOS, T. C.; MENDONÇA, P. C. C. Uma proposta de Modelo para Abordar Relações entre Práticas Epistêmicas e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e25348, 2021.
- SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, v. 89, n. 4, p. 634–656, 2005.
- SANDOVAL, W. A.; ÇAM, A. Elementary Children's Judgments of the Epistemic Status of Sources of Justification. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 383-408, 2011.
- SANDOVAL, W. A.; REISER, B. J. Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific

inquiry. **Science Education**, v. 88, n. 3, p. 345–372, maio 2004.

SANTANA, U. S.; SEDANO, L. Práticas epistêmicas no ensino de ciências por investigação: contribuições necessárias para a alfabetização científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 2, p. 378–403, 2021.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061–1085, 2018.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SILVA, M. B. E. **A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia**. Doutorado em Educação—São Paulo: Universidade de São Paulo, 13 mar. 2015.

SILVA, M. B. E.; TRIVELATO, S. L. F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 139, 2017.

STROUPE, D. Examining Classroom Science Practice Communities: How Teachers and Students Negotiate Epistemic Agency and Learn Science-as-Practice: examining classroom science practice communities. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 487–516, 2014.

STROUPE, D.; CABALLERO, M. D.; WHITE, P. Fostering students' epistemic agency through the co-configuration of moth research. **Science Education**, v. 102, n. 6, p. 1176–1200, 2018.

**4. PÓS-VERDADE E
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
UMA REFLEXÃO A PARTIR
DAS PESQUISAS SOBRE
LETRAMENTO CIENTÍFICO**

.....

**LUDMILA FERNANDES KELLES
LUIZ GUSTAVO FRANCO SILVEIRA**

1. Introdução

Imersos na era da pós-verdade, pesquisadores e professores de ciências têm questionado o seu papel diante do declínio da confiança pública na ciência, o que ficou ainda mais evidente em tempos de pandemia (ERDURAN, 2021). Recentemente, ao vivenciarmos a pandemia de COVID-19, nos deparamos com diversos conflitos epistêmicos e políticos gerados pelo negacionismo científico que culminaram nas mais diversas implicações em termos de saúde pública (MOURA, NASCIMENTO; LIMA, 2021). Recusas ao uso de máscaras, ao distanciamento social ou à imunização vacinal são apenas alguns dos exemplos que podem ser citados nesse cenário. Posições que revelam que alguns indivíduos se negam a refletir ou rever suas explicações sobre fenômenos naturais, mesmo quando as evidências científicas são apresentadas e debatidas (TANG, 2021).

Sendo assim, qual seria o papel da Educação em Ciências nesse contexto? Sabe-se que um dos grandes desafios que a área enfrenta é ir além da garantia de que crianças e adolescentes aprendam a reproduzir as explicações científicas em exames. O objetivo é maior e mais complexo, pois é necessário que, antes mesmo de estarem preparados para os testes, os estudantes vivenciem oportunidades nas quais possam aprender a fazer e falar de ciências e que a ciência é algo que faz parte da vida humana que está profundamente articulada a outras esferas sociais, como a mídia, a política, a cultura e a economia (ERDURAN, 2021; TANG, 2021). Os alunos devem, portanto, aprender a lidar com a ciência no seu cotidiano e não apenas memorizar conteúdos.

Esse debate tem sido crescente na área da Educação em Ciências, de modo que, uma parcela da literatura da área tem defendido a noção de letramento científico (ou alfabetização científica) como possível solução a essas questões. A pesquisa sobre letramento científico se constitui, então, como uma tendência relevante na área de Educação em Ciências e se encontra em um contexto desafiante: qual seria o papel do ensino de ciências em contextos sociais de desinformação e propagação de conhecimentos concorrentes ao conhecimento científico? Visando abordar os debates acima mencionados, o presente capítulo busca explorar algumas questões relevantes nesse contexto de pesquisa, a saber:

- i. A necessidade de a pesquisa em Educação em Ciências tratar o letramento científico como uma construção complexa e multidimensional.
- ii. Reconhecer que a pesquisa em Educação em Ciências, por si mesma, não é capaz de lidar de modo isolado no que se refere a demandas educacionais geradas pelo contexto da pós-verdade.
- iii. Explorar outros letramentos no sentido de ampliar as possibilidades de ação da pesquisa em Educação em Ciências (e.g. letramento informacional, letramento transmídia, letramento midiático).

2. Pós-verdade e educação: primeiras aproximações

Na atualidade, temos sido constantemente “bombardeados” por termos como *fake news*, desinformação e “pós-verdade”. Essas palavras e noções se tornaram extremamente comuns nos discursos públicos obtendo milhares de menções nas diferentes mídias e redes sociais nos últimos anos (LEWANDOWSKY; ECKER; COOK, 2017).

Em 2016, especificamente, a discussão sobre esses termos foi intensificada em virtude da ocorrência de uma disseminação expressiva de *fake news* em vários países (GOMES; PENNA; ARROIO, 2020). Neste ano, alguns eventos ao redor do mundo foram associados a níveis elevados de propagação de *fake news*, como, por exemplo, a saída do Reino Unido da União Europeia e a vitória de Donald Trump nas eleições presidenciais dos EUA. Esse cenário culminou com a eleição do termo pós-verdade como palavra do ano pelo dicionário Oxford em 2016. Isso significava que tal palavra tinha sido mencionada diversas vezes naquele ano, nos mais diversos veículos de comunicação, estando presente no cotidiano de diversas pessoas ao redor do mundo.

No entanto, é importante ressaltar que a pós-verdade vai muito além das *fake news*, ela engloba também outros conceitos, como as teorias da conspiração, a descrença nas instituições e na mídia tradicional. É necessário, então, uma caracterização mais clara quanto ao conceito do que se entende como pós-verdade. Em 2016, ao

ser eleita como palavra do ano pelo dicionário Oxford, pós-verdade foi caracterizada como:

o que se relaciona ou denota circunstâncias nas quais fatos objetivos têm menos influência em moldar a opinião pública do que apelos à emoção e a crenças pessoais (tradução nossa, Oxford English Dictionary, 2016).

O conceito delimita a pós-verdade como um cenário em que a veracidade e a objetividade dos fatos são menos importantes para o leitor do que se aquela informação está de acordo com suas próprias opiniões e crenças. A notícia “ideal” é, então, aquela que reforça o que o leitor já acredita como sendo sua verdade. Sendo assim, a emoção, as crenças, os vieses e a convicção pessoal assumem o lugar da racionalidade e da objetividade. E, as evidências e o conhecimento de especialistas, perdem o seu lugar nos debates (FEINSTEIN; WADDINGTON, 2020).

A concepção de pós-verdade incita, ainda, o debate em relação ao significado da verdade em si. Cabe, aqui, uma problematização quanto ao conceito de verdade e, até mesmo, em relação ao significado de pós-verdade que foi destacado anteriormente. O conceito de pós-verdade dado pelo dicionário Oxford carrega consigo uma noção de oposição entre verdade e pós-verdade, fatos e crenças, verdades e falsidades. No entanto, tais dicotomias podem se mostrar perigosas, conforme defendido por Lima e colaboradores (2019). Esses autores argumentam que a oposição entre verdade e pós-verdade, em vez de auxiliar no combate ao cenário da pós-verdade, pode acabar contribuindo para o fortalecimento do mesmo. Eles propõem, então, com base nas ideias de Latour, que essas dicotomias sejam compreendidas não como oposições entre verdade e falsidade, crença e fato, mas sim como uma concorrência entre diferentes proposições. Ou seja, uma disputa entre proposições que apresentam diferentes “pesos” e “validades”.

Nesse sentido, a grande diferença entre a ciência e as visões alternativas a ela não deve ser encarada como uma superioridade da ciência em relação às demais visões. Ou seja, a ciência não seria encarada como verdade e outras explicações como mentiras. Ambas as formas de conhecimento seriam proposições que apresentam um envelope espaço-temporal de validade diferente. Isto é, as

proposições da ciência seriam mais complexas, pois estão articuladas a redes que ligam diversos atores, como argumentos, ideias, conceitos, experimentos, cientistas, laboratórios, teorias e outros. Desse modo, as proposições defendidas pela ciência possuem um envelope espaço-temporal de validade maior do que as crenças que são geradas pelo contexto da pós-verdade (e.g. teorias da conspiração).

As proposições da pós-verdade, por sua vez, se identificam com afirmações baseadas em redes menos complexas, menos articuladas, que englobam menos atores e menos argumentos, mas que, mesmo assim, acabam sendo apresentadas à sociedade como equivalentes às proposições científicas ou, até mesmo como superiores a elas (LIMA *et al.*, 2019). Lima e colaboradores propõem, então, um significado alternativo para a pós-verdade, que nos parece útil nas nossas discussões:

pode-se redefinir o conceito de pós-verdade; não sendo mais o confronto de um conhecimento com uma crença (ou fato versus fetiche); mas o enfrentamento de duas proposições que, apesar de articularem redes de diferentes extensões, são apresentadas à opinião pública como equipolentes (LIMA *et al.*, 2019, p.180).

Conceituar a pós-verdade dessa forma seria importante para que não caíssemos novamente no erro das dicotomias entre verdade e mentira que poderiam contribuir para o fortalecimento de impactos danosos da pós-verdade à sociedade. Lima e colaboradores (2019) argumentam, ainda, que o próprio discurso modernista, utilizado pela ciência por longos períodos, e os movimentos críticos à ciência (como o pós-modernismo), podem ser fatores que contribuíram para a ascensão da pós-verdade.

Em relação ao discurso modernista, os autores argumentam que esse foi responsável pelo crescimento de visões científicistas, da crença na superioridade da ciência, da defesa de uma ciência neutra e linear, desenvolvendo uma ideia de que a ciência poderia ser a solução para todos os problemas enfrentados pela humanidade. Nesse contexto, surgiram os movimentos de crítica à ciência que questionavam a posição privilegiada em que o discurso científico era posto. No entanto, apesar de auxiliarem no debate contra essa ciência

neutra, salvacionista e superior, além de contribuírem com alternativas ao discurso hegemônico e colonialista da ciência, muitos desses movimentos críticos acabaram desencadeando na abertura de espaço para movimentos de relativização do conhecimento e da verdade, como efeito colateral.

Os últimos acontecimentos relacionados à pós-verdade podem gerar a impressão de que se trata de um fenômeno recente na história da humanidade. No entanto, diversos aspectos desse cenário não são novidades para o ser humano. Muitas condições da atualidade contribuíram para o fortalecimento da pós-verdade nos últimos anos, no entanto, diversos fatores que a impulsionam já estavam presentes na sociedade bem antes do advento das mídias atuais (ARAÚJO, 2021).

Fatores característicos do universo contemporâneo têm auxiliado no crescimento da pós-verdade e, dentro desse contexto, diversas condições podem ser elencadas como possíveis desencadeadoras desse cenário. A primeira delas está diretamente relacionada às chamadas *fake news*. O termo em inglês se refere à disseminação de informações falsas, que no mundo contemporâneo consegue se dar de forma exponencial graças às tecnologias atuais (ARAÚJO, 2021). Em relação aos séculos passados, na modernidade, as notícias falsas são propagadas de forma bem mais rápida, podendo atingir alcances surpreendentes.

As *fake news*, por sua vez, também não se tratam de um fenômeno novo na história das sociedades (IRETON; POSETTI, 2018). São diversos os relatos históricos do compartilhamento de notícias falsas, com os mais diversos propósitos, em períodos anteriores ao surgimento do jornalismo moderno.

Ainda assim, não se pode ignorar o fato de que as novas tecnologias foram determinantes para que se tornasse cada vez mais fácil a manipulação e a fabricação de conteúdos falsos. Além disso, o compartilhamento de tais notícias se tornou cada vez mais simples, aumentando de forma exponencial sua capacidade de veiculação. Se antes as mensagens eram transmitidas de pessoa a pessoa, de forma presencial, demandando um tempo considerável, atualmente, basta um clique para uma disseminação mais rápida e fácil, que atingirá um número muito maior de pessoas, em diversos locais do mundo.

Nesse sentido, novas mídias e redes sociais (e.g. *Facebook*[®], *Twitter*[®]), além dos aplicativos de compartilhamento, como o *Whatsapp*[®] e *Telegram*[®] são usados, constantemente, como veículos para a propagação de notícias falsas. Soma-se a isso o fato de que, quando os indivíduos recebem tal conteúdo de uma lista de contatos de pessoas já conhecidas, a tendência é que o leitor acredite mais facilmente naquela mensagem, mesmo sem analisá-la de forma crítica ou se preocupar em checar as informações ou fontes. Assim, forma-se uma credibilidade implícita dada ao usuário por sua rede de relacionamentos, o que cria um ambiente mais propício para a disseminação das *fake news* (WARDLE, 2017).

Outra condição que favorece o cenário da pós-verdade é o próprio fato de checar as informações, ou melhor dizendo, a falta desse hábito. Nos dias atuais existem diversos sites confiáveis que fazem a checagem de fatos e notícias, além do maior acesso da população a *smartphones* ou *notebooks*, tornando a verificação das informações recebidas algo mais acessível. No entanto, o que se vê na realidade é uma porção bem pequena de pessoas que fazem uso desse recurso. De modo geral, as pessoas não costumam checar as informações que recebem no dia a dia e ainda compartilham aquele conteúdo para mais contatos (ARAÚJO, 2021).

Podemos questionar quais fatores levam as pessoas a não checarem as informações que recebem: falta de tempo, desinteresse, ser mais confortável acreditar nas notícias que confirmam suas próprias ideias e/ou crenças ou, até mesmo, o desdém pela “verdade” (ARAÚJO, 2021). Alguns autores sugerem que o aumento da circulação de notícias falsas pode ser também um reflexo de algo mais complexo – um verdadeiro declínio da confiança das pessoas em discursos oficiais ou institucionalizados, algo que é típico do cenário criado pela pós-verdade (BUCKINGHAM, 2019).

Pode ser que estejamos vivendo uma verdadeira “crise da verdade”, ou seja, um fenômeno que vai muito além da desinformação em si e está atrelado à crise da modernidade (BARCELLOS, 2020). Nesse contexto, a verdade não somente é escondida ou alterada, mas também desconsiderada. Não buscar a verdade está sendo naturalizado, exaltado, como se o papel da verdade estivesse se tornando algo irrelevante na sociedade. Desse modo, a compreensão dos fatores que geram a crise da verdade vai muito além da simples dicotomia entre falsidade e verdade. Trata-se de uma discussão mais

complexa, que envolve o questionamento de quais são os regimes de verdade até então aceitos e o que está por trás dos sistemas de desinformação (BARCELLOS, 2020).

Além da verificação de verdades e falsidades, é necessária a compreensão dos fatores envolvidos na produção, difusão e negociação de discursos e seus efeitos. Sendo imprescindível a percepção dos sistemas complexos que produzem a crise da verdade e não apenas das desinformações que são geradas por ela (BARCELLOS, 2020).

Além dos fatores mencionados, o fenômeno da desinformação ainda se fortalece pela existência de uma regulação menos estruturada nas redes digitais do que nas mídias tradicionais. Ainda é recente na sociedade a discussão sobre moderadores e controle de informações nas redes sociais, de modo que as pessoas podem escrever, praticamente, o que quiserem na Internet. Soma-se a isso, o fato de que, além de publicar sem limites ainda muito bem contornados, os indivíduos podem produzir seu próprio conteúdo em diferentes mídias sociais. O controle da publicação de informações falsas, preconceituosas ou que vão contra leis e direitos é algo totalmente novo e que está sendo discutido de forma gradual e com grandes variações ao longo do mundo, sendo muito variáveis as regras que regem a Internet em um país em comparação aos demais.

Essa descentralização e desordem das informações interfere também na relação das mídias com as emoções das pessoas. Os espaços virtuais criaram o que é conhecido por “câmaras de eco” ou “efeito bolha”, ou seja, espaços virtuais em que os indivíduos compartilham crenças e visões de mundo com pessoas que pensam de forma parecida a eles (SPINELLI; SANTOS, 2020). Tais ambientes acabam estimulando sentimentos de superioridade, raiva, preconceito e medo, além de exaltar os extremismos. Nesses espaços virtuais, a pessoa se sente blindada, protegida e segura para se posicionar sobre o que acredita e “a salvo” de críticas e comentários contrários. É um local onde se pode ler e/ou escutar apenas aquilo que favorece as próprias ideias, sem abertura para confrontos, opiniões contrárias ou diálogos. Além de ser algo seguro e confortável, esses ambientes acabam gerando nas pessoas a sensação de que um grande número de outras pessoas concorda com suas ideias, além de reforçar o extremismo de visões, visto não existir espaço para diálogos, argumentação e discussões saudáveis.

Em relação ao efeito bolha, pode-se citar um exemplo que foi bastante divulgado nas mais diversas mídias: o anúncio do lançamento do aplicativo de mídia social *Truth Social*. Pertencente ao ex-presidente dos Estados Unidos, Donald Trump, a criação dessa mídia foi uma forma de protesto às redes sociais *Facebook*[®] e *Twitter*[®], que barraram Trump de suas plataformas após reiteradas publicações de alegações falsas veiculadas pelo ex-presidente (WHITCOMB, 2021). Tal fato representa a adoção extrema de uma “bolha” nas mídias sociais, visto que ao se desenvolver sua própria rede social, o indivíduo não precisa de se submeter a nenhuma regulação ou moderação de conteúdo. Nesse caso, pode-se veicular informações sem limites e restrições, mesmo que esse conteúdo não esteja de acordo com leis, normas e, inclusive, com a verdade. Desse modo, o “efeito bolha” e as “câmaras de eco” contribuem, ainda mais, para a incitação de pensamentos extremos, polarizações e diminuição dos debates e discussões racionais na sociedade.

Além disso, a indústria da desinformação é algo que gera lucro, curtidas e exposição. A dinâmica por trás dos cliques, algoritmos, monetização e compartilhamento de conteúdos nas redes sociais geram um verdadeiro mercado de notícias falsas (SANTAELLA, 2018). De modo que, parcelas da sociedade, como a classe política, por exemplo, não demoraram muito para notar o potencial da utilização da indústria da desinformação. Tal indústria hoje é utilizada de forma calculada e planejada para atingir objetivos específicos de diferentes segmentos sociais. Além disso, a polarização política assumiu um papel importante nesse contexto, favorecendo que as pessoas compartilhem notícias de seus próprios apoiadores e desacreditem as notícias dos seus oponentes, tudo isso, sem a checagem dos fatos e se utilizando da sua rede de contatos para atingir mais público (FEINSTEIN; WADDINGTON, 2020).

Sendo assim, a partir dessas discussões sobre a pós-verdade, entendemos que as *fake news* não podem ser enquadradas apenas no contexto midiático. Elas fazem parte de um cenário mais amplo e complexo, que envolve questões políticas, econômicas, culturais e sociais (BUCKINGHAM, 2019). Não se pode delimitar a pós-verdade apenas em *fake news* e desinformações, ela é gerada por um emaranhado bem mais complexo de relações.

Conforme discutido por Lewandowsky, Ecker e Cook (2017), o advento da pós-verdade pode ser relacionado a outras mudanças na

sociedade, tais como: o aumento da polarização em diversos segmentos sociais, a emergência de megatendências sociais, o declínio da confiança na ciência e uma descentralização e fracionamento crescentes da mídia.

Tal cenário pode ser exemplificado com situações que aconteceram ao longo da pandemia da COVID-19, pandemia essa que trouxe consigo não só questões de saúde pública, mas também, uma verdadeira infodemia (BARZILAI; CHINN, 2020). Ao redor do globo, circularam notícias falsas sobre medicamentos milagrosos, eficácia, riscos e efeitos colaterais de vacinas, uso de máscaras e outros aspectos da pandemia.

Em virtude de todas as questões levantadas, a pós-verdade tem sido foco crescente de discussão pública e preocupação em diferentes esferas sociais, inclusive no campo da educação. Diversas propostas vêm sendo discutidas como forma de solucionar os problemas decorrentes das mudanças e dos desafios sociais mencionados, visto que a área da educação, em várias esferas, inclusive a educação científica, tem demonstrado grande preocupação com o fenômeno da pós-verdade (ARAÚJO, 2021).

Nesse contexto, discute-se, também, qual o papel da escola nesse cenário. Deveria ser a educação a única (ou a grande) responsável por munir os estudantes de ferramentas capazes de “protegê-los” das consequências da pós-verdade? A escola não tem como se abster das transformações geradas por esse cenário, mas qual o nível de responsabilidade da mesma ou capacidade de a educação (ou a escola) em lidar ou “solucionar” esse problema?

Cabe ressaltarmos que a relação da sociedade com o conhecimento, a mídia e a informação se modificaram profundamente ao longo dos séculos, de forma quase irreversível (SANTINI; ESTABEL, 2019). Esse acesso às informações “na palma da mão” e de forma quase instantânea modificou profundamente o papel da escola e dos professores. A informação agora está muito mais acessível sendo menos importante o papel da memorização e muito mais coerente a formação de um saber coletivo. Tornou-se mais relevante a capacidade de uso crítico da informação e não a sua mera memorização. Desse modo, o objetivo educacional mais apropriado passou a ser a formação de indivíduos que sejam capazes de se orientar no meio de todas essas informações (DELORS *et al.*, 1998).

Alguns autores como Buckingham (2010), defendem que, dificilmente, as tecnologias vão substituir o papel da escola ou dos professores, mas a forma como esse papel é exercido necessita de modificações urgentemente. De modo que, para esse autor, a educação não deve ir contra a tecnologia, mesmo que muitas das mudanças tecnológicas e informacionais demorem a fazer parte de algumas realidades escolares de modo institucionalizado. Todavia, elas já fazem parte do contexto e da realidade dos alunos e professores de alguma forma, nem que seja apenas fora dos muros escolares (BUCKINGHAM, 2010). Não há como barrar o acesso dos jovens e crianças aos meios de comunicação ou achar que essa realidade está distante. Seja por meio da televisão, videogames, computadores, Internet e redes sociais, os estudantes estão em contato com diferentes mídias e tecnologias fora da escola e, independentemente da acessibilidade, essa já é uma realidade com a qual a educação tem que lidar.

Sendo assim, alguns autores defendem que cabe à educação oferecer aos alunos as bases culturais que lhes possibilitem “navegar pelos mares de informações” e decifrar as mudanças em curso (DELORS *et al.*, 1998). No entanto, como a educação deve exercer essa função? Diversas têm sido as propostas elaboradas nesse contexto, propostas essas que são capturadas no trabalho de Bacon (2018). O autor sistematizou em seu trabalho as propostas mais recentes do campo educacional pensadas para o cenário da pós-verdade, nos oferecendo uma visão ampla dessas discussões.

Bacon selecionou as principais propostas da educação elaboradas com esse objetivo e publicadas entre 2016 e 2018. Após análise, ele organizou tais propostas em três grupos temáticos, de acordo com as abordagens utilizadas: (1) leitura crítica; (2) consumismo crítico e (3) empatia crítica.

Na abordagem denominada “leitura crítica”, o autor enquadrou as propostas que se baseiam na promoção de práticas escolares que prezam pela leitura crítica dos textos, através de questionamentos e avaliações da credibilidade do autor, busca por conflitos de interesse e outras ações correlacionadas. O “consumismo crítico”, por sua vez, engloba as metodologias que enfatizam a avaliação das fontes em si, como, por exemplo, os *websites* e outras redes de notícias. E, a abordagem designada como “empatia crítica”, por sua vez, envolve práticas que estimulam que o leitor busque

variadas fontes de informação, fazendo com que ele possa se engajar com perspectivas diversas capazes de diferir das suas, e que ele, de forma intencional, varie as fontes com as quais interage e busca informações.

As três abordagens acima mencionadas, são classificadas por Bacon (2018) como uma “primeira onda” de respostas à pós-verdade. O autor reconhece a importância dessas iniciativas, mas reforça a necessidade de que a educação reconheça suas limitações e trace novas estratégias. Baseando-se nas ideias e colocações de Freire (1997), Bacon ressalta que, em sua visão, as abordagens da “primeira onda” de respostas à pós-verdade propostas pela área da educação, se enfraquecem no fato de, muitas vezes, caírem no campo da “críticidade cosmética”. O autor defende como “críticidade cosmética” o conjunto de habilidades, práticas ou padrões que são desprovidos de clareza teórica e política, ou seja, um ceticismo instintivo que passou a ser considerado, de forma equivocada, como uma posição “crítica”. Tal criticidade se mostra de forma superficial, sem a promoção de problematizações ou reflexões mais profundas, podendo, então, ser facilmente apropriada pelos discursos da pós-verdade, em vez de contribuir para o seu combate.

Bacon argumenta ser necessária a promoção de uma “segunda onda de respostas à pós-verdade”. Nessa segunda onda seria essencial a existência de propostas que foquem na análise de como o poder e a influência são distribuídos na sociedade e como eles afetam os discursos que são produzidos e promovidos. O autor defende, ainda, que a escola tem o papel de auxiliar os estudantes na compreensão de que a pós-verdade está relacionada muito mais com a manutenção de hierarquias de poder estabelecidas do que com a verdade em si, ou com a falta dela. Desse modo, Bacon defende ser essencial ultrapassar a tendência atual de se distinguir a “verdade” da “mentira” e focar na compreensão de outras questões como, por exemplo: quem investe nas hierarquias existentes, quais são os interesses em se manter os cenários instaurados pela pós-verdade, o que está por trás das informações falsas e das desinformações que circulam, quais são os interesses de quem as financia e quais estruturas visam manter (BACON, 2018).

As respostas da “primeira onda da pós-verdade”, de acordo com o autor, pecam ao não se aprofundarem na análise das estruturas de poder e dos interesses por trás da desinformação. De modo que,

para ele, apelos vagos e sem o desenvolvimento de uma criticidade verdadeira não têm sido eficientes em enfrentar a pós-verdade nos contextos escolares (BACON, 2018). O autor afirma, ainda, que a “criticidade cosmética” pouco contribuiu para o combate à pós-verdade, podendo, ao contrário, auxiliar ainda mais na promoção da mesma. Bacon argumenta, então, pela necessidade de letramentos críticos que encorajem e estimulem os leitores a questionar os sistemas de conhecimento estabelecidos, de forma crítica e profunda, visto que o ceticismo, por si só, não tem sido de grande valia. Sendo assim, as respostas da “primeira onda” não deveriam ser descartadas, mas reconhecer as limitações de cada uma dessas respostas e que sejam propostas melhorias e o desenvolvimento das mesmas em conjunto com novas abordagens.

3. O letramento científico na era da pós-verdade

Há uma ampla literatura da área de Educação em Ciências sobre letramento/alfabetização científica. Neste capítulo, nos detemos àqueles estudos que têm buscado discutir o letramento científico¹⁴ em relação ao contexto da pós-verdade.

A Educação em Ciências tem debatido, de modo crescente, questões relacionadas ao papel do letramento científico nesse contexto. Talvez, por ser um alvo frequente de *fake news* por vezes relacionadas ao negacionismo científico e à descrença na ciência, o campo da Educação em Ciências não poderia se abster de tais

¹⁴ A discussão entre o uso dos termos “letramento” ou “alfabetização” científica é frequente na área da Educação em Ciências. Não é recente a preocupação dos pesquisadores quanto a delimitação das diferentes concepções, significados e implicações do uso dos termos “letramento científico” e “alfabetização científica”. De acordo com Cunha (2018), por exemplo, a opção por “letramento” visa dar maior relevância no ensino da função social das ciências e das tecnologias e no desenvolvimento de atitudes e valores em relação a elas. O termo “letramento” enfatizaria, então, o aspecto social do ensino de ciências (SANTOS, 2007). No entanto, alguns autores que usam o termo alfabetização científica, também, ressaltam tais aspectos, como Sasseron e Carvalho (2011). Essas autoras fazem uso do termo “alfabetização científica” por possuírem como alicerce a concepção de alfabetização desenvolvida por Paulo Freire (1980). Elas defendem, então, uma alfabetização científica que englobe as conexões que o indivíduo faz com o mundo, os seus significados e as construções de saberes. Feitas essas colocações, cabe ressaltar que, para as discussões desenvolvidas neste capítulo, mais importante do que o termo utilizado, é a interpretação que cada autor(a) dá para o que entende e propõe para o uso do termo no cenário da Educação em Ciências.

discussões. Autores como Feinstein e Waddington (2020), por exemplo, elencam argumentos que buscam explicar os motivos por trás da ineficiência das abordagens atuais da educação científica em responder às questões colocadas pela pós-verdade. Dentre esses motivos, os autores destacam:

(1) a ciência não oferece a verdade fundamental, ou seja, ela pode ser capaz de gerar um “bom conhecimento” que é valioso e importante, no entanto, cabe destacar que afirmações descuidadas sobre a verdade científica podem contribuir para exacerbar, ainda mais, as questões trazidas pela pós-verdade;

(2) os indivíduos que têm contato com a ciência nas esferas pessoais, sociais e políticas de suas vidas, em geral, estão buscando o conhecimento científico com fins práticos, no entanto, a ciência só é capaz de resolver uma parte desses problemas. Ela é limitada;

(3) as pessoas se deparam com questões científicas em diversas situações ou contextos sociais, tanto ao atuarem como membros de grupos sociais e culturais, quanto no relacionamento com outros membros desses grupos.

Os autores argumentam que a Educação em ciências tem falhado ao insistir em responder os desafios da pós-verdade com propostas que se baseiam e refletem uma concepção individualista e internalista do problema (FEINSTEIN; WADDINGTON, 2020). Tais propostas têm focado em solucionar como o letramento científico pode ajudar as pessoas a usar as ferramentas epistemológicas dos cientistas para dizer o que é verdade. Por trás de tais abordagens encontra-se uma noção autoritária de ciência, fechada em si mesma, o que tem se convencido na área denominar como Visão I do letramento científico (ROBERTS, 2007).

Roberts (2007), ao realizar uma extensa revisão de literatura sobre o assunto, caracterizou uma série das pesquisas sobre letramento científico como ancoradas em duas grandes visões majoritárias do ensino de ciências. Essa organização nos ajuda a discutir e aprofundar em algumas relações entre o letramento científico e a pós-verdade:

(1) **Visão I:** relacionada àquelas concepções que enfatizam a ciência em si, o universo de “dentro” da ciência, seus conceitos chave e princípios. Essa visão está

relacionada à compreensão da estrutura da ciência, como ela funciona, como acontecem as investigações científicas, quais são os produtos da ciência, além da compreensão da continuidade e complexidade dos conhecimentos científicos.

(2) **Visão II:** relacionada àquelas concepções que entendem a ciência como encarnada no cotidiano, em suas razões tecnológicas, englobando processos de decisão e análise dos estudantes, e não apenas compreendendo o que os cientistas dizem sobre determinado assunto. Tem como um de seus objetivos a formação de cidadãos que sejam capazes de tomar decisões pessoais que envolvam aspectos científicos, compreendam o impacto da ciência e da tecnologia no cotidiano e tenham habilidades de raciocínio prático. Além disso, para essa visão é essencial a compreensão de que os aspectos culturais e os conceitos existentes influenciam o trabalho dos cientistas, a relação entre a atividade científica, a tecnologia e a resolução de problemas e as decisões sobre questões pessoais e sociais. São centrais, também, a compreensão das notícias na mídia que envolvam a ciência e a capacidade de refletir criticamente sobre as informações, sendo contemplados nessa visão tanto os aspectos teóricos quanto práticos da ciência.

A intenção desta categorização é destacar aspectos centrais que orientam visões sobre o letramento científico e não considerar que elas correspondam a dois extremos (ROBERTS, 2011). No entanto, não é notável que concepções alinhadas à Visão II incorporam preocupações que dialogam com as questões da pós-verdade (e.g. capacidade de compreender notícias na mídia relacionadas à ciência; capacidade de refletir criticamente sobre as informações). Mesmo com esse movimento, autores do campo têm defendido que mesmo a Visão II, que seria mais aberta ao diálogo e ao contexto da vida dos estudantes, tem se mostrado limitado e deveria ser ampliada.

Uma dessas visões é a proposta por Aikenhead (2007), que argumenta a necessidade de se englobar nesse cenário uma nova visão do letramento científico. O autor propõe a criação da “Visão III” que corresponderia à ciência de outras tradições que se diferenciam das

visões euro-americanas. Esse tipo de discussão se mostra necessária, se considerarmos que, na grande maioria dos contextos, o ensino é pensado e orientado pelos modelos europeus/americanos. O letramento científico, orientado pela Visão III de Aikenhead, poderia ampliar o diálogo com outros saberes, aspecto ressaltado por estudiosos da pós-verdade.

Desse modo, o letramento científico deveria desconstruir hierarquias e ajudar os estudantes a compreender a ciência não como uma verdade única e universal, mas como a fonte de um conhecimento “muito bom” (BARCELLOS, 2020). Esse conhecimento interage com outros saberes. As aulas de ciências deveriam, então, em vez de reforçar a supremacia científica, ensinar uma postura de diálogo e respeito em relação à diversidade de saberes, e uma confiança equilibrada na ciência, incentivando as pessoas a duvidarem criticamente até mesmo da ciência, sem cair em nos extremismos do ceticismo e do dogmatismo (JUNGES; ESPINOSA, 2020).

Lima e Nascimento (2021), em uma direção similar, reforçam a necessidade de se restaurar a confiança na ciência, sendo importante, no entanto, que o ensino de ciências ajude o estudante não apenas a questionar sobre o porquê de se acreditar na ciência, mas como acreditar em suas proposições. Eles destacam que é importante que tenhamos em mente que, apesar do conhecimento científico ser importante para a resolução de diversos problemas contemporâneos, ele não é totalmente suficiente. Tais problemas, muitos deles decorrentes da pós-verdade, só podem ser debatidos e solucionados considerando diferentes grupos sociais. Decisões, nesse contexto, extrapolam questões técnicas e envolvem outras dimensões, como necessidades econômicas, comprometimentos políticos, éticos e aspectos morais. Desse modo, o letramento científico em uma visão ampliada deve auxiliar os estudantes a compreender que a ciência é um “bom conhecimento” e ajuda na solução de diversas questões do nosso mundo, mas ela não é a única a ser considerada nos problemas que a sociedade enfrenta.

Outras concepções de uma possível Visão III do letramento científico também têm sido debatidas. Uma das mais recentes, discutida por Valadares (2021), é a visão derivada das contribuições de Santos (2009), Yore (2012) e Liu (2013). Essa visão assume que o papel da ciência deve ser o de funcionar como uma ferramenta de

mudança social. Trata-se de uma visão que entende a relevância não apenas da compreensão da ciência e a tomada de decisões, mas que os indivíduos estejam comprometidos com a participação social e emancipação na sociedade.

A visão III, baseada nesses autores, propõe que o letramento científico deve ter como objetivo o ativismo social. Ela amplia o que é defendido pela Visão II e assume que o ensino de ciências deve ir além da contextualização social, envolvendo, também, um maior engajamento social e compreensão do impacto do cidadão na sociedade (SJÖSTRÖM; EILKS, 2018). Essa visão nos pareceu alinhada às discussões sobre pós-verdade no contexto do ensino de ciências, uma vez que pressupõe uma ciência que se preocupe em contribuir para uma sociedade mais democrática em que ocorram relações mais estreitas entre ciência e sociedade (LIU, 2013). Entender e vivenciar tais relações de modo mais concreto nos parece central para desconstrução de visões que afastam os estudantes do conhecimento científico e podem, inclusive, ampliar consequências geradas pela pós-verdade.

Lima e colaboradores (2019), nesse sentido, alertam para mecanismos relacionados ao ensino de ciências que, mais alinhados à Visão I do letramento científico, favorecem a pós-verdade e discursos anti-ciência. Um desses mecanismos (I) seria a formação de uma visão reduzida sobre a Natureza da Ciência na esfera da opinião pública. O outro mecanismo (II) seria o apagamento da rede que sustenta as posições científicas.

O mecanismo I se baseia no fato de que a visão pública da ciência seria, em grande parte, um reflexo da própria educação em ciências. Desse modo, os autores defendem que a educação em ciências não deveria, então, ser pensada de forma separada da ciência em si e do que os cientistas fazem. Lima e colaboradores (2019) argumentam que a Educação em Ciências tem contribuído para uma visão de ciência na opinião pública como positivista, conservadora, objetiva e salvadora da humanidade.

Ao contrário do que muitos poderiam pensar, no lugar de promover um fortalecimento da ciência ao se estimular esse tipo de visão, demos um “tiro no pé”, porque é a própria a ciência que se torna fragilizada nesse contexto. Sendo assim, os autores defendem que, para se fortalecer a ciência, ela deve ser representada em todas as suas

controvérsias, evidenciar as disputas políticas, atores e articulações de suas redes, que seriam o verdadeiro ponto forte da ciência. As pessoas poderiam perceber que a ciência é formada por diversos componentes e relações complexas e mais sólidas do que as existentes nas proposições da pós-verdade.

O mecanismo II, por sua vez, de acordo com os autores, ocorre quando, ao se retratar a ciência na escola, são apagadas todas as redes que articulam os fatos científicos. Um bom exemplo é o caso dos livros didáticos e, até mesmo, a divulgação científica que, em geral, mostram os fatos científicos apenas como verdades simples e absolutas, apagando a rede que sustenta aquelas informações. Isto é, apagam-se os experimentos que foram necessários, os cientistas envolvidos, os anos de discussões até se chegar em um consenso e outras etapas ocorridas até que aquele conhecimento fosse validado pela comunidade científica.

A visão III, além de favorecer o reconhecimento de tais redes e a contextualização social da ciência em sala de aula, ampliaria o engajamento social do estudante, aspecto relevante para autores que têm discutido a pós-verdade na Educação em Ciências (SJÖSTRÖM; EILKS, 2018). Conforme defendido por Lima e Nascimento (2019), a ciência pode contribuir para dar respostas às crises atuais, mas são necessárias uma ciência e uma educação científica que estejam bem articuladas a uma cultura política, epistemológica e sociológica que nos permitam construir caminhos confluentes e socialmente justos (LIMA; NASCIMENTO, 2019).

Essas visões de letramento científico (I, II, III), mesmo que não cite diretamente a pós-verdade, constituem lentes teóricas úteis ao debate entre os pesquisadores da Educação em Ciências nesse contexto. Há, ainda, aqueles que propõem uma concepção específica de letramento científico, voltado para questões relacionadas à pós-verdade.

Sharon e Baram-Tsabari (2020), por exemplo, analisam componentes específicos do letramento científico que poderiam auxiliar no combate à desinformação. Sua pesquisa analisa e compara os componentes do letramento científico elencados por alguns documentos oficiais de relevância na área da educação em ciências, e propõe uma classificação desses componentes como mais adequados ou não para lidar com a desinformação. Como resultado, os autores

identificaram quatro componentes do letramento científico que consideraram mais adequados a lidar com a desinformação:

- (a) compreensão das práticas científicas;
- (b) identificar e julgar conhecimentos científicos apropriados;
- (c) conhecimento epistêmico; e
- (d) disposições e hábitos mentais, como curiosidade e mente-aberta.

O componente “compreensão das práticas científicas” se refere à compreensão de como os especialistas buscam evidências para sustentar suas proposições, as analisam e avaliam. O segundo componente, “identificar e julgar conhecimentos científicos apropriados”, está relacionado à capacidade dos “forasteiros da ciência” em examinar as credenciais e histórico dos especialistas, verificando alguns aspectos, como: veículos em que são publicados seus estudos, políticas editoriais, o grau de consenso científico em torno das afirmações em debate. O componente “conhecimento epistêmico”, por sua vez, se refere a como os especialistas interpretam e integram as evidências, como avaliam a força de uma evidência ou, ainda, se ela corrobora com modelos preditivos existentes ou não. E, por fim, o componente “disposições e hábitos mentais, como curiosidade e mente-aberta”, se refere à capacidade de se engajar de forma competente em atividades epistêmicas (e.g. formar julgamentos precisos e avaliar argumentos em diversas situações).

Tais componentes são relevantes no contexto da pós-verdade porque fomentam determinadas práticas com relação a desinformações científicas, por exemplo: identificar se uma notícia/informação deriva de evidências frágeis ou de pouca qualidade; buscar as suas fontes e avaliá-las; analisá-las à luz de seu contexto de produção. Além disso, eles ressaltam a importância de virtudes intelectuais como “mente aberta”, humildade, coragem e diligência intelectuais, que são muito úteis para identificar a desinformação no dia a dia, devendo, então, ter papel de destaque na educação científica (SHARON; BARAM-TSABARI, 2020).

Além da desinformação, propostas de letramento científico têm buscado relações com outros aspectos da pós-verdade, incluindo crenças injustificadas, como as pseudociências, crenças paranormais e as teorias conspiratórias. Fasce e Picó (2019), por exemplo,

desenvolveram uma pesquisa com alunos de graduação visando avaliar questões como pensamento crítico, crença na intuição, crença em pseudociências e outros.

Os resultados encontrados pelos autores indicaram interações heterogêneas: uma melhor compreensão da ciência se mostrou como possível protetora à crença em pseudociências e paranormalidades, mas não contra as teorias conspiratórias (FASCE; PICÓ, 2019). Os dados revelaram, também, que as teorias da conspiração interagem mal com o letramento científico, não existindo uma correlação positiva, nem negativa entre ambos. As crenças paranormais e pseudocientíficas, por sua vez, mostram associações semelhantes entre si, de modo que, quanto maior o conhecimento científico e confiança na ciência, há uma tendência de as crenças paranormais e pseudocientíficas serem menores.

Desse modo, o letramento científico deve incorporar, entre seus aspectos, que são necessárias abordagens com foco específico e bem fundamentadas para cada um desses tipos de crenças, pois cada um possui características próprias. Além disso, o letramento científico deve ser compreendido como uma construção complexa e multidimensional que engloba interdisciplinaridade, dimensões afetivas e éticas que demandam a disposição para o pensamento crítico e a capacidade de realizar a criticidade (FASCE; PICÓ, 2019).

Portanto, ainda é necessário que compreendamos melhor como as pessoas acreditam em uma informação, isto é, como elas são convencidas de algo, não no sentido de manipulação, mas no sentido de acreditarem naquilo a que estão sendo apresentadas (LIMA; NASCIMENTO, 2021). Estes autores defendem que existem duas vias que levam à persuasão: (1) a qualidade da informação e; (2) a relação que a pessoa estabelece com a fonte de informação. A segunda via que leva à persuasão poderia explicar a existência dos negacionistas e terraplanistas, por exemplo, pois nessas ocasiões as pessoas não são influenciadas pela qualidade da informação ou sua veracidade, mas sim pela relação que elas têm com a fonte daquela informação. Tal convicção pode ocorrer, em geral, pela sua confiança na fonte ou pela fascinação ou respeito que ela gera no ouvinte.

Lima e Nascimento (2021) defendem que a educação tem ignorado essa segunda via que leva à persuasão e tem dado enfoque apenas na primeira. Desse modo, o letramento científico, em uma

perspectiva da pós-verdade, deveria levar em consideração essa relação subjetiva com o conhecimento, compreendendo a dialogicidade dos processos comunicativos. É necessário pensar para além da sala de aula, ter consciência de que diferentes indivíduos confiam em diferentes instituições, grupos ou pessoas, de diversas maneiras e isso vai influenciar na aceitação ou rejeição de uma determinada informação.

Diante dessas questões, a área da Educação em Ciências tem se dedicado a propor reflexões e abordagens que explorem as potencialidades do letramento científico no cenário da pós-verdade. De modo geral, esses pesquisadores têm caminhado em duas direções: i) tentar compreender e caracterizar possíveis problemas na forma como a educação científica está estruturada atualmente; e/ou ii) refletir e propor mudanças/respostas atentas às demandas geradas pela pós-verdade. Propostas do campo têm feito um movimento de problematizar ou ampliar/aprofundar noções de letramento já presentes (e.g. Visões I, II, III). Em outros casos, pesquisadores têm buscado formas de propor práticas de letramento científico especificamente voltadas para o contexto da pós-verdade.

Apesar da diversidade de propostas e discussões um dos apontamentos recorrentes dessas pesquisas é o reconhecimento de que a educação científica não é capaz, de modo isolado, de dar as respostas à complexidade gerada pela pós-verdade (FEINSTEIN; WADDINGTON, 2020; JUNGES; ESPINOSA; LIMA et al., 2019). Nesse sentido, uma série de pesquisas têm realizado outro movimento: pensar em articulações entre diferentes tipos de letramento, além do letramento científico (e.g. KLUCEVSEK, 2017; MAJETIC; PELLEGRINO, 2014; PODGORNIK; DOLNICAR; GLAZAR; 2017; STORKSDIECK, 2016).

Nessa direção, pesquisadores de diferentes áreas buscam dar respostas a demandas às quais um determinado campo não seria capaz de lidar sozinho. Isto é, são estudiosos que reconhecem que o letramento científico por si só não é suficiente para lidar com tais necessidades. Apesar de importante e necessário, ele deveria compor um conjunto mais amplo de práticas e conhecimentos, usufruindo do diálogo com outros campos e contribuindo com tais campos.

4. Letramentos: articulações e propostas

Conforme indicamos, pesquisadores têm apontado para a necessidade de se ampliar e aprofundar os propósitos do letramento científico no século XXI. Além das iniciativas que discutimos, outro movimento de pesquisadores que trabalham com letramento científico é a articulação com letramentos que incorporam outras dimensões do conhecimento e da vida social. No contexto da pós-verdade, alguns tipos de letramento têm sido ressaltados, devido à sua intercessão com a mídia, e informação e a desinformação (e.g. *letramento midiático/transmídia, letramento informacional*).

O letramento midiático, por exemplo, é um dos letramentos propostos nesse cenário. Ele pode ser designado como um conjunto de habilidades de **acessar**, **entender** e **criar** comunicação em diversos contextos (BUCKINGHAM, 2007). Buckingham, o autor responsável por essa conceituação, a extrapola, explicando que o “**acesso**” deve incluir as habilidades e competências necessárias para que a pessoa seja capaz de localizar o conteúdo midiático necessário utilizando as tecnologias disponíveis. O “**entender**”, por sua vez, deve ser compreendido como a capacidade de decodificar ou interpretar as mídias, o conhecimento sobre o processo de produção das mesmas e os padrões que as controlam, além da habilidade de critica-las, em relação a questões como a veracidade e confiabilidade das mídias. Por fim, o termo “**criar**” corresponderia à capacidade de utilização da mídia para produção e comunicação das próprias mensagens do indivíduo (BUCKINGHAM, 2007).

Além do letramento midiático, ainda no contexto da comunicação e mídias, recentemente, tem sido proposto um novo conceito - o letramento (ou alfabetização) transmídia (SCOLARI, 2016). Para alguns autores, como Scolari (2016), é essencial uma alfabetização que aborde o contexto da nova ecologia da comunicação. Scolari (2016) ressalta que na esfera atual da comunicação não se pode delimitar apenas consumidores e produtores de conteúdo, visto que, nas mídias atuais, os consumidores não mais se restringem ao papel de consumidores de informações. Os consumidores agora se tornaram sujeitos ativos no processo de comunicação, eles podem interagir com a informação, comentar, compartilhar e, até mesmo, produzir seu próprio conteúdo nas mais diversas plataformas. O autor, inclusive, propõe o termo “prosumidor” para definir que o

indivíduo pode ser agora, ao mesmo tempo, produtor e consumidor das informações.

Além dos letramentos midiático e transmídia, pode-se destacar, ainda, o letramento informacional. Esse tipo de letramento, por sua vez, permitiria ao indivíduo selecionar, buscar e avaliar informações, além de desenvolver a aptidão de organizar e usar diferentes informações de forma crítica e ética para produzir novos conhecimentos (GASQUE, 2010). Para os autores que defendem tal letramento ele seria essencial no combate à pós-verdade, visto que as informações compõem um dos cerne dessas questões.

Pesquisadores como Gasque e Tescarolo (2010), argumentam que o letramento informacional ao ser desenvolvido de forma contínua, ao longo de todo o processo educativo, desde a educação infantil, pode representar uma relevante contribuição ao processo de “aprender a aprender” dos indivíduos. Os autores defendem que esse letramento possibilitaria a formação de cidadãos competentes em buscar e utilizar informações, pois poderia desenvolver mais do que a simples aquisição de conteúdos e competências, mas também, a promoção de senso crítico, reflexivo, da autonomia e da responsabilidade nesses estudantes (GASQUE, 2010).

Desse modo, como forma de enfrentar problemas desencadeados pela pós-verdade, alguns pesquisadores propõem articulações entre diversos letramentos, conforme representado pelo Quadro 4.1. Outras perspectivas, por sua vez, defendem que a pós-verdade poderia ser “enfrentada” pelo próprio letramento científico, mas entendido de forma ampliada, de modo a incorporar discussões relevantes geradas pelo contexto da vida social. As relações entre esses letramentos, no entanto, ainda precisam de maior elucidação. Até que ponto um letramento interage com outras dimensões? Quais as relações existentes entre eles? Os letramentos devem ser trabalhados em separado ou conjunto ao longo do processo de escolarização? Essas são apenas algumas das questões que necessitam de respostas mais concretas. Nesse sentido, pesquisas têm realizado análises que oferecem alguns apontamentos.

Quadro 4.1 Propostas de letramentos e o contexto da pós-verdade

Letramento informacional	Letramento midiático	Letramento científico	Letramento informacional e midiático	Ciência e outro letramento	Outras abordagens
<p>GASQUE; TESCAROLO, 2010 (letramento informacional-desafios).</p>	<p>MARQUETTO, 2020 (alfabetização midiática).</p>	<p>BARCELLOS, 2020 (ensino de ciências e pós-verdade, “desmonumentalizar” a ciência).</p>	<p>CERIGATTO; NUNES, 2020 (ensino de ciências, letramento midiático e informacional, proposta de unir os dois últimos, posições no letramento midiático).</p>	<p>STORKSDIECK, 2016 (alfabetização informacional e ensino de ciências, <i>Scientific Media Education</i>).</p>	<p>GOMES; PENNA; ARROIO, 2020 (elementos que endossam a credibilidade das <i>fake news</i>).</p>

Letramento informacional	Letramento midiático	Letramento científico	Letramento informacional e midiático	Ciência e outro letramento	Outras abordagens
<p>GASQUE, 2010 (letramento informacional).</p>	<p>SPINELLI; SANTOS, 2020 (alfabetização midiática).</p>	<p>JUNGES; ESPINOSA, 2020 (ensino de ciências, letramento científico).</p>	<p>RIBEIRO; GASQUE, 2015 (letramento informacional e midiático professores, necessidade de integração).</p>	<p>MCNALLY; KUHNLTHAU, 1994 (habilidades de informação concentradas na educação científica).</p>	<p>FREIRE DA SILVA; DE SÁ CARVALHO, 2020 (educação crítica e <i>fake news</i>).</p>
<p>CITELLI, 2018 (desencontro documentos/ discursos e o que acontece em sala de aula- Educomunicação).</p>	<p>KELLNER; SHARE, 2008 (alfabetização crítica da mídia, abordagens educação para a mídia).</p>	<p>SHARON; BARAM-TSABARI, 2020 (componentes do letramento científico mais adequados para lidar com a desinformação).</p>		<p>PODGORNIK; DOLNICAR; GLAZAR, 2017 (correlações letramento informacional e letramento científico de estudantes – nível superior).</p>	<p>CÂMARA, 2018 (letramentos transmídia).</p>

Letramento informacional	Letramento midiático	Letramento científico	Letramento informacional e midiático	Ciência e outro letramento	Outras abordagens
GASQUE; CUNHA, 2010 (letramento informacional e a epistemologia de John Dewey).	MCBRIEN, 1999 (letramento midiático).	FEINSTEIN; WADDINGTON, 2020 (educação em ciências – estratégia atual inadequada para responder à pós-verdade).		GRACE; NORRIS, 2016 (educação científica para a mídia- <i>SME-Scientific Media Education</i>).	BACON, 2018 (respostas à pós-verdade- 1ª e 2ª onda).
ARAÚJO, 2021 (questões informacionais, questão da verdade, ciência da informação).		FASCE; PICÓ, 2019 (relações letramento científico e crenças injustificadas- alunos do ensino superior).		KLUCEVSEK, 2017 (impacto do letramento informacional no letramento informacional científico de alunos e do público).	BARZILAI; CHINN, 2020 (respostas educacionais para a pós-verdade, 4 lentes).
				MAJETIC; PELLEGRINO, 2014 (ciência e letramento informacional).	KAUFMAN, 2020 (práticas aula de método-desinformação).

Letramento informacional	Letramento midiático	Letramento científico	Letramento informacional e midiático	Ciência e outro letramento	Outras abordagens
					SCOLARI, 2016 (letramento transmídia).
					LIMA <i>et al.</i> , 2019 (educação em ciências e a desinformação- como a própria educação científica pode contribuir para esse cenário).
					LIMA e NASCIMENTO, 2019 (lições para lidar com as crises da atualidade).

Fonte: os autores.

Majetic e Pellegrino (2014), por exemplo, buscaram compreender as relações entre o letramento científico e informacional. As autoras desenvolveram uma proposta de atividade que fazia uso de reportagens sobre pesquisas científicas em jornais e foi desenvolvida em um curso de ciências para alunos do ensino superior. O objetivo do curso em questão era desenvolver habilidades do letramento informacional através de atividades que pudessem estimular a aprendizagem sobre como são feitas as revisões de literatura das pesquisas científicas, a conexão existente entre a mídia comum e a comunicação da ciência, além de outros fatores, como o nível de precisão de reportagens que envolvem temas científicos na mídia convencional (MAJETIC; PELLEGRINO, 2014).

A pesquisa revelou a importância de os alunos se aproximarem dos modos com que a ciência informa seus resultados à comunidade, além de apontar a necessidade de que a ciência também aprimore a forma como divulga suas pesquisas para o público não especializado. Ficou clara a necessidade de melhorias na forma como a ciência é comunicada, sendo essencial que a comunicação científica ocorra de forma eficiente não só entre os pares, mas também, para a população como um todo.

Podgornik, Dolnicar e Glazar (2017), em direção similar, pesquisaram as relações existentes entre o letramento científico e o letramento informacional. Com esse intuito, os autores realizaram testes que avaliavam o nível de letramento científico e de letramento informacional de alunos integrantes de cursos do ensino superior. Além disso, a uma parcela dos alunos, foi oferecido um programa de letramento informacional na própria universidade realizado pelos pesquisadores. Após o término do curso, esses estudantes eram convocados, novamente, para um teste de letramento informacional com o objetivo de avaliar se o programa era capaz de aprimorar ou não as habilidades desse tipo de letramento dos alunos participantes.

Como resultados, os autores encontraram uma correlação positiva moderada, estatisticamente significativa, entre o nível de letramento informacional e letramento científico dos alunos. Além disso, o curso de letramento informacional teve um impacto positivo, estatisticamente significativo, no nível de letramento informacional dos alunos que o realizaram. Os pesquisadores defendem, então, que existem correlações entre os padrões de letramento científico e letramento informacional, sendo necessárias, no entanto, mais

pesquisas nessa área que possam trazer mais dados que permitam a melhor compreensão dessa relação. Os autores exploram, ainda, a possibilidade de as aulas de ciências por si só, mesmo sem a complementação com instruções formais de letramento informacional, serem capazes de auxiliar os alunos a desenvolver certas habilidades básicas de letramento informacional, o que também precisa ser melhor elucidado (PODGORNIK; DOLNIČAR; GLAŽAR, 2017).

Alguns pesquisadores, como Klucevsek (2017), argumentam que parte do letramento científico se refere à compreensão de como a pesquisa científica é comunicada. Sendo assim, a pesquisadora argumenta que a população deve ser capaz de ler os textos científicos e ter acesso a eles, portanto, a comunicação científica deveria ser, em sua análise, de livre acesso. Desse modo, seria possível a existência de uma população cientificamente letrada, capaz de compreender a pesquisa científica como uma conversa entre pesquisadores, um diálogo. A autora indica, ainda, a necessidade de se incluir o letramento informacional científico nos cursos do ensino superior que guardam alguma relação com a ciência, assim como, também, a presença desse letramento na educação do público em geral. A autora faz uso do termo “letramento informacional científico” defendendo, então, a promoção de ambos os letramentos em conjunto. De acordo com ela, tal letramento é essencial para a compreensão da ciência e das capacidades informacionais (KLUCEVSEK, 2017).

Outros autores, por sua vez, defendem a necessidade de articulações entre mais tipos de letramentos. Gomes, Penna e Arroio (2020), por exemplo, argumentam pelo desenvolvimento dos letramentos midiático, informacional e científico em conjunto. A pesquisa desses autores foi baseada em análises sobre as motivações que estão por trás da crença dos indivíduos nas *fake news*. O trabalho tinha como objetivo a identificação de elementos que endossam a credibilidade das pessoas em *fake news* científicas. O estudo foi realizado através de questionários, nos quais os participantes podiam expor seu nível de credibilidade em diversas notícias veiculadas por diferentes meios e mídias, contendo desde notícias falsas a notícias verdadeiras.

Os autores utilizaram, como uma das referências teóricas, três variáveis descritas por Aristóteles como fatores que determinam a persuasão, denominadas *logos*, *pathos* e *ethos*. O *logos* se refere ao

modo lógico no qual o orador se expressa pelo discurso, o *pathos*, por sua vez, designa a forma com a qual o orador invoca as emoções do seu público e o *ethos*, tem relação com a maneira pela qual o orador se apresenta como figura competente (GOMES; PENNA; ARROIO, 2020).

Os resultados da pesquisa revelaram que as notícias falsas que apresentaram maior expressão do *pathos*, ou seja, a forma com a qual o orador invoca as emoções do seu público, tiveram mais descrédito dos participantes da pesquisa. Por outro lado, as notícias que obtiveram maior credibilidade foram aquelas que melhor articulavam as três variáveis discursivas: *logos*, *pathos* e *ethos*. Por sua vez, quando a análise focou no tipo de mídia em que a informação era veiculada, o WhatsApp® obteve maior intenção de compartilhamento, mesmo tendo sido identificado por mais participantes como potencial veiculador de notícias falsas. Os autores observaram, também, o “efeito da terceira pessoa”, ou seja, muitos participantes alegaram que o outro teria mais chances de ser enganado pelas *fake news* do que ele próprio.

Foi realizada, também, a análise de dados da renda e escolaridade dos participantes, revelando que pessoas com menor escolaridade e renda familiar se mostraram mais suscetíveis a acreditar nas notícias falsas. Além disso, um aspecto interessante do estudo foi que diversos participantes que diziam julgar a veracidade das notícias de acordo com a confiabilidade dos sites em que elas são veiculadas não realizaram essa checagem ao responder os questionários, mesmo sendo livres para fazê-lo. Os participantes não realizavam a checagem dos veículos de informação e acabavam confiando nos seus próprios conhecimentos e no teor científico presente nas notícias.

A pesquisa revelou, ainda, outra contradição. Os participantes que diziam verificar a veracidade da informação em sites confiáveis, ao se depararem com uma notícia verdadeira acabavam na dúvida e a julgavam mais como falsa que verdadeira (GOMES; PENNA; ARROIO, 2020). Ou seja, os indivíduos não realizavam a checagem da informação e confiavam em seus próprios conhecimentos, características da informação e da mídia em que era veiculada.

O trabalho deixou bastante claro que, dependendo da plataforma em que a notícia é compartilhada, as pessoas sentem-se

mais inclinadas (ou não) a acreditar naquela informação e compartilhá-la. Além disso, o uso de jargões científicos no texto de uma notícia falsa contribui para a validação de um discurso semelhante ao de especialistas, facilitando que as pessoas acreditem nessa informação. Desse modo, baseados nos resultados obtidos, os autores propõem a articulação entre os letramentos midiático, informacional e científico, como meio de se formar cidadãos mais autônomos e comprometidos com fatos, e menos suscetíveis a emoções e crenças (GOMES; PENNA; ARROIO, 2020).

Iniciativas como essas (e.g. GOMES et al., 2020; KLUCEVSEK, 2017; MAJETIC; PELLEGRINO, 2014; PODGORNIK; DOLNIČAR; GLAŽAR, 2017) são indicativos de um movimento de pesquisadores que propõem correlações entre o letramento científico e o letramento midiático e/ou informacional, bem como a necessidade de desenvolvê-los de modo articulado. Apesar de não haver um consenso sobre como tais correlações devem ou podem ser estabelecidas na ciência escolar, fica clara a proposta de que o campo disciplinas das Ciências da Natureza, de modo isolado, é visto como limitado para gerar respostas efetivas ao contexto da pós-verdade.

5. Considerações finais

Neste capítulo, discutimos como algumas pesquisas do campo educacional têm se colocado frente ao contexto da pós-verdade. Especificamente, buscamos mapear as discussões dos pesquisadores sobre o letramento científico nesse cenário.

Um primeiro aspecto desse debate se refere às posições quanto ao papel da educação científica na pós-verdade. Na Educação Básica, é notável a existência de autores que percebem/defendem o potencial da educação em “resolver” o problema da pós-verdade, em contraposição a visões que problematizam essa percepção. Alguns estudos partem de uma concepção de que o processo educativo oferecido na escola seria a saída para problemas decorrentes desse contexto, como aprender a lidar com a desinformação, por exemplo. Outros, por sua vez, entendem e reforçam o papel da educação, mas ressaltam a complexidade da pós-verdade, indicando que os problemas dela derivados devem ser considerados em seus diferentes aspectos – *culturais, econômicos, políticos* – e que a educação é parte

de algo mais amplo, que envolve diferentes esferas da sociedade, não sendo capaz, por isso, de solucionar tais problemas sozinha.

Nos alinhamos àquelas pesquisas que ressaltam a necessidade de um letramento científico que seja capaz de contemplar o contexto social dos alunos e suas vivências cotidianas. Desse modo, seria importante para a Educação em Ciências propor formas de analisar as implicações da pós-verdade na escola buscando valorizar a perspectiva dos membros da sala de aula, a partir de seus repertórios e contextos pessoais, comunitários e sociais. É urgente buscarmos pedagogias que auxiliem os estudantes a se apropriarem do uso da ciência dentro de sua vida social.

Propostas acerca do letramento científico também têm realizado outros movimentos. Alguns autores defendem questionar visões consideradas limitadas do letramento (e.g. Visão I de Roberts, 2007), ampliar/aprofundar visões consideradas mais contextualizadas (e.g. Visão II de Roberts, 2007), ou criar novas visões voltadas para a formação científica no século XXI por meio de práticas mais dialógicas (e.g. Visão III de Aikenhead, 2007) e voltadas para a participação social (e.g. Visão III de Valadares, 2021). Outras iniciativas buscam discutir a noção de letramento científico como algo que deve agregar conhecimentos e práticas específicos que se referem à pós-verdade (e.g. (FASCE; PICÓ, 2019; FEINSTEIN; WADDINGTON, 2020; JUNGES; ESPINOSA, 2020; SHARON; BARAM-TSABARI, 2020).

Outra proposta emergente envolve a articulação de letramentos, além do letramento científico. Esse tipo de movimento se refere ao engajamento de pesquisadores de áreas distintas e que têm buscado explorar diferentes dimensões de conhecimento e da vida social dos estudantes, como a informação, a desinformação e a mídia. Isso revela que um campo disciplinar, isolado e sem diálogo, é visto como limitado para gerar respostas efetivas ao contexto da pós-verdade. Alguns pesquisadores propõem, então, a busca por articulações entre o letramento científico e o letramento midiático e/ou informacional (e.g. KLUCEVSEK, 2017; MAJETIC; PELLEGRINO, 2014). Um dos desafios centrais desse tipo de proposta se refere à necessidade de se agregar mais “conteúdos” às propostas curriculares de ciências. Nesse sentido, autores têm proposto que múltiplos letramentos não estejam apenas sob o

comando dos professores de ciências, mas que exista um movimento articulado dos currículos nos diferentes conteúdos escolares.

Esses pesquisadores argumentam que letramentos em cada uma dessas diferentes dimensões se favorecem e, no contexto da pós-verdade, há uma certa interdependência entre eles. Muitos dos problemas gerados nesse cenário são de caráter interdisciplinar e, desse modo, demandam conhecimentos de mais de um campo para serem analisados e discutidos. Assim, há também propostas de uma noção ampliada de letramento científico capaz de agregar elementos relacionados ao letramento informacional e midiático (FEINSTEIN; WADDINGTON, 2020; FASCE; PICÓ, 2019; PODGORNIK, et al., 2017; STORKSDIECK, 2016). Essas propostas, portanto, não entendem que o professor de ciências deveria lidar com múltiplos letramentos ao mesmo tempo em sala de aula. A ideia é aprofundar/ampliar nossas noções do que é letrar cientificamente um estudante, agregando elementos relevantes de outros letramentos para a aprendizagem de ciências.

As reflexões propostas neste capítulo revelam que o Ensino de Ciências tem se debruçado sobre discussões acerca do cenário da pós-verdade e suas implicações para a educação científica. Qual o papel do ensino de ciências nesse contexto? Mesmo reconhecendo que há diferentes visões e propostas, a pós-verdade se refere a um fenômeno complexo que não poderá ser enfrentado apenas com soluções simples advindas de uma única área. Nesse sentido, o desenvolvimento de letramentos relacionados à diferentes dimensões da vida social ou de articulações/diálogos entre esses letramentos, têm sido propostos como possíveis contribuições à educação científica no século XXI. Além disso, é necessária a construção de noções ampliadas do letramento científico, capazes de auxiliar os estudantes compreender a ciência a partir de seus contextos e repertórios sociais e culturais, construindo uma postura dialógica em relação a outros saberes, bem como uma atitude de crítica e confiança equilibrada na ciência.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao financiamento da FAPEMIG (01/2021 – Demanda Universal) que permitiu a realização desta pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, C. A. Á. A missão da Ciência da Informação na Era da Pós-Verdade. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 30, n. 4, p. 1–19, 2021.
- BACON, C. K. Appropriated literacies: The paradox of critical literacies, policies, and methodologies in a post-truth era. **Education Policy Analysis Archives**, 26, 2018.
- BARCELLOS, M. Ciência não autoritária em tempos de pós-verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1496-1525, dez, 2020.
- BARZILAI, S.; CHINN, C. A. A review of educational responses to the “post-truth” condition: Four lenses on “post-truth” problems. **Educational Psychologist**, 2020.
- BUCKINGHAM, D. Digital Media Literacies : rethinking. **Research in Comparative and International Education**, v. 2, n. 1, p. 43–55, 2007.
- BUCKINGHAM, D. Cultura Digital, Educação Midiática e o Lugar da Escolarização. **Educação & Realidade**, v. 35, n. 3, p. 37–58, 2010.
- BUCKINGHAM, D. Teaching media in a “post-truth” age: Fake news, media bias and the challenge for media/digital literacy education. **Cultura y Educacion**, v. 31, n. 2, p. 213–231, 2019.
- CÂMARA, N. S. Letramentos transmídia: um conceito e uma metodologia. In: MASSAROLO, J.; SANTAELLA, L.; NESTERIUK, S. (Ed.). **Desafios da transmídia: processos e poéticas**. 1. ed. [s.l.] Estação das Letras e Cores Editora, p. 104–129, 2018.
- CERIGATTO, M. P.; NUNES, A. K. F. O ensino de ciência e a cultura digital: proposta para o combate às fake news no novo ensino

médio. **Revista de Educação, Ciências e Matemática.**, v. 10, n. 3, p. 29–41, 2020.

CITELLI, A. O. Comunicação e educação: os movimentos do pêndulo. **Revista FAMECOS**, v. 25, n. 3, p. 29914, 2018.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência e Educação (UNESP)**, 24(1), 27-41, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180010003>.

DELORS, J. *et al.* **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez; Brasília, DF. MEC, UNESCO, 1998. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001298/129801por.pdf>>. Acesso em 3 ago.2021.

ERDURAN, S. Science Education and the Pandemic, 1 Year On. **Sci & Educ**, v. 30, n. 2, p. 201-204, 2021.

FASCE, A.; PICÓ, A. Science as a Vaccine: The Relation between Scientific Literacy and Unwarranted Beliefs. **Science and Education**, v. 28, n. 1–2, p. 109–125, 2019.

FEINSTEIN, N. Salvaging science literacy. **Science Education**, 95(1), 168–185, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.20414>. Acesso em: 29 nov.2021.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**, São Paulo: Paz e Terra, 1980.

FREIRE, P. **Mentoring the Mentor: A Critical Dialogue with Paulo Freire**. New York, P. Lang, 1997.

FREIRE DA SILVA, R. C.; DE SÁ CARVALHO, J. Fakenews, Implicações Sociais E Urgência Do Diálogo Na Educação. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 33, n. 1, p. 155–175, 2020.

- GASQUE, K. C. G. D. Arcabouço conceitual do letramento informacional. **Ciência da Informação**, v. 39, n. 3, p. 83–92, 2010.
- GASQUE, K. C. G. D.; CUNHA, M. V. The John Dewey's epistemology and informational literacy. **Transinformacao**, v. 22, n. 2, p. 139–146, 2010.
- GASQUE, K. C. G. D.; TESCAROLO, R. Desafios para implementar o letramento informacional na educação básica. **Educação em Revista**, v. 26, n. 1, p. 41–56, 2010.
- GOMES, S. F.; PENNA, J. C. B. DE O.; ARROIO, A. Fake News Científicas: Percepção, Persuasão e Letramento. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, p. 1–13, 2020.
- GRACE, R.; NORRIS, S. P. Scientific media education in the classroom and beyond: a research agenda for the next decade. **Cultural Studies of Science Education**, 11 (1), mar., 2016.
- IRETON, C.; POSETTI, J. **Jornalismo, fake news & desinformação: manual para educação**. Paris: UNESCO, 2018.
- JUNGES, A. L.; ESPINOSA, T. Ensino de ciências e os desafios do século XXI: entre a crítica e a confiança na ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1577–1597, 2020.
- KAUFMAN, C. Civic Education in a Fake News Era: Lessons for the Methods Classroom. **Journal of Political Science Education**, v. 17, n. 2, p. 326–331, 2020.
- KELLNER, D.; SHARE, J. Educação para a leitura crítica da mídia, democracia radical e a reconstrução da educação. **Educação & Sociedade**, v. 29, n. 104, p. 687–715, 2008.
- KLUCEVSEK, K. The intersection of information and science literacy. **Communications in Information Literacy**, v. 11, n. 2, p. 354–365, 2017.

- LEWANDOWSKY, S.; ECKER, U. K. H.; COOK, J. Beyond Misinformation: Understanding and Coping with the “Post-Truth” Era. **Journal of Applied Research in Memory and Cognition**, v. 6, n. 4, p. 353–369, 2017.
- LIMA, N. W. *et al.* Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 19, p. 155–189, 2019. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2019u155189. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4933>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. Nos becos da Episteme: Caminhos confluentes para uma contra colonização didática em meio à crise da verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 36(3), 2019.
- MAJETIC, C.; PELLEGRINO, C. When Science and Information Literacy Meet: An Approach to Exploring the Sources of Science News with Non-Science Majors. **College Teaching**, v. 62, n. 3, p. 107–112, 2014.
- MARQUETTO, C. R. Distinguindo conceitos de educação para mídia: Alfabetização midiática como objetivo. **ECCOM**, v. 11, n. 22, jul./dez., 2020.
- MCBRIEN, J. L. New texts, new tools: An argument for media literacy. **Educational Leadership**, v. 57, n. 2, p. 76–79, 1999.
- MCNALLY, M. J.; KUHLTHAU, C. C. Information search process in science education. **Reference Librarian**, v. 20, n. 44, p. 53–60, 1994.
- MOURA, C. B.; NASCIMENTO, M. M.; LIMA, N. W. Epistemic and Political Confrontations Around the Public Policies to Fight COVID-19 Pandemic. **Sci & Educ**, v. 30, n. 2, p. 501-525, 2021.

Oxford English Dictionary. **Post-truth**. In Oxford English Dictionary. Oxford University Press, 2016. Disponível em: <https://www.oxforddictionaries.com/press/news/2016/12/11/WOTY-16>. Acesso em: 24 jul. 2021.

PODGORNIK, B. B.; DOLNIČAR, D.; GLAŽAR, S. A. Does the information literacy of university students depend on their scientific literacy? **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 13, n. 7, p. 3869–3891, 2017.

RIBEIRO, L. A. M.; GASQUE, K. C. G. D. Letramento Informacional e Midiático para professores do século XXI. **Em Questão**, v. 21, n. 2, p. 203, 2015.

SANTAELLA, L. **A Pós-verdade é verdadeira ou falsa?** Barueri: Estação das Letras e Cores, 2018.

SANTINI, L. A.; ESTABEL, L. B. Letramento informacional e educação científica: a biblioteca como espaço de desenvolvimento da autonomia, da cidadania e do aprender a aprender. *In: XII ENPEC*. p. 1–7, 2019.

SANTOS, W. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Rev. Brasileira de Educação**, v. 12 n. 36 set./dez., 2007.

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

SCOLARI, C. A. Alfabetismo transmedia: estratégias de aprendizaje informal y competencias mediáticas en la nueva ecología de la comunicación. **Revista TELOS** (Cuadernos de Comunicación e Innovación). pp. 1–9, 2016.

SHARON, A. J.; BARAM-TSABARI, A. Can science literacy help individuals identify misinformation in everyday life? **Science Education**, v. 104, n. 5, p. 873–894, 2020.

- SPINELLI, E. M.; SANTOS, J. A. Alfabetização Midiática na era da desinformação. **ECCOM**, v. 11, n. 21, p. 147–164, 2020.
- STORKSDIECK, M. Critical information literacy as core skill for lifelong STEM learning in the 21st century: reflections on the desirability and feasibility for widespread science media education. **Cultural Studies of Science Education**, v. 11, n. 1, p. 167–182, 2016.
- TANG, K. S. Teaching scientific explanation and argumentation in a post-truth era. **Scan**, v. 40, n. 4, p. 16-20, 2021.
- WARDLE, Claire. Fake News. It's complicated. **First Draft News**, 2017. Disponível em: <https://firstdraftnews.org:443/fake-news-complicated/>. Acesso em: 2 jun. 2021.
- WHITCOMB, D. Truth Social: Donald Trump anuncia lançamento de nova rede social. **CNN Brasil**, 21 out. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/truth-social-donald-trump-anuncia-lancamento-de-nova-rede-social/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

**5. PARA QUE
REPRESENTAR?
AS REPRESENTAÇÕES
MULTIMODAIS NAS AULAS
DE CIÊNCIAS**

.....

**ANA LUIZA DE QUADROS
MARIA LUIZA SILVA TUPY BOTELHO
ANA LÍVIA BAPTISTELLA ARAUJO**

1. Introdução

Nossa experiência como professoras de Química tem mostrado que de um modo geral os estudantes consideram as representações como mais uma atividade a ser feita na escola e se mostram resistentes em lidar com elas. Estudos que analisam o papel das representações na produção de conhecimento na Ciência e para a aprendizagem de Ciências têm ressaltado a necessidade de tomar as representações como objeto de conhecimento. Nesse sentido, uma linha de pesquisa e de ensino chamada de Representações Multimodais tem utilizado inúmeros modos semióticos para trabalhar com representações. Essa linha tem se mostrado promissora para dinamizar o ensino de conceitos científicos, que é indissociado das representações.

Há algum tempo nosso grupo de pesquisa vem trabalhando com “Representações Multimodais” no Ensino de Ciências como possibilidade tanto de diminuir a resistência dos estudantes em usar representações quanto de promover a aprendizagem conceitual, epistêmica e epistemológica. Neste capítulo vamos explicitar os caminhos que nos trouxeram até esse referencial, discutir aspectos dos estudos que temos considerado em nossas pesquisas e mostrar como o entendimento do papel das representações na aprendizagem de Ciências tem auxiliado na organização e desenvolvimento de aulas. O foco de nossa pesquisa está concentrado nas aulas de Química, embora as representações sejam igualmente importantes para todo o campo das Ciências da Natureza. Nossas pesquisas se valem de “representações multimodais” no Ensino Fundamental, no Ensino Médio e no Ensino Superior.

A Química é uma Ciência que, pela sua natureza, é carregada de representações. Ao ensinar e aprender Química lidamos com “entidades” submicroscópicas tais como átomos, moléculas, íons, elétrons, entre outras (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000), o que torna esse componente curricular “carregado” de conceitos abstratos. Para relacionar essas “entidades” do mundo submicroscópico com os fenômenos do mundo macroscópico, a linguagem química teve e tem um papel muito importante. Os cientistas envolvidos com os estudos iniciais da química, segundo Roque e Silva (2008), enfrentavam dificuldades de interpretação e de descrição de fenômenos de transformação da matéria e isso os levou

a trilhar um caminho próprio, criando uma linguagem específica para explicar esses fenômenos, uma vez que as “entidades” (átomos, moléculas) não são percebidas pelos sentidos e, portanto, teriam que ser representadas. Roque e Silva (2008, p. 921) destacam ainda que “a linguagem da Química descreve através de modelos, representados por fórmulas estruturais, equações, gráficos e figuras, as coisas do mundo como compreendidas pelo químico”.

Em sala de aula, no entanto, temos percebido que os estudantes têm dificuldades de entendimento daquilo que não pode ser visto ou “percebido”. As “entidades” submicroscópicas não são facilmente relacionadas às propriedades das substâncias e nem mesmo ao que leva as substâncias a se transformarem. Nesse aspecto, ensinar Química continua sendo um grande desafio que tem nos levado a inserir, nas aulas de Ciências, estratégias diversas construídas a partir de referenciais importantes para o campo da Educação.

2. O caminho percorrido

Nossa experiência tem mostrado que, ao longo dos cursos de licenciatura, os futuros professores têm contato com um número bem maior de professores cuja formação, tanto na graduação quanto na pós-graduação, foi em um campo específico do saber científico (Química, Física, Matemática, Farmácia, entre outros) quando comparado com o número de professores que se especializaram na área da educação. Essa realidade influencia a atuação desses futuros professores, que tendem a construir processos de ensino e aprendizagem ancorados nas experiências que vivenciaram enquanto estudantes, em vez de embasar suas práticas nas teorias de aprendizagem que são estudadas no campo da educação. Nesse caso, trata-se de uma prática ancorada muito mais na “imitação” dos professores que tiveram e que admiram do que em teorias de ensino e aprendizagem.

Além disso, não é raro ver esses professores com dificuldade de entender a pouca aprendizagem dos estudantes. Catani *et al.* (1997) alertam para a necessidade de compreendermos como esses professores incorporam e traduzem em suas práticas pedagógicas aquilo que vivenciaram durante a própria formação, ou seja, as teorias

que estudaram e a prática de seus próprios professores, e de que maneira vão recontextualizando, pela experiência, esses saberes.

Isso nos levou a inserir os professores formadores da área de Química (sem formação didático-pedagógica) em nossas pesquisas, tanto como sujeitos investigados quanto como pesquisadores de sua própria prática. Para facilitar a inserção de professores do Ensino Superior na pesquisa qualitativa, mais comum quando se trata de análise de sala de aula, valemo-nos de pesquisas envolvendo estudos de caso (MACEDO; ALMEIDA; QUADROS, 2021; OLIVEIRA; QUADROS, 2020), relações pedagógicas de conteúdo (QUADROS; SILVA; MORTIMER, 2018; QUADROS; ALMEIDA; DIAS, 2018), contextualização (DEFREITAS-SILVA; CORRÊA; QUADROS, 2022; MIRANDA; CORRÊA; QUADROS, 2022), Teoria dos Códigos de Legitimação (BARRETO *et al.*, 2020) e gestos presentes na comunicação em sala de aula (MORO *et al.*, 2015).

O estudo dos gestos e do seu papel na comunicação, usando principalmente o referencial de Kendon (2004), contribuiu para que o nosso grupo de pesquisa ampliasse o entendimento da comunicação. Porém, não eram apenas os gestos que estavam aliados à fala e à escrita. Observávamos outros modos semióticos sendo usados pelos professores investigados, e todos pareciam ter potencial para a comunicação de qualidade. Eles incluíam a proxêmica, o olhar, as imagens, os sons, além de vários outros. Seguimos, então, pela Multimodalidade oriunda da semiótica social, associando-a aos referenciais já presentes em nossas pesquisas, principalmente à corrente sócio-histórica de Vigotski.

Ao centrarmos nossas investigações na multimodalidade oriunda da semiótica social outros referenciais se mostraram importantes. Esses estudos sobre multimodalidade (JEWITT, 2009; KRESS, 2009; KRESS, 2010; KRESS; VAN LEEUWEN, 1996; NORRIS, 2004) ampliaram a ótica pela qual a sala de aula é estudada. Os modos – e não a linguagem – passaram a ser estudados em toda a sua materialidade. Incorporamos em nossos estudos a ideia de que a linguagem é multimodal por natureza. Já estávamos convencidos de que a simples transmissão de informações, por mais organizadas que elas fossem, provavelmente não seria suficiente para garantir o entendimento do que estava sendo transmitido. A meta em sala de aula passou a ser, portanto, desenvolver estratégias para auxiliar os

estudantes a significar essas informações, o que buscamos ao valorizar os múltiplos modos semióticos.

Para entender melhor a multimodalidade, Mortimer e Quadros (2018) propuseram uma tabela na qual os modos, os recursos e os suportes para a comunicação eficiente são apresentados. Ampliamos essa tabela, conforme apresentado a seguir (Tabela 5.1).

Os modos representam “canais” de comunicação que uma cultura reconhece. Eles são usados para fazer sentido naquilo que é comunicado. No caso da fala, por exemplo, ela pode ser potencializada ao usar os recursos semióticos possíveis. Assim, o professor pode usar de entonação para ressaltar um conceito importante da sua fala, pode pausar a fala como uma maneira de chamar a atenção do ouvinte e pode falar mais lentamente ou mais rapidamente a depender da importância do que está sendo dito. Cada um dos modos semióticos possui recursos que podem ser explorados na comunicação.

Tabela 5.1: Relação de modos com os respectivos recursos e meios ou suportes.

Modo semiótico	Recurso semiótico	Meio de comunicação/ Suporte
Fala	Entonação, pausa, velocidade	Aparelho fonador, gravador, microfone
Escrita	Palavras, orações, pontuação, parágrafos, caixa alta, negrito	<i>Notebook</i> , lousa, livro
Imagens	Sombra, plano, iluminação, cor	Quadro de giz, tela de projeção, livro
Imagens em movimento	Vídeo, simulação virtual	TV, computador
Gestos	Ação dêitica, modelagem	Corpo
Som, Música, Trilha sonora	Ritmo, timbre, dinâmica, tessitura	Rádio, computador, CD <i>player</i> , instrumentos musicais e outros
Objetos 3D	Modelo bola/vareta	<i>Kits</i> plásticos de objetos moleculares
<i>Layout</i>	Distribuição, desenho, plano	Jornal, revista, lousa ou página na <i>internet</i>

Fonte: baseada em Mortimer e Quadros, 2018, p. 27.

A Multimodalidade é estudada tanto como um fenômeno da comunicação humana quanto um campo diversificado e crescente de pesquisa. Segundo Kress (2009) a multimodalidade é uma teoria que examina os diversos modos que as pessoas usam para se comunicar e se expressar. Sua relevância está também no aumento de ferramentas tecnológicas – que facilitaram a produção de imagens – e no fato de elas serem acessíveis até mesmo a quem não é profissional da imagem. Os inúmeros *softwares* de composição multimídia levaram as pessoas a usar facilmente vários modos nas artes, na escrita, na música e na dança, nas interações cotidianas e, como estamos defendendo, na melhora da comunicação em sala de aula.

Usando a Multimodalidade como referencial de análise do que acontece na sala de aula, passamos a dar importância para as interações entre esses diferentes modos (MORTIMER *et al.*, 2014) e nas rotas de transição modal (QUADROS; GIORDAN, 2019). A partir de diferentes olhares para as aulas de Ensino Superior, organizamos as demais pesquisas conduzidas por esse referencial em um livro intitulado “Multimodalidade no Ensino Superior” (MORTIMER; QUADROS, 2018).

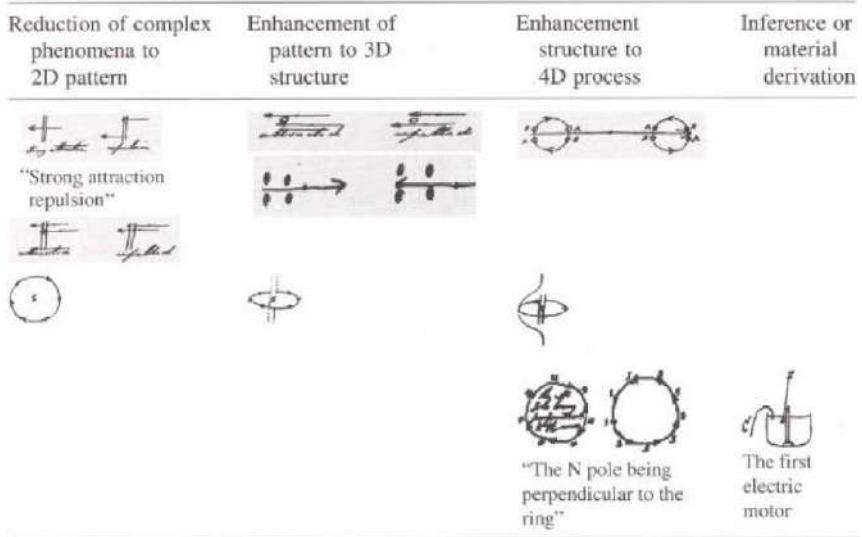
Adami (2016) argumenta que a multimodalidade está relacionada à comunicação e às representações. Como um processo natural da pesquisa/dos pesquisadores, novos olhares vão acontecendo e, com isso, novos caminhos vão sendo trilhados. Se os multimodos auxiliam na eficiência da comunicação, qual seria o papel desses multimodos nas representações? Essa questão nos levou a um novo referencial, proposto por um grupo de australianos (Russel Tytler, Vaughan Prain e colaboradores) que investigam as salas de aula de Ciências e que associam a multimodalidade às representações.

3. As representações Multimodais na Ciência

Os trabalhos desenvolvidos por David Charles Gooding no Reino Unido exploram a construção do conhecimento e mostram o uso contínuo de representações. Gooding (2004) investigou os rascunhos que Michael Faraday produzira em seu trabalho no laboratório, manuscritos esses cedidos pela família do cientista, e observou que as representações eram modificadas conforme suas ideias evoluíam. Segundo Gooding (2004), esses manuscritos eram compostos por uma alternância de esboços, diagramas e textos, e que é perceptível um padrão de raciocínio visual por aprimoramento e redução dimensional em suas representações.

A Figura 5.1 apresenta um desses rascunhos de Faraday com uma sequência de esboços de padrões de orientação de uma agulha ao redor de um fio, em que cada esboço incorpora e resume um conjunto complexo de operações e observações.

Figura 5.1: Rascunho feito por Faraday no dia 3 de setembro de 1921.

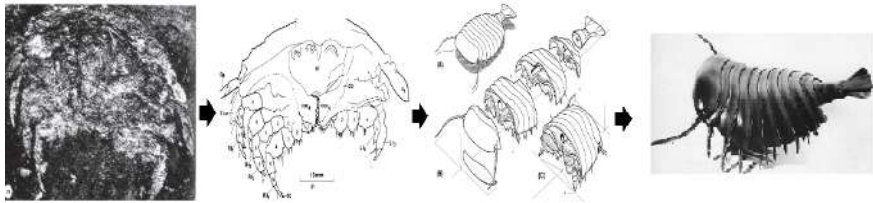


Fonte: Gooding, 2004, p. 18.

De acordo com Gooding (2004) essas imagens apresentam a redução de fenômenos complexos para uma abstração padronizada e também para um aprimoramento dimensional, no qual os esboços passam de duas dimensões para três dimensões. Como inferência construída a partir desses esboços, Gooding (2004) afirma ser o final dessas representações (Figura 1) o primeiro dispositivo para produzir movimento eletromagnético contínuo, ou seja, um esboço do motor elétrico desenvolvido por Faraday.

Gooding (2010) exemplifica o processo de construção de uma representação canônica de um artrópode a partir de um fóssil encontrado. Segundo esse pesquisador, a imagem do fóssil foi desenhada, na época, tentando mostrar as possíveis partes daquele fóssil e, em seguida, foram montadas estruturas possíveis para aquela imagem e para o que deveriam ser as demais partes do corpo, conforme Figura 5.2.

Figura 5.2 Representações usadas pela Ciência para propor uma estrutura para o artrópode *Sidneyia inexpectans*



Fonte: adaptada de Gooding, 2010.

Nesse exemplo trazido por Gooding (2010) o que se tinha como informação concreta era uma foto de um fóssil. A partir dessa foto foram feitos desenhos do que seriam as partes desse animal e, em seguida, montadas estruturas a partir desses desenhos, chegando ao modelo do artrópode *Sidneyia inexpectans*, que nunca foi realmente visto.

Há outros exemplos nos trabalhos de Gooding mostrando as inúmeras representações usadas pelos cientistas para organizar suas ideias ou seus achados. Mesmo que nós só tenhamos acesso ao produto decorrente desse processo, podemos afirmar que as representações fazem parte da construção do conhecimento científico. Foi a partir de estudos como esses realizados por Gooding que os pesquisadores australianos intensificaram suas pesquisas com o uso de representações formais e informais nas aulas de Ciências, usando o termo “Representações Multimodais”.

4. As Representações Multimodais no Ensino de Ciências

Segundo Prain e Waldrip (2010), o ato de representar é uma habilidade importante para um indivíduo se tornar alfabetizado cientificamente e não apenas um recurso periférico. Como já dissemos na introdução deste capítulo, alguns estudantes não desenvolvem essa habilidade por não perceberem a importância dessas representações, chegando, algumas vezes, a apresentar aversão a conteúdos que exploram representações.

Ao defenderem que as representações são artefatos que simbolizam uma ideia ou conceito em Ciências, Tang, Delgado e Moge (2014) afirmam que elas podem assumir a forma de analogias, de explicações verbais, de textos escritos, de diagramas, de gráficos ou de simulações e que, portanto, essas representações são parte integrante da linguagem química e, como tal, devem estar presentes nas aulas de Ciências.

Prain e Tytler (2013) argumentam que a competência representativa desempenha um papel crucial para aprender Ciência e que desenvolver essa competência implica no envolvimento do estudante na interpretação e na construção de relações entre um objeto, sua representação e seu significado. Para eles a aprendizagem é um processo mais ativo, sendo indicado que o estudante se envolva mais com a aula e com o conhecimento nela discutido. Nesse sentido, o conhecimento será mais efetivamente construído ao usarmos as práticas representativas que envolvem a geração/proposição, o refinamento/negociação, a justificação e o julgamento de explicações, processos e métodos em Ciência. Trata-se de um processo em que o estudante é desafiado a representar um dado fenômeno e argumentar em torno dessa representação, seja na esfera individual ou na esfera coletiva da sala de aula. O professor conduz esse processo para que a representação proposta pelo estudante se aproxime da representação canônica.

Esse processo no qual o estudante é desafiado a propor, justificar, negociar, refazer uma representação para explicar um fenômeno é chamado de “Representações Multimodais”, uma vez que o estudante poderá usar a fala, o desenho, a escrita, os modelos, as representações com o corpo, ou o modo semiótico que lhe parecer mais adequado para realizar a representação. Normalmente esse processo envolve a integração de vários modos para comunicar ideias relacionadas à Ciência.

Ao usar múltiplas representações para tratar de um mesmo conceito ou fenômeno cada uma delas oferece informações sobre algum de seus traços peculiares, mesmo não sendo capaz de descrevê-lo completamente. A razão disso vem do fato de uma representação apresentar natureza diversa de outra, proporcionando capacidade restrita para representar e descrever aspectos diferentes do referente, uma vez que cada sistema semiótico encerra propriedades específicas

que limitam intrinsecamente suas possibilidades de representação (TYTLER *et al.*, 2013).

No caso de uma representação de partículas, por exemplo, o movimento não será facilmente identificado em um desenho em função das restrições próprias do desenho. Nesse caso, uma representação construída a partir de outros modos semióticos pode ser mais elucidativa do que o desenho. Já no caso do ciclo de Krebs, geralmente muito estudado na Bioquímica, a imagem tem muito potencial para dar a ideia do fenômeno como um todo. O potencial e as limitações de uma dada representação vêm sendo tratados como *affordances*, conceito esse introduzido por Gibson (1979).

Gibson (1979) teoriza que os indivíduos interagem com o ambiente físico em termos de *affordances* que apoiam seus objetivos ou intenções. Seus estudos procuraram ir além de um único foco nos processos mentais do indivíduo e se centraram nas interações com o meio e entre os pares. Tytler e colaboradores (2013) descrevem as *affordances* como interações perceptivas com o ambiente, o que inclui comportamentos e estratégias aprendidas em sala de aula. Acreditamos que as *affordances* de um determinado modo semiótico ou de uma representação auxiliam os estudantes a compreenderem o que está sendo comunicado e a distinguirem aspectos relevantes que uma representação oferece quando comparada a outra.

Como já dissemos, as representações multimodais presentes na sala de aula quando o estudante assumir o protagonismo e propuser uma representação para um fenômeno ou um conceito. A partir disso ele comunica sua proposta aos pares dando início a um processo de negociação/justificação que levará à reelaboração dessa representação até que se aproxime da representação canônica.

No processo de construção de representações os estudantes são orientados a identificar a necessidade de se utilizar uma representação para explicar um conceito/fenômeno antes da introdução das formas canônicas da Ciência. Eles são desafiados e apoiados a elaborar representações usando diversos modos, desenvolvendo explicações e resolvendo problemas. Os estudantes são apoiados na coordenação das representações durante todo o processo, tanto pelo professor quanto pelos colegas.

Após elaborar a representação para um dado fenômeno o estudante é convidado a justificar/explicar sua representação,

processo esse mediado pelo professor e apoiado pelos pares, dando início à negociação das representações construídas. Essas discussões visam esclarecer aspectos envolvidos nas diferentes representações, o que gera a necessidade de outros modos de representar para que sejam trabalhados tópicos distintos de um conceito. O diálogo ajuda a dar coerência à representação proposta pelos estudantes, facilitando que se chegue a uma representação coerente para o conceito/fenômeno em discussão, em um processo guiado. No processo de refinamento das representações, o professor e os colegas utilizam a linguagem como mediadora e fornecem restrições produtivas, aspectos conceituais ou evidências empíricas que auxiliam os estudantes a refinar e aperfeiçoar as representações construídas com o intuito de explicar/descrever o conceito/fenômeno estudado.

Nas atividades envolvendo representações multimodais, o aprendizado significativo inclui o mapeamento representacional. Essa dinâmica consiste na construção das representações por meio da exploração de diferentes aspectos de um conceito ou fenômeno pelos estudantes, com o mapeamento do que foi inferido durante a observação. A avaliação do processo de construção de representações é contínua e integrada a todas as etapas do desafio representacional. Estudantes e professor são envolvidos na avaliação da adequação de cada representação construída para o entendimento de um conceito/fenômeno mais abrangente. A avaliação da adequação de cada representação construída integra a etapa de justificação das representações que emergiram do desafio representacional.

Embora tenhamos descrito separadamente cada uma das etapas envolvidas, é preciso salientar que não há uma fronteira clara entre elas e que, por vezes, elas se fundem, acontecendo ao mesmo tempo.

5. As atividades/pesquisas que estamos realizando: alguns exemplos

a) Representações multimodais no contexto de solubilidade: aulas no Ensino superior

Em uma aula de uma disciplina do componente curricular “Prática de Ensino”, ao discutirmos a solubilidade do cloreto de sódio (NaCl) e do açúcar (sacarose: $C_6H_{12}O_6$) em água, foi sugerido aos

estudantes que representassem essa dissolução de uma forma diferente do que costumavam fazer, ou seja, que não fosse com o desenho. Depois de algumas sugestões, a opção escolhida foi a representação incorporada, ou seja, os estudantes fizeram uma teatralização.

Os estudantes definiram inicialmente um espaço da sala de aula no qual aconteceria a representação e, ao se prepararem, alguns estudantes se inseriram nesse espaço delimitado e uma dupla ficou fora dele. Ao iniciar a representação incorporada, a dupla que estava externa ao espaço se dirigiu para esse espaço e separou-se, formando os dois íons derivados da solubilização do cloreto de sódio em água. Cada um deles foi sendo “solvatado” pelas moléculas de água, representadas pelos colegas que estavam no interior do espaço delimitado. Foi possível observar que a representação incorporada para o que seria a solvatação dos dois íons foi feita da mesma maneira, o que foi questionado pela professora.

Para atender ao questionamento da professora, toda a turma auxiliou a construir uma forma de representação incorporada que mostrasse a diferença entre a solvatação do íon sódio (Na^+) e a do íon cloro (Cl^-). Para representar a solvatação do íon cloro (Cl^-) os estudantes estenderam os braços para frente, aproximando-os do íon, e no caso do íon sódio (Na^+) os braços foram estendidos para trás, de forma que o corpo é que se aproximava desse íon. Essa representação gerou um debate intenso entre os professores em formação, tanto pela “empolgação” demonstrada com a atividade representacional quanto com o que significaria usá-la com os estudantes da Educação Básica.

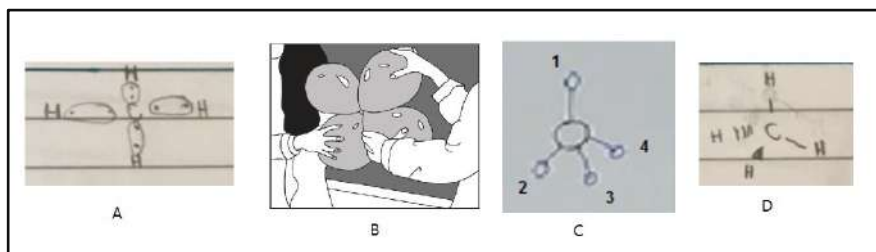
No caso da dissolução do açúcar, inicialmente surgiram dúvidas sobre essa solubilização. Após um breve debate do que seria o processo de dissolução nesse caso, eles perceberam que o número de estudantes (eram 12 nessa turma) seria insuficiente para representar esse processo. A sacarose é um sólido molecular que, por possuir diversos grupos OH, é capaz de formar ligações de hidrogênio com a água, e a sua representação incorporada ou teatralizada exigiria um número maior de participantes. Apesar de os estudantes não terem realizado essa representação, eles empenharam-se em esclarecer entre si o que seria essa dissolução e, aparentemente, construíram um conhecimento conceitual.

b) *A geometria molecular no Ensino Fundamental: uma tentativa de construção de significados*

A turma do nono ano (Ensino Fundamental) na qual se deu essa experiência fazia uso de um material didático que contém uma lista de conteúdos bem ampla. Para que esse conteúdo tivesse significado para os estudantes direcionamos o nosso olhar para as contribuições da abordagem de ensino baseada na proposição, justificação, negociação e reelaboração de representações, visando a aquisição de conhecimento científico (TYTLER *et al.*, 2013).

Os estudantes foram convidados a interagir com três diferentes tipos de representações (representações de Lewis, representação de traços, representações utilizando balões de festa) para uma série de moléculas, com o objetivo de propor uma representação coerente com a geometria das moléculas investigadas. Inicialmente os estudantes interagiram entre si e com a professora no sentido de identificar a ocorrência do gás metano e seus principais usos. Durante o processo de investigação da geometria da molécula de metano, quatro estruturas foram propostas, conforme ilustra a Figura 5.3.

Figura 5.3: As representações usadas pelos estudantes para a molécula CH_4 .



Fonte: as autoras.

Inicialmente os estudantes elaboraram a representação de Lewis (A) para obter informações sobre o número de ligações covalentes envolvidas nas moléculas. Em seguida, manipularam balões de festa (B) para propor uma organização para esses átomos no espaço. Os estudantes que protagonizaram esse processo conjecturavam que as quatro ligações na molécula de metano (CH_4) estavam no plano e, ao apresentar sua proposta para a turma, organizaram quatro balões de modo que eles estivessem dispostos no plano, de forma similar ao que representaram na estrutura de Lewis.

Ao serem chamados a deixarem os balões livres, perceberam que a hipótese não se confirmava, o que fez com que reelaborassem a representação. Após visualizar a disposição dos balões no espaço de forma livre, os estudantes elaboraram uma representação coerente com a organização espacial dos balões e com a teoria de repulsão dos pares de elétrons de valência (C).

Considerando a experiência com a transição entre as três representações no conjunto de moléculas analisadas destacamos a transição da representação de Lewis, de duas dimensões (bidimensional), para a representação de esferas e traços, em três dimensões (tridimensional). Pareceu-nos que os estudantes perceberam que diferentes representações têm como objetivo elucidar determinados aspectos de um conceito. A representação de Lewis não tem o objetivo de informar a geometria da molécula e, sim, apresentar as ligações covalentes entre os átomos que a compõem. Apesar de não informar a geometria molecular, a representação de Lewis é fundamental para se pensar a organização espacial da molécula. Notamos que antes de usar os balões os estudantes não tinham sido capazes de imaginar a geometria espacial das moléculas investigadas, uma vez que sempre consideravam o plano apresentado nos desenhos, ou seja, faziam uma representação bidimensional. Ao que tudo indica, ao lidarem com um outro modo semiótico que permitiu a exploração do espaço em três dimensões, os estudantes conseguiram relacionar as duas representações para uma mesma molécula e, assim, utilizaram a segunda (com balões) como base para a construção de uma representação com traços que levasse em conta a geometria da molécula (C). Com a orientação da professora – que informou sobre o uso de cunha cheia e cunha tracejada como forma de representar as ligações fora do plano – esses estudantes voltaram ao desenho, refazendo a representação (D), que se assemelhou à representação canônica.

c) O Modelo Cinético Molecular no Ensino Médio: inserindo o movimento das partículas

Uma investigação semelhante à descrita no item anterior foi desenvolvida em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, novamente usando a proposição, justificação, negociação e reelaboração de representações para a aquisição de conhecimento científico, visando construir habilidades e competências representacionais nos estudantes participantes.

Ao longo dos desafios representacionais identificamos o papel fundamental das representações informais na construção do entendimento dos fenômenos investigados. A teatralização ou representação incorporada foi utilizada para consolidar o entendimento dos estudantes sobre cada fenômeno e para ampliar o olhar sobre aspectos do Modelo Cinético Molecular que não haviam sido contemplados até aquele momento das aulas. A título de exemplo, destacamos as proposições de representação para o fenômeno de compressão do ar.

Após terem realizado um experimento de compressão do ar contido dentro de uma seringa, os estudantes foram convidados a propor uma representação usando desenhos para explicar o fenômeno em questão. Organizados em grupos eles propuseram suas representações e compartilharam com a turma. Os estudantes levaram em conta a diminuição do espaço vazio entre as partículas após a compressão do ar, porém não representaram a mesma quantidade de partículas antes e após a compressão, e também não consideraram qualquer tipo de movimento nessas partículas.

Durante a socialização das representações com a turma, a professora questionou o fato de os estudantes não terem considerado a conservação de massa do sistema, e o diálogo que foi estabelecido entre a professora e os estudantes deu indícios de que eles tinham consciência dessa conservação, embora não tenham contemplado esse aspecto nas representações. Isso evidencia que havia limitações entre o que os estudantes sabiam e a forma como representavam. Apenas após a intervenção da professora em relação a esse questionamento os estudantes refletiram sobre a massa, o que pode ter contribuído para que eles ampliassem a consciência em torno da representação.

Em seguida, a professora solicitou que os estudantes realizassem uma teatralização para representar o fenômeno em questão. Os estudantes delimitaram um espaço para representar o que seria o espaço interno da seringa, sinalizaram de forma verbal a compressão do ar presente no interior da seringa e aproximaram-se mais uns dos outros para representá-la. O movimento das partículas também não foi contemplado, mas a professora novamente interveio na atuação dos estudantes elaborando questionamentos. Eles refizeram a teatralização, dividindo-a em dois momentos: no primeiro (antes da compressão) os estudantes se movimentaram, deslocando-

se aleatoriamente no espaço delimitado e fazendo movimentos de vibração; no segundo (após a compressão) a movimentação diminuiu, embora continuasse acontecendo aleatoriamente, e a vibração foi mantida. Ao fazerem esses movimentos, tanto os participantes quanto os demais que estavam assistindo, pareciam se divertir enquanto desenvolviam habilidades representacionais.

O uso da teatralização permitiu que os estudantes explorassem os movimentos das partículas envolvidas no fenômeno de compressão do ar presente no interior de uma seringa. Os movimentos de vibração, rotação e translação, que não tinham sido mencionados nas representações estáticas (desenho da lousa) foram explorados e testados com o corpo, à medida que a professora elaborava questionamentos para mediar o processo de reformulação da representação.

Ao final do processo os estudantes foram capazes de representar a conservação de partículas nos sistemas, a existência de espaço vazio entre as partículas, a energia cinética correspondente a cada estado físico e o aumento da energia cinética do sistema quando ele é aquecido. A experimentação de diferentes modos semióticos durante a proposição das representações possibilitou aos estudantes compreender aspectos relevantes do modelo cinético molecular e sintetizar esses conceitos e entendimentos em suas representações.

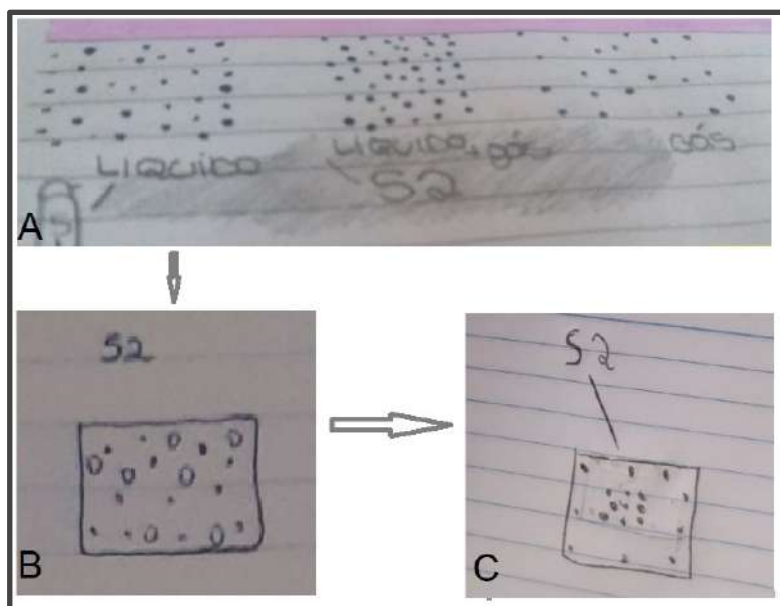
d) Representações multimodais com a temática cosméticos: aulas na Educação Básica no período do ERE

Em um trabalho realizado com estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental de uma escola da rede pública de ensino partimos do pressuposto de que as representações multimodais podem agir como uma ferramenta epistêmica no Ensino de Ciências. Essa experiência aconteceu durante o período do Ensino Remoto Emergencial (ERE), ou seja, com aulas *on-line*. Construímos uma sequência didática com a temática “cosmético”, na qual os estudantes foram desafiados a construir representações, justificar/negociar as próprias escolhas e reelaborar essas representações. Nessa sequência os estudantes foram introduzidos ao estudo do modelo cinético-molecular.

As atividades representacionais foram intensas, com ampla participação dos estudantes e, em alguns momentos, com uma certa

competição em busca da representação mais coerente. Uma das atividades consistia em representar o *spray* de um desodorante, e, para isso, o primeiro desafio foi definir o estado físico daquele *spray*. Depois de chegarem ao consenso de que se trata da mistura de dois estados físicos (gás e líquido), o desafio seguinte foi representá-los em termos de partículas. Selecionamos as representações construídas por uma estudante, em três momentos diferentes. Ela reformulou sua representação inicial a partir do envolvimento da turma com práticas epistêmicas que ofereceram a ela e aos demais estudantes o conhecimento necessário para reelaborar a sua representação (Figura 5.4).

Figura 5.4: Representação inicial e reformulações feitas por uma das estudantes.



Fonte: as autoras.

Na Figura 5.4 está a representação inicial da estudante para o *spray* do desodorante (A - S2). Pode-se notar que, por ter dois estados físicos presentes no *spray*, ela usou um número maior de partículas do que as usadas para a representação das partículas em um sistema líquido e em um sistema gasoso. A participação dos colegas, no ambiente virtual, auxiliou essa estudante a perceber que era indicado diferenciar as partículas que representavam o líquido e as que

representavam o gás, e ela o fez aumentando o tamanho de algumas partículas (B). A professora interferiu perguntando se se tratava de partículas diferentes. Após algumas intervenções de colegas e da própria estudante ficou evidente que se tratava de partículas iguais, e que o estado físico deveria ser identificado pela distância entre as partículas. Nesse momento a estudante propôs o terceiro modelo (C), que foi considerado coerente por todos os colegas. O aglomerado central de partículas representava uma gotícula de água (líquida) e as partículas ao redor representavam o vapor.

Como resultado das atividades com desafios representacionais, afirmamos que as representações multimodais oportunizaram a construção coletiva do conhecimento, principalmente quando associadas às práticas epistêmicas, possibilitando uma participação mais legítima dos estudantes na ciência escolar. A partir dos resultados, defendemos que as habilidades representacionais devem ser desenvolvidas desde as fases iniciais da escolarização, para que o mundo submicroscópico e, portanto, abstrato da Química possa ser encarado com naturalidade pelos estudantes, por terem as habilidades e competências representacionais já desenvolvidas.

e) Relatos mais amplos de pesquisas

Em 2020, publicamos o livro “Representações Multimodais no Ensino de Ciências: compartilhando experiências” (QUADROS, 2020), com relato de seis pesquisas realizadas pelo nosso grupo até aquele período, visando entender o papel das representações na aprendizagem conceitual e, em alguns casos, no entendimento mais amplo da Ciência. Como entendimento mais amplo estamos considerando o entendimento conceitual associado ao conhecimento epistêmico e epistemológico.

Baseamo-nos, como já foi dito, nos estudos de um grupo de pesquisadores australianos (TYTLER *et al.*, 2013). Em grande parte das pesquisas realizadas por esse grupo as intervenções ocorriam nas salas de aula de Ciências do Ensino Fundamental. Considerando o contexto brasileiro, optamos por realizar intervenções em diferentes níveis de escolarização. Ressaltamos que os resultados obtidos com estudantes do Ensino Superior, mais especificamente de graduação em Química, foram bem aquém de nossas expectativas.

Percebemos que mesmo entre esses estudantes as representações eram consideradas, em alguns momentos, como mais uma das tantas atividades que deveriam fazer. Isso ficou subentendido quando, ao serem questionados em relação às representações que haviam proposto, eles realizavam comentários semelhantes a “isso é só uma representação”. Eles não entendiam a representação como uma forma de organizar o próprio pensamento e, por isso, não desenvolviam um conhecimento conceitual ao realizar essas atividades. Dessa forma, foi preciso envolvê-los tanto nos desafios representacionais quanto em estudos teóricos que tratam do papel da representação na produção de conhecimentos científicos, no caso os estudos de Gooding (2004; 2010) e de Bruno Latour (LATOUR; WOOLGAR, 1979; LATOUR, 1987).

Entendemos, a partir do resultado obtido com estudantes do Ensino Superior, que esse grupo não havia desenvolvido habilidades e competência representacional nos anos anteriores de escolarização. Esse resultado gerou implicações para a nossa própria atuação no curso de formação de professores, pois percebemos a importância de ampliar o conhecimento dos licenciandos para que eles possam atuar no sentido de desenvolver as habilidades representacionais em seus próprios estudantes.

Além da experiência relatada neste capítulo, neste livro são apresentadas experiências realizadas com estudantes do Ensino Fundamental, do Ensino Médio, da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e uma investigação realizada junto a estudantes participantes de uma feira de Ciências. Argumentamos que a lida com as representações multimodais em termos de pesquisa fez com que cada um dos pesquisadores aumentasse a consciência em torno do papel da representação na organização do conhecimento e na sua comunicação.

6. Referências Bibliográficas

ADAMI, E. Multimodality. *In*: GARCÍA, O.; FLORES, N.; SPOTTI, M. **Oxford Handbook of Language and Society**. Oxford: Oxford University Press, 2016.

BARRETO, L. P.; RODRIGUES, A. A. D.; OLIVEIRA, G. C. B.; ALMEIDA, L. T. G.; FELIX, M. A. C.; SILVA, P. S.;

QUADROS, A. L.; MACEDO, A. M.; MORTIMER, E. F. The Use of Different Translation Devices to Analyze Knowledge-Building in a University Chemistry Classroom. **Research in Science Education**, v. 51, n. 1, p. 1-18, 2020.

CATANI, D. B.; BUENO, B. O.; SOUSA, C. P.; SOUSA, M. C. C. C. História, Memória e Autobiografia na Pesquisa Educacional e na Formação. *In*: CATANI *et al.* (org). **Docência, memória e gênero**: estudos sobre formação. São Paulo: Escrituras Editora, p. 13-62, 1997.

DEFREITAS-SILVA, G.; CORRÊA, R. G.; QUADROS, A. L. Promovendo o envolvimento e a aprendizagem de estudantes no Ensino Superior: uma experiência com a escrita científica na disciplina de Química Orgânica. **Química Nova**, (prelo), 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170854>

GIBSON, J. J. **The ecological approach to visual perception**. Boston: Houghton Mifflin, 1979.

GOODING, D. C. **Visualizing scientific inference**. Topics in Cognitive Science, v. 2, n. 1, p. 15-35, 2010.

GOODING, D. Visualization, inference and explanation in the Sciences. *In*: Malcolm, G. (Ed.) **Studies in Multidisciplinarity**, v. 2, p. 1-25, 2004.

JEWITT, C. **The Routledge handbook of multimodal analysis**. London: Routledge, 2009.

KENDON, A. **Gesture**: visible action as utterance. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Reading Images**: the grammar of visual design. London & New York: Routledge, 1996.

KRESS, G. **Multimodality**: a social semiotic approach to contemporary communication. New York: Routledge, 2010.

- KRESS, G. What is Mode? Carey, J. (ed.) **The Routledge Handbook of Multimodal Analysis**. New York: Routledge, 2009. p. 54-67.
- LATOUR, B. **Ciência em Ação**. São Paulo: Ed. UNESP, 2000 (1987).
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de Laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Ed. Relume Dumará, 1997 (1979).
- MACEDO, A.; ALMEIDA, M.; QUADROS, A. L. Carbonato de Cálcio ou Cálcio Quelado? Elucidando essa dúvida por meio de Estudo de Caso. **Química Nova**, v. 44, p. 659-666, 2021.
- MIRANDA, A. S.; CORRÊA, R. G.; QUADROS, A. L. Desvendando um caso: quando estudantes se tornam personagens de uma história na disciplina de Química Orgânica Experimental. **Química Nova** (prelo), 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170884>
- MORO, L.; MORTIMER, E. F.; QUADROS, A. L.; COUTINHO, F. A.; SILVA, P. S.; PEREIRA, R. R.; SANTOS, V. C. Influência de um terceiro modo semiótico na gesticulação de uma professora de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 9-32, 2015.
- MORTIMER, E. F.; QUADROS, A. L. **Multimodalidade no Ensino Superior**. 1. ed. Ijuí/RS: Editora UNIJUÍ, v. 1, 342p, 2018.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- MORTIMER, E. F.; QUADROS, A. L.; SILVA, A. C. A.; SÁ, E. F.; MORO, L.; SILVA, P. S.; MARTINS, R. F.; Pereira, R. R. Interações entre modos semióticos e a construção de significados em aulas de Ensino Superior. **Ensaio:**

Pesquisa em Educação em Ciências (Online), v. 16, n. 3, p. 121-145, 2014.

NORRIS, S. **Analyzing Multimodal Interaction: a methodological framebook**. New York: Routledge, 2004.

OLIVEIRA, L. A.; QUADROS, A. L. O uso do caso Talidomida auxiliando na construção de significados em aulas de Química do Ensino Superior. **Química Nova**, v. 43, n. 4, p. 486-492, 2020.

PRAIN, V.; TYTLER, R. Learning through the affordances of representation construction. *In*: TYTLER, R.; PRAIN, V.; HUBBER, P.; WALDRIP, B. (Ed.) **Constructing representations to learn in science**. Brill Sense, p. 67-82, 2013.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. Representing science literacies: An introduction. **Research in Science Education**, v. 40, n. 1, p. 1-3, 2010.

QUADROS, A. L. (Org.) **Representações multimodais no ensino de Ciências: compartilhando experiências**. Coleção Perspectivas em Ensino de Ciências, v. 1, Curitiba: Editora CRV, 2020.

QUADROS, A. L.; ALMEIDA, L. T. G.; DIAS, M. G. Organic Chemistry Lectures in Higher Education and Pedagogical Link-Making. **Journal of Education & Social Policy**, v. 5, p. 120-129, 2018.

QUADROS, A. L.; GIORDAN, M. Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no modelo cinético molecular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 74-100, 2019.

QUADROS, A. L.; SILVA, A. S. F.; MORTIMER, E. F. Relações Pedagógicas em aulas de Ciências da Educação Superior. **Química Nova**, v. 41, p. 227-235, 2018.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.

TANG, K. S.; DELGADO, C.; MOJE, E. B. An integrative framework for the analysis of multiple and multimodal representations for meaning-making in science education. **Science Education**, v. 98, n. 2, p. 305-326, 2014.

TYTLER, R.; PRAIN, V.; HUBBER, P.; WALDRIP, B. (Ed.) **Constructing representations to learn in science**. The Netherlands: Springer Science & Business Media, 2013.

**6. EDUCAÇÃO CTS NA
FORMAÇÃO INICIAL DE
PROFESSORES:
UM OLHAR PARA O
PROCESSO FORMATIVO**



**PATRÍCIA FERNANDES LOOTENS MACHADO
STEFANNIE DE SÁ IBRAIM**

1. Introdução

Em meados do século XX, no contexto educacional, a perspectiva de ensino conteudista, tendo o conteúdo como fim em si mesmo, e a abordagem aproblemática e neutra, davam claros sinais de suas limitações frente à formação de um sujeito capaz de atuar e viver plenamente nas sociedades contemporâneas. Isso porque, tais perspectivas e abordagens contribuem para a supervalorização dos conhecimentos científicos por parte da população, considerando que problemas presentes na sociedade deveriam ser resolvidos apenas por especialistas, por caber a eles as melhores soluções e as menos subjetivas (SANTOS; MORTIMER, 2002). Entretanto, essa visão não se sustenta frente aos problemas reais enfrentados pela sociedade.

Por exemplo, em 2020, grande parte da população pôde acompanhar e vivenciar, praticamente em tempo real, a complexidade das relações Ciências-Tecnologia-Sociedade (CTS) frente à pandemia ocasionada pelo vírus SARS-CoV-2, causador da doença COVID-19. Analisando esse contexto, percebemos que para minimizar os efeitos do vírus foi necessário um imenso empenho para o desenvolvimento de vacinas em um curto prazo, para o qual Ciência e Tecnologia (CT) tiveram grande contribuição. Porém, o processo de compras de vacinas pelos governos e a sua distribuição ao público, o incentivo à vacinação e a adoção de medidas de segurança, envolveram aspectos que estão além da dimensão científica-tecnológica, como os políticos, econômicos, valores éticos e morais. Dessa forma, por meio das questões relacionadas à pandemia, ficou evidente que a CT, para atuar junto à população, precisam integrar uma cadeia que envolve toda a sociedade, incluindo seus setores políticos e econômicos, e até seus sistemas de crenças.

A complexidade dos problemas vivenciados pela sociedade e a necessidade de cidadãos participarem de decisões científicas-tecnológicas, relacionadas aos produtos e processos de CT, têm contribuído para se pensar uma Educação Científica, de forma a problematizar a neutralidade científica-tecnológica e as influências e implicações de seu desenvolvimento na sociedade (KRASILCHIK, 2000). Com isso, espera-se contribuir para que os sujeitos exerçam plenamente sua cidadania em uma sociedade democrática, por meio do desenvolvimento da Alfabetização Científica.

Para Freire, o processo de alfabetização está além da decodificação dos signos, da capacidade de ler palavras e sentenças, e está relacionado a capacidade do sujeito 'ler o mundo', posicionando-se a partir de suas próprias palavras, o que implica em romper com a 'cultura do silêncio' imposta por mecanismos de opressão (FREIRE, 2005). Assim, a alfabetização científica se constituiu em um movimento emancipatório, à medida que encoraja os sujeitos a problematizarem também a CT, e a participarem de seu questionamento público.

Apoiados no referencial freireano, Auler e Delizoicov (2001) defendem a alfabetização científica tecnológica (ACT), uma vez que o mundo a ser lido, e a dinâmica social presente, estão atrelados ao campo científico-tecnológico. Dessa forma, a ACT supera a percepção da presença positiva e negativa de aspectos científicos e tecnológicos na sociedade, pois envolve movimentos de questionamentos e reflexões críticas sobre os processos de produção científico-tecnológica, assim como acerca dos produtos gerados. Por essa razão, é necessário problematizar o ensino de ciências, envolvendo a análise de temas socioambientais/sociocientíficos contributivos para a instauração de diálogos que abarquem as dimensões social, econômica, ambiental e política, envolvendo valores éticos e morais (AULER, 2011). Nesse sentido, autores têm defendido que a Educação CTS pode propiciar a ACT (por exemplo, AULER, 2011; ROSA; STRIEDER, 2018; SANTOS, 2008; SANTOS; MORTIMER, 2002; STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

Na maioria das salas de aulas brasileiras, o desenvolvimento de uma Educação CTS e, conseqüentemente de ACT, enfrentam vários desafios. Porém, nesse capítulo, lançaremos luz apenas sobre a formação inicial de professores. Isso porque entendemos que, em alguma medida, as crenças dos professores são construídas ao longo de seus processos formativos (educação básica e superior), principalmente, por meio de suas experiências educacionais históricas. Sendo assim, se desejamos contribuir para ampliar a formação de professores, de forma que os docentes possam fomentar junto aos seus estudantes a reflexão sobre problemas CTS, e proporcionar o exercício de tomada de decisão em contextos sociocientífico (MARTÍNEZ, 2012), temos que colocar em diálogo as crenças dos professores sobre CT, e os objetivos da Educação em Ciência.

Diante do exposto, defendemos que é urgente pensar e repensar os modelos de formação de professores, os quais, em sua grande maioria ainda ‘flertam’ com a racionalidade técnica e promovem, conscientes ou não, a supremacia científica e tecnológica. Prover um diálogo entre as realidades formativas, e das salas de aulas brasileiras, implica em impulsionar um contexto formativo que se aproxima da perspectiva crítica, que concebe o professor como um agente transformador de realidades (GIROUX, 1997).

Somado a isso, diante da crescente necessidade de problematizar as dimensões CTS no ensino, e a importância de uma Educação CTS para o desenvolvimento da ACT, há uma tendência em buscar formas de contribuir para a formação dos professores tanto no sentido de: (i) proporcionar aos futuros docentes oportunidades de participarem de debates de temas socioambientais/sociocientíficos, nos quais possam fundamentar suas tomadas de decisões, discutir critérios e parâmetros relativos à política científica-tecnológica à luz de valores democráticos; e, (ii) desenvolver conhecimentos e saberes docentes que contribuam para que professores e professoras se sintam capazes e confortáveis em planejar, conduzir e lutar por um currículo que se aproxime da proposta de Educação CTS. Por fim, destacamos que, em nossas experiências enquanto professoras formadoras na licenciatura em Química, temos percebido que tais ações não podem ser restritas às disciplinas pedagógicas específicas¹⁵. Por isso, sinalizamos a necessidade de pensar em como inserir discussões sobre CTS ao longo de toda a formação de professores.

2. Um breve histórico da Educação CTS

Em meados do século XX, prevalecia na sociedade a concepção neutra, linear e absoluta acerca da ciência e da tecnologia. No entanto, o “modelo linear de desenvolvimento” (CEREZO, 1998) declarado pela equação “+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social” (p. 42) não se sustentou frente a olhares críticos de pensadores

¹⁵ Neste texto, assumimos que disciplinas pedagógicas específicas dizem respeito às disciplinas relacionadas à prática como componente curricular, estágio supervisionado, ou outras disciplinas relativas ao desenvolvimento de aspectos pedagógicos para a prática docente em uma área de conhecimento, como ciências da natureza. Portanto, elas se diferenciam de disciplinas pedagógicas gerais, que abordam temas transversais da formação de professor e são ofertadas para todas as licenciaturas.

e grupos populares ativistas de países mais avançados. Esse movimento, associado às manifestações acadêmicas na Europa, vislumbrava riscos, malefícios e aprofundamento de desigualdades por trás da cortina de vantagens e benesses apregoadas pelo avanço científico-tecnológico (CUTCLIFFE, 2003). As ações desses grupos, somadas aos efeitos secundários da prosperidade tecnológica e aos problemas ambientais e éticos, que afetavam a vida na Terra, contribuíram para o surgimento do movimento CTS - ciência-tecnologia-sociedade.

Essa mobilização, que buscava compreender de maneira menos ingênua as relações entre CTS, problematizando e analisando a visão tradicional de CT, assumiu formas distintas à medida que avançava pelos continentes, possivelmente, devido ao alinhamento às características e às demandas de cada contexto. Por exemplo, nos países europeus partiu-se para a institucionalização acadêmica do movimento, na busca por humanizar a Ciência, a partir de perspectivas sociológicas, políticas, econômicas e epistemológicas antecedentes ao desenvolvimento científico-tecnológico. Por sua vez, na América do Norte a institucionalização do movimento deu-se administrativa e academicamente, concedendo destaque maior à tecnologia, dado seu caráter prático e valorativo (CEREZO, 1998). Por outro lado, na América Latina, o movimento foi incorporado como Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS) e, organizado em torno de reflexões sobre a alocação de recursos governamentais em ciência e tecnologia, contestando a visão do Modelo Institucional Ofertista Linear (DAGNINO, 2008). Os esforços no PLACTS voltavam-se à discussão e à criação de políticas públicas relacionadas ao avanço tecnocientífico, destinadas ao desenvolvimento local/regional, buscando autonomia nas suas bases tecnológicas, em relação aos países do hemisfério norte (von LINSINGEN, 2007).

O movimento CTS, de forma global, também alcançou o campo de pesquisa nos meios acadêmico e educacional científico-tecnológico. Nesse último, atingiu tanto as etapas de ensino básico quanto o superior, visando ampliar a percepção sobre ciência e tecnologia, na busca pela ACT dos estudantes. Nesse sentido, a Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade ou Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente defende a necessidade de reformulações no

Ensino de Ciências, devido à difusão de uma imagem deformada de ciência e de tecnologia nos processos educacionais.

Segundo Cachapuz *et al.* (2005), a forma acrítica de compartilhamento do conhecimento científico e tecnológico concretiza-se a partir de deformações que traduzem em: reprodução de visões descontextualizadas e neutra; elitistas e individualista; empírico-indutivista e atórica; rígida e infalível; aproblemática e ahistórica; exclusivamente analítica, além de, linear e acumulativa. Os autores explicam que o ensino do conhecimento científico e tecnológico deformado se dá:

- descontextualizado e neutro, ao transmitir o conhecimento propositalmente apartado de dimensões essenciais da atividade científica-tecnológica. Exemplos dessa deformação ocorrem quando, ao se ensinar ciências, omitimos os impactos no ambiente natural e social causados por atividades científico-tecnológicas, ou ignoramos os interesses e influências da sociedade no desenvolvimento de certos conhecimentos em detrimento de outros.
- elitista e individualista, ao proferir, ou deixar nas entrelinhas, que o fazer ciência é resguardado a gênios criativos e, de preferência do gênero masculino, que não costumam errar. Essa visão sexista despreza o trabalho coletivo realizado por um grupo de pessoas comuns, entre elas: cientistas, técnicos e estudantes; e, também, ignora o suporte tecnológico.
- empírico-indutivista e atórico, ao defender a observação e a experimentação como passos centrais na construção do conhecimento científico, ao menosprezar o papel do pensamento hipotético, dos saberes teóricos subjacentes que orientam o processo, e ao silenciar acerca do suporte tecnológico no fazer experimental. Para os autores, essas visões deixam aparente a falta de compreensão do papel da experimentação no ensino de ciências e, contraditoriamente, a maioria das aulas de ciências se resume a transmitir conhecimento teórico, sem acesso a atividades experimentais reais.
- rígido, infalível, aproblemático e ahistórico, ao comunicar o conhecimento de forma acabada, como

resultado da aplicação de um método científico, sem expor suas limitações e discutir o que está para ser resolvido, ignorando o enfrentamento de inúmeras dificuldades, as limitações tecnológicas do contexto histórico e os problemas de origem que se pretendia resolver.

- exclusivamente analítico, linear e cumulativo, ao informar o conhecimento teórico como a própria realidade, desconsiderando modelos e hipóteses, criados para simplificar os fatos extraídos da realidade, mantendo-se controle rigoroso de condições preestabelecidas. No ensino de ciência é preciso expor as crises e os confrontos até que uma determinada teoria seja aceita, sem esquecer de debater que a aceitação é temporária, até que um novo confronto se estabeleça.

Para Cachapuz *et al.* (2005), essas visões deformadas de CT podem se extinguir à medida que o compartilhamento do conhecimento seja perpassado por reflexões críticas acerca da natureza da ciência e da tecnologia. Santos (2007) defende que superar estas deformações no ensino pode significar maior interesse dos estudantes em buscar uma cultura científica-tecnológica para solucionar problemas práticos da sociedade, bem como para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão sobre temas sociais.

Sendo assim, assumimos a Educação CTS como um dos caminhos possíveis para a superação do ensino tradicional propedêutico, por meio do desenvolvimento do raciocínio crítico em estudantes e professores, a partir da problematização da

visão cientificista e instrumental da ciência e da tecnologia, resgatando-lhes as implicações sociais, políticas, culturais, éticas e ambientais como aspectos relevantes para atender o empreendimento científico como processo histórico e humano mediado por diversos interesses, ideologias e pontos de vistas em disputa (MARTÍNEZ, 2012, p. 32).

No Brasil, além da problematização da atividade científica-tecnológica, a Educação CTS também se caracteriza por trabalhar no desenvolvimento de uma cultura de participação ampliada, e na configuração de currículos escolares nos moldes da abordagem temática, tendo por base teórico-filosófica o referencial freireano (AULER, 2002; ROSA, 2019; SANTOS, 2008; STRIEDER; KAWAMURA, 2017). A articulação CTS-Freire procura desenvolver nos estudantes a percepção crítica de seus condicionantes históricos frente aos desafios postos pela CT, e a capacidade de superá-los por meio de lutas coletivas e solidárias, na busca por ser mais (ROSA; ARAÚJO, 2017).

3. Tangenciamentos entre Freire e CTS. O que é ou não comungado?

A articulação entre Educação CTS-Freire, genuinamente brasileira, dota o movimento educacional, que tem como essência a formação cidadã, de um caráter problematizador e autenticamente reflexivo. A busca é constante por desvelar a realidade, para reduzir o fosso de desigualdade e injustiças sociais, e para a libertação da condição de exploração humana (SANTOS, 2008).

O descortinar, e a transformação da realidade em Freire, pode acontecer pela leitura do mundo e da palavra, que ocorre a partir do domínio dos signos e dos sentidos. Para o autor, essa apropriação dos signos e dos sentidos nos humaniza e permite que acessemos mediações de poder e cidadania. Nesse sentido, Freire defende que a leitura de mundo de um indivíduo deve ser compartilhada em diálogo com outras pessoas. Ao conhecer novas leituras, o sujeito pode reconstruir e produzir novos saberes, transformando seu mundo e a si mesmo (FREIRE, 2005). Ao pensarmos em processos educacionais, temos na escola um local perfeito para este compartilhamento de visões e leituras de mundo, de modo a assegurar, ao educando e ao educador, uma participação social ativa e efetiva.

Em Freire, o compartilhamento de leitura de mundo, a partir do saber de experiência feito dos educandos, é defendido como premissa respeitosa da relação educador-educando. O educador progressista busca enriquecer a todos por meio das experiências compartilhadas, daquilo que se sabe sobre algo. A partir disso, procura transformar saberes ingênuos e ir atrás de reconstruir e

produzir novos saberes, estes embebidos de conhecimento científico e de outros saberes. Por isso, práticas educativas nessa perspectiva podem levar a superação da cultura do silêncio e conduzir a transformação de uma sociedade. A conscientização promovida por essa ação, reflexão, leva a construção de uma sociedade mais democrática, mais livre da condição de exploração humana, que rejeita a vocação determinista da estratificação social.

A articulação CTS-Freire está pautada em princípios de uma pedagogia problematizadora, porque entende que a educação está diretamente ligada ao conhecimento que se constitui na atividade humana. Nesse sentido, defende-se nessa articulação que a ciência e o fazer ciência estão impregnados pela cultura, em um movimento de influência recíproco, e por valores sociais partilhados (políticos, econômicos, religiosos, éticos, ambientais entre outros).

Apesar dessa comunhão CTS-Freire, há que se demarcar que a pedagogia libertadora freireana organiza-se por meio da abordagem temática a partir de “temas geradores”, que se diferenciam dos “temas sociais” próprios da Educação CTS. Os temas geradores de Freire emergem essencialmente do contexto em que educador-educandos estão envolvidos, e esquematizam-se em um processo que objetiva a abordagem temática, “cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas.” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007). No texto desses autores é possível perceber que os conhecimentos científicos sistematizados têm como função primordial auxiliar o educando a encarar os problemas emergentes de sua realidade, compreender melhor seu contexto, e lutar para transformação das questões de opressão. Há que se frisar, no entanto, que a conceituação científica é subordinada ao tema e vai contribuir para o aprofundamento de uma discussão política.

Por sua vez, na Educação CTS, as temáticas sociais ou socioambientais podem ser propostas pelos professores sem necessariamente emergirem do contexto dos educandos, e privilegiarem as discussões políticas. Além disso, os conhecimentos científicos também devem ter papel subordinado ao tema, sendo pré-selecionados na perspectiva de proporcionar aos estudantes uma compreensão mais crítica da temática a ser trabalhada. No entanto, Santos e Mortimer (2002), Nascimento e von Linsingen (2006) e Strieder e Kawamura (2017) advertem para a existência de uma

diversidade de abordagens CTS em salas de aula de ciências brasileiras. Nesse sentido, Strieder e Kawamura (2017) mapearam abordagens, sentidos e perspectivas educacionais, reconhecendo diferentes dimensões que “estão sendo ou que podem vir a ser contempladas em propostas CTS” (p. 50) e, ao mesmo tempo, selecionaram elementos a serem priorizados em práticas escolares.

Pode-se dizer que a matriz de referência de Strieder e Kawamura (2017) tem se mostrado um instrumento potente para analisar limites e potencialidades de propostas de CTS em aulas de Ciências, ao mesmo tempo que permite orientar elaborações didático-pedagógicas (SILVA; STRIEDER, 2020). Na análise realizada pelas autoras em 2017, assenta-se a necessidade de aprofundar as pesquisas para ampliar a compreensão, mais ou menos limitada acerca da Educação CTS e da articulação Freire-CTS, visando aumentar os espaços de discussão sobre tais perspectivas educacionais na formação de professores de ciências.

A intenção neste capítulo é apoiar dimensões educacionais pautadas na “interdisciplinaridade como uma característica importante da inovação curricular” (MARTÍNEZ, 2012, p.159), que tenham a abordagem temática como orientadora do currículo ao invés da abordagem conceitual. Nessa perspectiva e, pensando em cursos de formação de professores, consideramos que, principalmente, aos docentes das disciplinas específicas¹⁶, a adoção de questões sociocientíficas (QSC) ou ambientais, podem auxiliar como ponto de partida para “repensar as limitações impostas pela lógica disciplinar dominante no ensino de Ciências” (MARTÍNEZ, 2012, p.160).

4. Questões sociocientíficas no Ensino de Ciências e suas relações com a Educação CTS

Pesquisas (por exemplo, SADLER, 2011; ZEIDLER; KAHN, 2014) relatam o desinteresse em ciências, e alertam para o fato de que os estudantes tendem a se envolver em discussões que lhes são pessoalmente relevantes. Portanto, consideramos fundamental que professores e educadores deem atenção para a adoção de perspectivas

¹⁶ Neste texto, considerando disciplinas específicas aquelas relacionadas às áreas de conhecimento base da formação docente. Por exemplo, disciplinas sobre conteúdos químicos (físico-química, orgânica, analítica e inorgânica) na formação de professores de Química.

educacionais em ciências, que potencializem o desenvolvimento pessoal e social dos educandos, como forma de promover um maior engajamento com o ensino-aprendizagem das ciências.

Nesse cenário, são ricos os contextos de ensino-aprendizagem pautados em QSC, porque envolvem temas polêmicos, de interesse dos estudantes, e contribuem para a compreensão de aspectos científicos (ZEIDLER; KAHN, 2014). Ratcliffe e Grace (2003) apontam como características de QSC o fato delas implicarem em escolhas pelos sujeitos na esfera pessoal ou social, serem frequentemente vinculadas pela mídia, envolverem informações conflitantes, ou incompletas, devido à falta de acesso às evidências científicas, estarem relacionadas a valores éticos e morais, e necessitarem de uma análise de custo-benefício, na qual o risco interage com os valores. Assim, QSC podem estar relacionadas aos problemas locais, regionais e globais, como respectivamente: o descarte apropriado de resíduo sólido em uma determinada comunidade; o uso de agrotóxicos em regiões rurais ou a pesca da lagosta em cidades litorâneas; e, o desmatamento de matas nativas ou o declínio de insetos polinizadores (CONRADO; NUNES-NETO, 2018)¹⁷.

Ao definir QSC, os estudiosos Zeidler e Kahn (2014) enfatizam o componente de raciocínio moral, ou as avaliações de cunho ético, que devem estar envolvidas no processo de tomada de decisão sobre a questão a ser resolvida. A partir disso, os autores diferenciam QSC de CTS e propõe que QSC está “acima e além” (p. 50) do ensino CTS, defendendo que QSC é um termo mais amplo, que engloba as contribuições do CTS, mas considerando as dimensões éticas da ciência, o raciocínio moral dos estudantes e o seu desenvolvimento emocional. Nesse sentido, os autores argumentam que falta à Educação CTS uma estrutura teórica orientadora de professores e elaboradores de currículo no desenvolvimento de estratégias de ensino que reconheçam o desenvolvimento social do estudante. Nessa direção, os autores e outros colaboradores (por exemplo, SADLER, 2011) sinalizam que QSC estão pautadas em discussões sobre ética na

¹⁷ Conrado e Nunes-Neto (2018) reúnem no livro “Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas” discussões teóricas, propostas de ensino, relatos de experiências e bases para uma ação sociopolítica. Por isso, recomendamos ao leitor que consulte o livro para ter acesso a exemplos práticos sobre QSC.

ciência, em pesquisas sociológicas relacionadas ao raciocínio da criança, e ao desenvolvimento emocional e de caráter dos estudantes.

As afirmações dos pesquisadores norte-americanos desconsideram as diferentes trajetórias do movimento CTS e, sobremaneira, aquelas assumidas no contexto do Pensamento Latino-Americano em CTS. Santos (2011) sinaliza que as discussões sobre QSC, tanto na literatura quanto em contexto de ensino, surgem sobre “o guarda-chuva do movimento CTS” (p. 27), e tem apresentado contribuições significativas para se pensar em estratégias pedagógicas. Porém, o autor ressalta que, em termos curriculares, o movimento das QSC não tem avançado na elaboração de currículos que envolvam questões multidisciplinares, como econômicas e políticas, indo além das discussões sobre a natureza do conhecimento científico. Sendo assim, há riscos de reduzir as discussões sobre temas polêmicos aos exemplos pontuais e discussões fragmentadas, e de direcionar a responsabilidade de selecionar os temas polêmicos apenas ao professor, não concedendo ao estudante oportunidades de dialogar com suas condições de existência.

Diante disso, tem-se advogado em prol do resgate ao caráter crítico do movimento CTS (MARTÍNEZ, 2012), o qual pode ter sido minimizado frente ao fato de que os objetivos CTS têm sido vinculados à diferentes *slogans* para a formação cidadã (SANTOS, 2011). Essa ação tem contribuído para a existência de uma diversidade de abordagens (STRIEDER; KAWAMURA, 2017), inclusive com visões superficiais e até inadequadas. Por exemplo, em muitas situações e contextos de ensino, o CTS foi reduzido a uma abordagem instrumental, abdicando das críticas ao modelo de desenvolvimento científico-tecnológico, e de reflexões sobre um desenvolvimento voltado à justiça e igualdade social (SANTOS, 2008).

Somada a isso, há de se considerar que a Educação CTS no contexto da América Latina encontra na pedagogia libertadora freireana uma base teórica consistente para fundamentar os diálogos com as realidades regionais existentes. Portanto, tal discussão não pode ocorrer de forma descontextualizada e aproblemática, pois podemos incorrer no erro de investir esforços para diferenciar QSC e CTS, quando elas são complementares e almejam o mesmo fim, a formação ampla dos estudantes por meio da ACT. Sendo assim, concordamos com Sousa e Gehlen (2017) que é importante explicitar

os princípios considerados nas práticas educativas, indiferente de seus rótulos.

Nesse contexto, concordando com Santos (2011) e Martínez (2012), assumimos as QSC como potenciais estratégias pedagógicas para viabilizar a Educação CTS tanto em contextos de ensino básico, quanto superior. Isto porque, como ressaltado por Zeidler e Kahn (2014), elas possibilitam o avanço em termos de orientações para os professores e demais educadores. Sendo assim, como será explorado futuramente neste capítulo, defendemos que, no contexto de formação de professores, as QSC representam uma possibilidade de criar espaços de diálogos em disciplinas relacionadas aos conteúdos específicos, as quais, tradicionalmente, têm a exposição como característica marcante. Além disso, a discussão de QSC na formação poderia contribuir para a superação de visões deformadas sobre CT, as quais podem representar verdadeiros obstáculos para a inserção da Educação CTS (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

5. A formação de professores como um desafio para a Educação CTS

Pesquisadores, que se dedicam a investigar as relações entre os conhecimentos docentes e a prática docente, sinalizam que dificilmente o professor ensina ou discute em sala de aula algo que ele desconheça, ou não reconheça a importância (por exemplo, BERRY; FRIEDRICHSEN; LOUGHRAN, 2015; GESS-NEWSOME, 1999; GROSSMAN; WILSON; SHULMAN, 1989). Por isso, conhecer as concepções de professores sobre as interações CTS é uma via para se discutir a viabilização de uma Educação CTS na Educação Básica.

Ao investigarem as concepções de professores sobre as interações CTS, Auler e Delizoicov (2001) alertam para a existência do mito salvacionista da CT, que atribui o bem-estar social ao desenvolvimento científico-tecnológico, desconsiderando o fato de que CT não são entidades neutras. Sendo assim, eles ainda mencionam outros dois mitos: a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, e o determinismo tecnológico. No primeiro caso, há uma crença de que problema de cunho científico-tecnológico diz respeito apenas aos especialistas, sem envolver nenhuma participação social, porque estes são os únicos capazes de fornecer uma melhor solução para o problema, e que seja ideologicamente neutra. O

segundo mito está associado à crença de que o desenvolvimento tecnológico é a força motriz da mudança social, e este irá ocorrer de forma autônoma e isento de influências sociais. Assim, cabe à sociedade acolher os produtos tecnológicos, sem questionar criticamente os seus processos de produção e inclusão na sociedade (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

Ao ressaltar as limitações nas visões dos professores, não estamos buscando responsabilizar os docentes pelas deficiências do ensino de ciências, mas fazer um alerta sobre como o ciclo formativo tem contribuído para: (i) sustentar e manter o distanciamento da população de discussões sobre processos e produtos científicos-tecnológicos; e, (ii) fomentar o desenvolvimento de visões deformadas sobre CT e a construção de mitos nas salas de aulas da educação básica, e superior. Isso porque, provavelmente, os professores foram estudantes provenientes de um ensino omisso em termos de problematização CTS, e enviesado em relação à natureza do conhecimento científico. Somado a isso, no ensino superior, na maior parte dos casos, os professores são formados em modelos próximos ao da racionalidade técnica, ou seja, em uma visão conservadora (GIROUX, 1997).

Pensar a formação de professores na visão conservadora significa: (i) identificar um conjunto de conhecimentos específicos relativos à área de formação do docente (por exemplo, Química, Física e Biologia), que são ensinados de forma descontextualizada e sem considerar a premissa básica da aprendizagem a partir de um contexto de interesse do estudante; e, (ii) buscar por teorias e técnicas que possam contribuir para o ensino de conteúdos na educação básica (CONTRERAS, 2012). Dessa forma, este modelo é centrado na instrumentalização para a prática docente, o que tem sentenciado o professor a mero executor de 'boas' prática de ensino, e aplicador de currículos preestabelecidos (RODRÍGUES; DEL PINO, 2019). Diante disso salientamos que, em muitos casos, o ensino de ciências vivenciado por estes professores e suas experiências formativas estão distantes do que se almeja que ele faça em suas aulas. Assim, como esperar que um sujeito educado na supremacia científica-tecnológica e na racionalidade técnica seja capaz de, ou sinta a necessidade de, problematizar as relações CTS em sala de aula?

Frente a este contexto formativo, Giroux (1997) denuncia que a formação docente na visão conservadora tem contribuído para a

manutenção de currículos técnicos e instrumentais, reduzindo o papel da escola à mera instrutora de conhecimento objetivos. Assim, fica a cargo do docente apenas a disseminação de intencionalidades definidas por outros na elaboração dos currículos oficiais (AULER, 2011), as quais são, em sua grande maioria, “representação particular da cultura dominante” (GIROUX, 1997, p. 26). Ademais, tradicionalmente, são pouquíssimos os professores que participam dos processos de elaboração curricular.

No contexto brasileiro, a proposta de itinerários formativos¹⁸, prevista recentemente na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) e inserida nos Currículos de Referência dos Estados (CRE) como eletivas, pode ser considerada um exemplo de possibilidade de estabelecer diálogo entre as realidades de educadores e educandos. Isso porque foi concebida como um espaço flexível, destinado a abordar as especificidades locais e que contribua para o exercício do protagonismo juvenil - constituindo espaços de diálogos entre as diferentes leituras de mundo dos sujeitos envolvidos, e o desenvolvimento de autonomia.

Entretanto, neste primeiro ano de implementação dos CRE, o que temos observado na prática são propostas pré-formatadas ou formatadas, idealizadas por sujeitos externos ao contexto escolar. Por essa razão, as eletivas acabam representando mais uma estratégia de produção e legitimação de um “tipo particular de verdade e estilo de vida” (GIROUX, 1997, p. 31), e representam o distanciamento e silenciamento da ação docente frente aos currículos. Sendo assim, os professores perdem uma oportunidade de atuar como agentes de transformação, elaborando propostas que contribuam para o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades dos estudantes, de forma que eles sejam capazes de “abordarem as injustiças e de serem atuantes críticos comprometidos com o desenvolvimento de um mundo livre da opressão e exploração” (GIROUX, 1997, p. 29).

¹⁸ “Essa nova estrutura do Ensino Médio [...] prevê a oferta de variados itinerários formativos, seja para o aprofundamento acadêmico em uma ou mais áreas do conhecimento, seja para a formação técnica e profissional. Essa estrutura adota a **flexibilidade** como princípio de organização curricular, o que permite a construção de currículos e propostas pedagógicas que **atendam mais adequadamente às especificidades locais e à multiplicidade de interesses dos estudantes**, estimulando o exercício do protagonismo juvenil e fortalecendo o desenvolvimento de seus projetos de vida.” (BRASIL, 2018, p. 468)

6. Buscando um espaço de diálogo com a formação de professores...

No contexto brasileiro, iniciativas de romper com o modelo tecnicista de formação de professores foram realizadas a partir de diretrizes curriculares que implicaram, por exemplo, na inserção de horas relativas à prática como componente curricular, e específicas para estágio supervisionado. Apesar das contribuições efetivas dessas iniciativas, ainda persiste um distanciamento entre as discussões que ocorrem em disciplinas específicas, e pedagógicas específicas.

Esse cenário tem limitado o diálogo com a Educação CTS porque, na maior parte dos casos, as discussões acerca de CTS são reduzidas a uma ou duas disciplinas da área de conhecimento pedagógico específico. Apenas essas experiências formativas parecem não ser suficientes para que os licenciandos tenham vivências concretas sobre como elaborar, conduzir e refletir sobre situações e perspectivas de ensino CTS. Além disso, discussões centralizadas em poucas disciplinas não contribuem para que os licenciandos desenvolvam conhecimentos e reflitam sobre suas crenças relativas à docência, e aos objetivos para o ensino de ciências na Educação Básica. Geralmente, esses elementos são fontes de resistência frente à Educação CTS pois, no modelo escolar experienciado, não se vislumbra possibilidades para adoção desta perspectiva de ensino.

Por essas razões, a Educação CTS-Freire ainda não é uma realidade na maioria das salas de aula de Educação Básica no Brasil. Da mesma forma, a perspectiva intelectual crítica não está presente na maioria dos cursos de licenciatura. Diante disso, consideramos premente pensar em como criar, e ampliar, os espaços dialógicos entre as diferentes realidades – Educação CTS, perspectiva intelectual crítica e cursos de licenciaturas. Assim, buscando diminuir as tensões e aumentar os diálogos para viabilizar a Educação CTS nas salas de aulas brasileiras, consideramos que seja necessário encontrar formas de tornar as discussões de cunho CTS parte da realidade de cursos de formação de professores, o que poderia acontecer, evitando resistências, a partir de um modelo contínuo e gradativo.

Sabemos da impossibilidade de uma ruptura drástica, por isso, entendemos a necessidade de tempo para migrar de uma perspectiva mais centrada nas questões conceituais, para uma abordagem temática. Essa última, por sua vez, situada em uma organização a

partir de temas, de modo que os conteúdos curriculares são subordinados às temáticas. Com isso, entendemos que o desenvolvimento da alfabetização científica de futuros professores deve ocorrer ao longo de toda a sua formação e em diferentes contextos, até porque estes sujeitos precisam aprender a lidar com a diversidade de cenários que irão se deparar na vivência profissional.

Em direção a essa proposta, que defendemos como uma tendência profícua, vislumbramos algumas possibilidades. Uma delas, mais próxima do que vem sendo desenvolvido atualmente, seria explorar disciplinas laboratoriais como espaços de desenvolvimento da AC a partir de inserção de práticas de cunho investigativo, ou da exploração de práticas científicas, como a comunicação e validação de conhecimentos. Além disso, a AC poderia ser desenvolvida em outras disciplinas específicas a partir da inserção de problemas sociais/científicos/ambientais, nos quais os licenciandos tivessem que fazer uma análise crítica a partir de seus conhecimentos científicos, como avaliar *fake news* relacionadas ao domínio científico, ou analisar soluções para um determinado problema à luz de conhecimento científicos, e da natureza da Ciência. Portanto, ter a AC como um dos objetivos do processo de ensino representa uma iniciativa para que os professores formadores rompam com a prática de exposição de conteúdos, e discussões restritas apenas às aplicações práticas dos conhecimentos nas áreas profissionais. Dessa forma, um primeiro passo seria promover discussões que tensionariam as crenças deformadas apontada por Cachapuz e colaboradores (2005).

Avançando nos diálogos com a realidade, as QSC podem ser entendidas como estratégias de ensino que potencializam debates para além da dimensão científica. Ao incluir discussões de problemas que envolvam dimensões éticas, políticas, ambientais pode-se contribuir para a formação de uma visão menos ingênua sobre CT por parte dos licenciandos. Esse também seria um caminho para que os formadores assumissem sua função social frente à formação de profissionais-docentes (SCHNETZLER, 2019). Para os licenciandos, participar de discussões de QSC em disciplinas específicas pode ser uma oportunidade de mobilizar, e até confrontar, suas crenças, valores éticos e morais frente aos problemas contemporâneos, complexos e polêmicos, os quais não podem ser resolvidos somente pela CT. Ainda, a problematização de aspectos relacionados à CT envolvidos na QSC pode contribuir para que os licenciandos tomem

consciência das limitações e parcialidade da CT. Nesse sentido, ações desse tipo podem colaborar para minimizar o estranhamento, e a resistência dos licenciados, frente à Educação CTS e sua inserção no ensino de ciências.

Trabalhar com Educação CTS pressupõe uma organização disciplinar baseada em temas, que exige, de certa forma, uma familiaridade decorrente do desenvolvimento de estudos e pesquisas, além de vivências em contextos reais. Entendemos que essa perspectiva pode avançar, principalmente, por meio das disciplinas didático-pedagógicas, como os Estágios supervisionados, que pela Resolução CNE/CP n.º 2/2002, deve ter 400 (quatrocentas) horas, principiando a partir do início da segunda metade do curso. Vislumbramos que no primeiro estágio possa ser realizado um levantamento da realidade escolar e, em um segundo, professores formadores e estagiários podem problematizar as realidades levantadas à luz de referenciais, sempre em comunhão com os professores das escolas, orientadores dos estágios. Em um terceiro e quarto estágios, podem ser elaboradas propostas didáticas de Educação CTS, assim como, vivenciadas e analisadas.

Durante os cursos de formação inicial de professores, também enxergamos outros espaços possíveis para o desenvolvimento de Educação CTS, como em: i) disciplinas eletivas e/ou optativas, ministradas por um grupo de professores de diferentes áreas de conhecimento (Química, Biologia, Física, Artes, Filosofia etc.), possibilitando a vivência de propostas interdisciplinares, orientadas pelos princípios de natureza da ciência; ii) disciplinas em que o objeto de ensino seja mais afeito as abordagens interdisciplinares como exemplo, Química Atmosférica, Química da Água; Gestão de Resíduos Perigosos; iii) projetos de extensão que promovam diálogos com a sociedade e tenham espaço para problematizar suas realidades com apoio dos conhecimentos científicos, objetivando transformações. Ou ainda, projetos que propiciem o reconhecimento do papel social do professor e de seu protagonismo no desenvolvimento de processos de transformações de realidades; e, iv) projetos de pesquisas que tenham por orientação produzir conhecimento em interlocução com aportes teórico-metodológicos alinhados aos modelos dialógicos e participativos de educação (inclusive os citados neste texto (Freire e PLACTS) e, em busca de colaborar para a construção de relações menos ingênuas entre ciência, tecnologia e sociedade.

7. Considerações finais

As reflexões trazidas por este texto pretendem contribuir com discussões sobre as tendências pedagógicas, que vislumbram a educação como instrumento, colocando em curso processos de desvelamento das realidades para contribuir com o desenvolvimento da conscientização crítica na busca por transformações. Romper em definitivo com o modelo de ensino puramente conceitual tem sido perseguido ao longo de várias décadas por educadores e pesquisadores, sobretudo, os de Educação em Ciências. O entendimento desses estudiosos é o de que este modelo tem contribuído minimamente para o objetivo primário da educação relacionado à formação cidadã emancipatória dos sujeitos.

Na busca por mudar este quadro, defendemos, no processo de formação inicial de professores, a inserção de Educação CTS nas disciplinas específicas, bem como nas didático-pedagógicas. Nas específicas, vislumbramos que uma aproximação por meio de Questões Sociocientíficas pode ser exitosa por permitir explorar situações controversas afeitas a própria natureza da ciência. Afinal, as controvérsias fazem parte da estrutura epistemológica da experiência científica de qualquer época.

A História da Ciência nos presenteia com inúmeros casos que relatam contendas entre cientistas por visões divergentes. No entanto, a ciência que se ensina, até nos cursos superiores, abafa as controvérsias e as substituem, muitas vezes, por uma única teoria, a do momento, que tem limitações. As controvérsias podem ser por insuficiência de generalização, por limitação teórica e/ou tecnológica e, também, por impactos ambientais ou sociais causados pelas próprias atividades científico-tecnológicas. Encontramos exemplos de controvérsias nas ciências desde as mais antigas (teorias geocêntricas e heliocêntricas, teoria da evolução, mecânica newtoniana e a mecânica relativística, as inúmeras explicações sobre a constituição da matéria) até as mais recentes (como as questões climáticas e a dinâmica dos insetos polinizadores, com destaque para as abelhas). Dessa forma, a discussão de controvérsias pode contribuir para o debate sobre os conceitos de ciência e tecnologia, e a relação delas com a sociedade.

Também defendemos neste texto que as disciplinas pedagógicas específicas de formação dos licenciandos tanto podem

levar para sala de aula as QSC, como a Educação CTS, visto que ambas têm como valor a interdisciplinaridade e a contextualização, como inovações para combater os currículos centrados em conteúdos *per se*. Nesse contexto, inovar está para além do uso e da aplicação de recursos, materiais didáticos, estratégias e metodologias de ensino propostos por terceiros, e/ou, sem diálogo com a realidade. Portanto, propomos que inovar significa assumir uma concepção de ensino responsável e crítica, com vias a transformação de realidades, e a participação sociopolítica.

Nossa defesa pela inserção curricular da Educação CTS e, igualmente, da aproximação CTS-Freire fundamenta-se na possibilidade de elas comporem atividades de pesquisa em Ciências com vistas a trabalhar à docência para processos educacionais transformadores, que tenham por objetivo maior participação no mundo, em busca do bem comum.

Dirigir o olhar para a Educação CTS na formação inicial de professores fortalece tendências no campo de pesquisa, tal como aquelas que buscam investigar aspectos relacionados à: i) formação docente em uma perspectiva crítica-emancipatória; ii) reflexão acerca de crenças sobre os objetivos do ensino de ciências e sobre as visões de ciência e tecnologia dos licenciandos; e, iii) formação das identidades docentes. Além disso, o cenário formativo discutido, bem como as ações realizadas em prol de sua criação e realização, abrem espaço para a formação continuada. Um exemplo é a sinalização da importância de pesquisas sobre as dificuldades enfrentadas e, os conhecimentos e saberes mobilizados por docentes formadores, ao planejarem e conduzirem discussões relativas às interrelações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

8. Referências bibliográficas

AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências. 2002. 257 f. (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>

- AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P. e AULER, D. (Ed.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: Pesquisa e Educação em Ciências**, 3, n. 1, p. 122-134, 2001. [10.1590/1983-21172001030203](https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203)
- BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAN, J. **Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education**. New York: Routledge, 2015. (Teaching and Learning in Science Series).
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J. VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, 18, p. 41-68, 1998. [10.35362/rie1801091](https://doi.org/10.35362/rie1801091)
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018.
- CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2012.
- CUTCLIFFE, S. H. **Ideas, máquinas y valores. Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Barcelona: ANTHROPOS, 2003.
- DAGNINO, R. As trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-

América. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, 1, n. 2, p. 3-36, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37483>

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GESS-NEWSOME, J. Secondary Teachers' Knowledge and Beliefs about Subject Matter and their Impact on Instruction. *In*: GESS-NEWSOME, J. e LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Examining Pedagogical Content Knowledge - The Construct and its Implications for Science Education**. Dordrecht: Kluwer, 1999. v. 6, p. 51-94.

GIROUX, H. A. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GROSSMAN, P. L.; WILSON, S. M.; SHULMAN, L. S. Teacher of Substance: Subject Matter Knowledge for Teaching. *In*: REYNOLDS, M. (Ed.). **Knowledge Base for the Beginning Teacher**. New York: American Association of Colleges for Teacher Education, 1989. p. 23-36.

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: O caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, 14, n. 1, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFgzyF/?format=pdf&lang=pt>

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

- NASCIMENTO, T. G.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, 13, n. 42, p. 95-116, 2006. Disponível em:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352006000300006
- RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship**. Philadelphia: Open University Press, 2003.
- RODRÍGUES, A. S. M.; DEL PINO, J. C. O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na reconstrução da identidade profissional docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, 24, n. 2, p. 90-119, 2019. [10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p90](https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p90)
- ROSA, S. E. **Educação CTS: contribuições para a constituição de culturas de participação**. 2019. (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências, Universidade de Brasília, Brasília.
- ROSA, S. E.; ARAÚJO, W. S. Processos Formativos no Contexto Brasileiro: uma articulação dos pressupostos de Freire e a Educação CTS. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, 2017, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 3 a 6 de julho de 2017.
- ROSA, S. E.; STRIEDER, R. B. Educação CTS e a não neutralidade da ciência tecnologia : um olhar para práticas educativas centradas na questão energética. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, 11, n. 3, p. 98-123, 2018. [10.3895/rbect.v11n3.7292](https://doi.org/10.3895/rbect.v11n3.7292)
- SADLER, T. D. **Socio-scientific Issues in the Classroom**. Dordrecht: Springer, 2011. (Contemporary Trends and Issues in Science Education).
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista**

Brasileira de Educação, 12, n. 36, p. 474-550, 2007.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/?format=pdf&lang=pt>

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freiriana: resgatando a função do ensino de CTS.

Alexandria Revista de Educação em Ciência e

Tecnologia, 1, n. 1, p. 109-131, 2008. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426>

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque

CTS. *In*: SANTOS, W. L. P. e AULER, D. (Ed.). **CTS e**

educação científica: desafios, tendências e

resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 21-48.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia –

Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio:**

Pesquisa e Educação em Ciências, 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

[10.1590/1983-21172000020202](https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202)

SCHNETZLER, R. P. Apontamentos Sobre a História do Ensino de Química. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A.;

MACHADO, F. L. P. (Ed.). **Ensino de Química em Foco**.

2ª ed. Ujuí: Unijuí, 2019.

SILVA, R. L. J.; STRIEDER, R. B. CTS nos anos iniciais do ensino fundamental: abordagens para a temática água. **ACTIO:**

Docência em Ciências, 5, n. 2, p. 1-19, 2020.

[10.3895/actio.v5n2.11778](https://doi.org/10.3895/actio.v5n2.11778)

SOUSA, P. S.; GEHLEN, S. T. Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras.

Ensaio: Pesquisa e Educação em Ciências, 19, p. 1-22,

2017. [10.1590/1983-21172017190109](https://doi.org/10.1590/1983-21172017190109)

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, 10, n. 1, p. 27-56, 2017. Disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n1p27>

von LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, 1, p. 1-19, 2007. Disponível em:
<https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/2/23/Irlan.pdf>

ZEIDLER, D. L.; KAHN, S. **It's debatable! Using socioscientific issues to develop scientific literacy K-12**. Virginia: National Science Teachers Association, 2014.

**7. QUESTÕES DE GÊNERO
E O ENSINO DE CIÊNCIAS:
UMA CIÊNCIA GENDRADA
NOS LIVROS DIDÁTICOS**

.....

**DANIEL JAQUES ROSÁRIO
LUIZ GUSTAVO FRANCO**

1. Introdução

Gênero tem sido uma das questões mais debatidas pelo campo educacional nos últimos anos, além de ter se tornado uma pauta polêmica e relevante da sociedade como um todo (CALDEIRA; PARAÍSO, 2018). Na pesquisa em Educação em Ciências, tendências de pesquisa têm se organizado em torno de diferentes enfoques ao longo das últimas décadas.

Desde a década de 1970, pesquisadoras/es do campo se dedicam às questões de gênero, fornecendo alguns apontamentos consolidados, por exemplo: i) é necessário estimular a inclusão de meninas nas aulas de ciências, pensando em fatores como identificação com a ciência e participação em sala de aula (e.g. TINDALL; HAMIL, 2004; CONNER; DANIELSON, 2016); ii) também precisamos fortalecer a formação de professores, discutindo questões de gênero e suas implicações no ensino de ciências (BROTMAN; MOORE, 2008; PEREIRA; MONTEIRO, 2015) e iii) a ciência é gendrada e, de modo articulado, o ensino de ciências também reflete práticas e conceitos gendrados (BAZZUL; SYKES, 2011; SILVA; COUTINHO, 2016).

Dentre essas tendências, neste capítulo, nós nos voltamos para o terceiro aspecto: os impactos do gênero na ciência que se ensina nas escolas. Diferentes são as ferramentas utilizadas para organizar os processos de ensino e aprendizagem em Ciências, desde níveis mais macro dos processos educativos, como documentos curriculares, pensados para organizar os conteúdos, prescrever o que se deve ou não ensinar e indicar e estruturar sua sequencialidade a cada ano letivo em cada disciplina; até níveis micro, como as interações dia a dia entre professoras/es e estudantes em cada escola e cada sala de aula (SACRISTAN, 1990). Gênero, como elemento estruturador de nossas práticas sociais (BUTLER, 2003), também constitui todos esses níveis. No contexto brasileiro, nos voltamos nosso enfoque para os livros didáticos de Ciências da Natureza, como um elemento articulador entre indicações mais amplas dos currículos de ciências e as práticas cotidianas em sala de aula.

Uma série de pesquisas apontam o modo como muitos professores orientam seus planejamentos a partir do livro didático, o que se materializa de formas diferentes, por exemplo, usar o livro como uma espécie de currículo, usar o livro como fonte de atividades,

etc. A questão é que o livro assume uma posição que precisa ser melhor entendida. Nesse sentido, a ciência que está estampada nas páginas dos livros didáticos não pode ser negligenciada (BAZZUL; SYKES, 2011; SILVA; COUTINHO, 2016). Neste capítulo, revisitamos a literatura que versa sobre tais questões, visando mapear apontamentos consensuais, frentes de pesquisa ao longo dos anos, desafios que persistem nesse contexto e lacunas a serem melhor compreendidas.

2. Um olhar sobre os livros didáticos

Pesquisas como as de Tolomeotti e Carvalho (2016) e Bandeira e Velozo (2019) indicam que, desde os “Parâmetros Nacionais Curriculares” (PCN), propostos na década de 1990, até os dias de hoje, cada vez mais foram subtraídas as temáticas de gênero e sexualidade dos currículos nacionais de Ciências, mesmo considerando que é esta a disciplina curricular de maior responsabilidade na abordagem dessas temáticas.

No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento nacional que, atualmente, prescreve conteúdos, competências e habilidades a serem desenvolvidos pelas turmas em cada um dos ciclos e anos letivos. Mesmo em meio a uma série de controvérsias e resistências, as diretrizes da BNCC começaram a ser implementadas e devem ser seguidas pelas escolas (FRANCO; MUNFORD, 2018).

Nesse contexto, livros didáticos emergem como um elemento articulador da implementação curricular, considerando que devem ser produzidos e orientados a partir das indicações da BNCC. No Brasil, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é um programa que seleciona as obras que serão utilizadas pela rede pública de ensino. Trata-se de um programa que envolve um investimento maciço do Ministério da Educação e a participação de diferentes setores – *escolas, governo, autores, editoras, grupos acadêmicos* (FRACALANZA; MEGID NETO, 2006).

Por meio desse programa, critérios para a seleção de obras são analisados, o que gera a produção de livros alinhados às expectativas e, conseqüentemente, uma forma alinhar indicações curriculares àquilo que se espera da prática em sala de aula. Em muitos casos, o livro didático se torna o principal recurso utilizado por professores

como instrumento pedagógico e fonte de consulta pessoal. Dessa forma, torna-se, também, o responsável pela informação e formação desses professores (D'AQUINO ROSA; ARTUSO, 2019).

Dada a importância do Ensino de Ciências no que diz respeito ao ensino de temáticas como o gênero e a sexualidade, os livros didáticos podem ser compreendidos como um meio ativo de produção dos conteúdos científicos à comunidade escolar. Assim, é necessária atenção e cuidado com elementos como a seleção de conteúdos, bem como a linguagem utilizada, que podem ser enviesados ou servir para manutenção de lugares de poder de grupos hegemonicamente privilegiados, em detrimento da inclusão de grupos que foram socialmente minorizados (BANDEIRA; VELOZO, 2019).

Tais aspectos são particularmente relevantes na discussão que propomos neste capítulo. Esse olhar mais cuidadoso e atento sobre os livros didáticos de ciências nos leva, inevitavelmente, a um olhar sobre a própria ciência. Há uma ampla literatura que indica modos com os quais a ciência é perpassada por desigualdades de gênero. Isso se reflete desde a construção de um modelo masculino do fazer científico, por meio do qual atributos “do homem” são valorizados; características da mulher desvalorizadas (VELHO, 2006). Ser competitivo, estar inserido em discussões públicas, ter alta produtividade, ser objetivo e racional carregam marcas culturais que se naturalizam no “ser cientista”, o que favorece os homens e marginaliza as mulheres, já que essas são características tipicamente associadas aos homens e definidas, portanto, como “masculinas”.

Esse fenômeno também se reflete no próprio conhecimento construído pela ciência. Londa Schiebinger (2001) discute como o conhecimento conceitual da ciência é gendrado, perpassando as formas científicas de classificação dos seres vivos, formas de descrição de entidades do mundo natural e análises que buscam “comprovar” relações de causalidade entre gênero e sexo biológico. Tais conceitos também se refletem na ciência escolar, especialmente aquela que chega às escolas por meio dos discursos institucionalizados dos livros didáticos. A seguir, mapeamos os apontamentos centrais encontrados por diferentes pesquisadores sobre esses discursos ao longo das últimas décadas.

3. Um olhar sobre as pesquisas internacionais

Para organizarmos este mapeamento, optamos por apresentar apontamentos de artigos internacionais e nacionais em tópicos distintos. Essa opção se refere à forma como esses estudos se desenvolveram, tendo em vista os diferentes contextos educacionais explorados. Os artigos brasileiros exploram, quase que exclusivamente, livros didáticos aprovados pelo PNLD. Assim, o mapeamento nacional nos fornece uma trajetória temporal de mudanças nos livros didáticos ao longo das últimas décadas, o que nos parece particularmente relevante para o contexto atual (e.g. implementação da BNCC, Novo Ensino Médio, pressões de diferentes grupos sobre os currículos, etc).

No caso dos artigos internacionais, por sua vez, há uma outra tradição que, em grande parte, nos leva ao trabalho seminal de Martin (1991). A antropóloga analisa livros bastante utilizados no curso de medicina da universidade John Hopkins e faz apontamentos relevantes: os estereótipos sobre o óvulo e o espermatozoide (dentre outras estruturas) que reforçam visões heteronormativas, binárias e desiguais dos supostos papéis de cada gênero predominantes nessas obras. O artigo discute também a forma como a linguagem serve à criação e manutenção das diferenças de gênero: os livros analisados trazem verbos mais passivos para descrever atitudes da mulher; enquanto o espermatozoide aparece como entidade que utiliza de forças químicas e mecânicas para penetrar o óvulo, mesmo não havendo evidências científicas de que qualquer tipo de força, além da necessária para própria propulsão do espermatozoide.

Grande parte das pesquisas posteriores dialoga com os apontamentos de Martin (1991) em alguma medida, seja ampliando ou problematizando algumas questões. Snyder e Broadway, em 2004, analisam oito livros didáticos de Biologia amplamente usados nos Estados Unidos. Os resultados reafirmam questões já encontradas por Martin nos livros para ensino superior: havia um enfoque desproporcional dos moldes heterossexuais nos livros para ensino médio. O termo homossexualidade, por exemplo, só foi encontrado nos livros quando se referiam ao contexto da AIDS, em que as pessoas que vivenciam relações não-heterossexuais são colocadas como grupo de risco junto a grupos como usuários de drogas injetáveis.

Posteriormente, no ano de 2008, Nehm e Young analisaram como o termo “hormônios sexuais” estava sendo empregado em livros de ciências nos Estados Unidos e em artigos da literatura médico-científica. De modo surpreendente, em todas as obras, o hormônio estrógeno foi caracterizado como restrito às mulheres e a testosterona aos homens. Além disso, ambos os hormônios foram tratados apenas em contextos relacionados ao sexo e definição de “características sexuais”.

Campo-Engelstein e Johnson (2014) se propuseram a fazer uma análise seguindo os passos de Martin (1991) e ampliando as análises. A pesquisa analisou dezesseis livros de Ciências desde o Ensino Fundamental até os livros do curso de Medicina com o propósito de estudar se os achados de Martin, mesmo após 15 anos, ainda se confirmavam nos estereótipos de gênero dos livros didáticos. As/os autoras/es perceberam que muitos dos problemas apontados por Martin já não eram mais tão frequentes nos livros, mas muitos permaneceram sem mudanças. É apresentada e discutida uma série de achados que indicam uma linguagem tanto sexista e enviesada nos materiais ao longo da escolarização. O ovócito (e as demais partes do corpo XX relacionadas à reprodução) é quase sempre tratado com verbos conjugados de maneira passiva e como se não possuísse funções além de ser penetrado pelo espermatozoide.

Também foi notado que os conteúdos relativos ao sistema reprodutivo de corpos XY eram sistematicamente colocados antes daqueles relativos aos corpos XX, além de quantitativamente serem mais expressivos. Um outro ponto importante percebido é que vários livros analisados não apresentavam o clitóris na hora de descrever a anatomia do sistema reprodutivo “feminino”. As/os autoras/es argumentam que isso pode ser também uma estratégia com intuito de manutenção da visão do sistema “reprodutivo” de corpos XX como sendo exclusivamente relacionado à reprodução, desconsiderando o prazer obtido pelo corpo XX nas relações sexuais em que se envolve. Muitos dos livros analisados apresentavam o orgasmo de corpos com pênis, mas nem ao menos citavam o de corpos com vulva (CAMPO-ENGELSTEIN; JOHNSON, 2014).

Além do estudo de Martin, outro artigo é bastante citado na literatura internacional: Bazzul e Sykes (2011). Por meio desse estudo, lentes analíticas da teoria *queer* indicaram como noções de gênero e sexualidade são conceitualizadas em livros didáticos e como práticas

culturais trabalham para construção da heterossexualidade como o normal e natural. Suas análises apontam que a definição de características físicas ou comportamentais masculinas ou femininas servem aos processos de exclusão de pessoas transsexuais, transgênero e intersexuais. Outro aspecto relevante é retomado nesse artigo: a discussão dos hormônios “sexuais”, reiterando que são produzidos por corpos XX e XY em diferentes concentrações e que não possuem funções exclusivamente relacionadas à sexualidade.

O texto de Bazzul e Sykes (2011) é bastante citado na literatura dos últimos vinte anos e tem fomentado diálogos entre as/os pesquisadoras/es. Jay Lemke (2011), por exemplo, situa seus resultados em um contexto mais amplo, não apenas como um sintoma identificado em livros didáticos, mas em toda a sociedade. A tendência documentada por Bazzul e Sykes (2011) não é somente heteronormativa, mas também socialmente, culturalmente e politicamente conservadora. Nesse sentido, seria necessário que, a partir dos resultados, a área de Educação em Ciências passasse a propor alternativas concretas aos problemas identificados. Milne (2011), em direção similar, indica que a análise de Bazzul e Sykes (2011) tem um enfoque na situação encontrada nos materiais, mas seria necessário investir na proposição de soluções para os problemas mapeados.

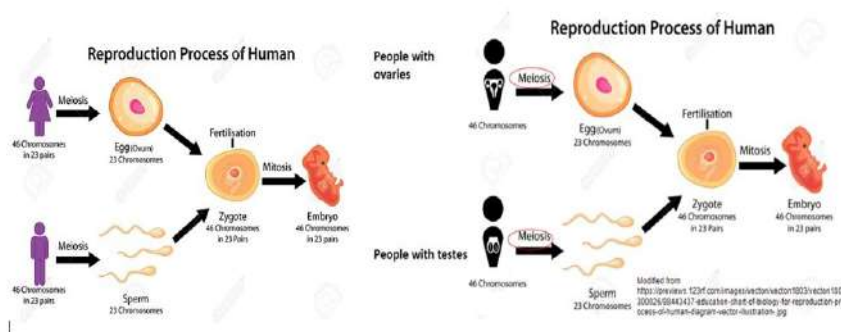
A pesquisa de Long, Steller e Suh (2021) vai ao encontro dessas demandas. As/os autoras/es buscam propor formas práticas de adequação da linguagem nos livros didáticos. As sugestões têm com objetivo de substituir formas de se ensinar sistema reprodutivo e endócrino, ou sexualidade, que sirvam à manutenção dos estereótipos de gênero. Dessa forma, o artigo propõe estratégias de mudança do comportamento do professor em sala de aula, como quando sugere que os professores considerem e respeitem o nome social e pronomes, artigos e desinências preferidos.

Há uma série de indicações para a produção de livros didáticos, desde o uso de expressões, até inscrições/ilustrações clássicas para livros de Biologia. Ao invés de macho/fêmea, por exemplo, as/os autoras/es propõem dizer corpos XY/corpos XX. Ao invés de usar expressões como “normal”, “natural”; sugerem “em muitos casos”; “é comum”. Dessa forma, visam indicar a diversidade do mundo vivo e acolher não apenas pessoas cisgênero (LONG et al., 2021). Campo-Engelstein e Johnson (2014), em direção similar,

sugerem modificações práticas nos livros, por exemplo: ao invés de falarmos que “o ovócito é fecundado pelo espermatozoide”, podemos falar que “a fecundação é o processo de união do ovócito com o espermatozoide em uma só estrutura biológica”.

A seguir, a imagem retirada do artigo de Long e colaboradoras/es (2021) indica uma sugestão para alteração do diagrama para representar processos como meiose e fertilização. Observe que ao invés de indicar um ícone de uma pessoa com um vestido, o esquema sugere usar a expressão “pessoas com ovários”, o que significa acolher homens transgêneros no fenômeno ilustrado.

Figura 7.1: Sugestão de alteração de esquema comum em livros de Biologia.



Fonte: Retirado de Long et al. (2021).

Alinhadas/os a proposta da teoria *queer*, Junkala, Berge e Silfver (2021) realizaram uma análise de cinco livros didáticos de Biologia para estudantes entre 13 e 16 anos na Suécia, com o objetivo de perceber orientações sexuais e tipos de corpos visibilizados ou invisibilizados nos textos. Esse é um texto mais recente que nos permite visualizar que algumas questões já apontadas por Martin, em 1991, ainda permanecem. Visões estereotipadas do binarismo de gênero são reforçadas por meio de presunções sobre os hormônios “sexuais”, o enfoque na diferença com uma limitada compreensão de percepções não binárias dos corpos, a construção de atributos femininos como sendo passivos e masculinos como sendo ativos. Apesar disso, os achados das/os autoras/es indicam que os livros didáticos da Suécia apresentam maiores avanços, do ponto de vista de inclusão, que os materiais brasileiros, conforme discutimos a seguir.

4. Um olhar sobre as pesquisas brasileiras

A forma como os artigos brasileiros sobre o tema tem sido construídos fornece uma trajetória de mudanças observadas nos livros didáticos ao longo das últimas décadas. Nesse sentido, organizamos indicações nacionais de modo a dar visibilidade ao nosso contexto, tendo em vista questões históricas e culturais de nosso país, especialmente em um momento de tensionamento do tecido social, o que se reflete nas tensões sobre a escola e os processos educacionais (e.g. implementação da BNCC, Novo Ensino Médio).

Em Martins e Hoffmann (2007), por exemplo, foram investigadas 44 obras aprovadas pela avaliação do PNLD de 2004. Naquele contexto, o PNLD se pautava em critérios orientados pelas indicações curriculares vigentes à época, os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais)¹⁹. O estudo indicou a reprodução de sexismo, do estímulo ou não à equidade entre homens e mulheres, analisando e interpretando a maneira como as obras se referiam a esses grupos e quais características e papéis lhes são atribuídos. Análises das imagens dos livros apontam relações entre o uso de roupas e cores utilizadas por homens e mulheres, as atividades que estão realizando, as preferências profissionais e gostos pessoais. As/os autoras/es concluem que a identidade feminina, nesses sinais imagéticos, aparecia subordinada à dominação masculina.

Silva e Coutinho (2016), por sua vez, fizeram uma pesquisa analisando livros didáticos aprovados pelo PNLD 2012. Nesse caso, os autores trazem outras indicações mais relacionadas às conclusões de Bazzul e Sykes (2011). Os autores discutem que a utilização do termo “hormônios sexuais” nos materiais era anacrônica e incorreta cientificamente, tendo em vista que esses hormônios existem tanto em homens quanto em mulheres, além de desempenhar múltiplas funções que não têm relação com a definição de “características sexuais” ou com a reprodução da espécie. Propõem, então, que a aprendizagem como é pretendida nesses livros didáticos se baseia de

¹⁹ Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) foram aprovados no ano de 1997. Cabe ressaltar que, diferentemente da BNCC, os PCN's não eram um “currículo”, mas parâmetros curriculares, isto é, indicações com conteúdos-chave a serem desenvolvidos na escola. Outro aspecto relevante é a presença do tema transversal Educação Sexual proposto no documento.

uma estrutura conceitual essencialista, o que produz uma ignorância em Biologia que pode servir ao sexismo e à discriminação de gênero. Suas análises também indicaram o predomínio de informações que reforçam a heterossexualidade como o comportamento padrão da sexualidade humana e que este seria, supostamente, determinado biologicamente.

Além disso, Coutinho e Silva (2016) notaram que as/os autoras/es dos livros analisados restringiam a sexualidade à sua função reprodutiva, o que nos pareceu um resultado preocupante, tendo em vista as indicações curriculares vigentes à época alinhadas a uma visão mais complexa e integral de sexualidade. No ano de 2008, foram implementadas duas iniciativas nesse sentido: o Programa de Saúde na Escola – PSE (BRASIL, 2008a) e o Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE (BRASIL, 2008b). O PSE tratava da prevenção da saúde sexual articulada às discussões sobre questões de gênero e orientação sexual. Conforme ressaltado por Mano e colaboradores (2009), tais propostas avançaram no que se refere às discussões sobre sexualidade e gênero no contexto escolar.

Todavia, é notável o tensionamento observado nesse contexto, o que se refletiu em livros didáticos pouco alinhados a tais propostas e uma série de ações que retrocederam nesse debate. Pereira e Monteiro (2015) discutem algumas dessas ações que compõem esse cenário, como a proibição do kit anti-homofobia em escolas públicas, a proibição de vídeos sobre a prevenção de infecções sexualmente transmissíveis entre jovens no ano de 2011 e o veto da proposta do Estatuto do Nascituro em 2013. Desse período em diante, isto é, a última década, apresentou ainda mais ações nessa mesma direção, conforme discutiremos a seguir.

Felipe e colaboradoras/es (2018), por exemplo, apresentam uma análise de livros didáticos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental aprovados por edições posteriores do PNLD, entre os anos 2014 e 2016. Os resultados indicam que os livros mantiveram um enfoque à dimensão biológica das questões tratadas, ignorando, por vezes, fatores socioculturais correlatos à sexualidade. Alguns livros ainda usavam cores rosa para meninas e cores azul para meninos, indicando limitações similares àquelas notadas por Martins e Hoffmann, cerca de dez anos antes.

Nas coleções analisadas a sexualidade aparecia como algo vinculado estritamente à saúde sexual e infecções sexualmente transmissíveis. Esse resultado, inclusive, foi observado não apenas em materiais didáticos, mas também nas próprias ações dos professores, que utilizam essa abordagem biológico-centrado como uma espécie de blindagem didática para não tocar em outros aspectos da sexualidade (VIEIRA; MATSKURA, 2017).

Apesar das limitações ressaltadas por Felipe e colaboradoras/es (2018), o estudo também indica avanços, por exemplo, a conjugação verbal e nominal utilizando de pronomes femininos antes dos masculinos. Em um dos materiais havia uma atividade prática na qual estudantes jogam um jogo em poderiam seguir diversos caminhos, independentemente de seu gênero. Apesar de interessante, as imagens utilizadas para representar homem e mulher no jogo continuam reforçando visões hegemônicas e não inclusivas, conforme indicado pelas análises de livros aprovados em edições anteriores do PNLD.

O trabalho de Reis e colaboradoras/es (2019), em direção similar, analisaram 16 livros didáticos de Ciências dos últimos anos do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano), avaliados pelas edições do PNLD entre 2014 e 2016. Seus resultados indicam que há uma forte presença de discursos com enfoque biológico, em detrimento de discussões socioculturais, assim como demonstrado por Felipe et al. (2018) e Coutinho e Silva (2016). Além disso, as/os autoras/es não encontraram nenhuma citação a LGBTQIA+²⁰, resultado diferente do que foi percebido do contexto nos materiais analisados por Junkala, Berge e Silfver (2021).

Tolomeotti e Carvalho (2016) discutem o sucessivo apagamento das questões de gênero dos documentos curriculares. Segundo as/os autoras/es, o Brasil enfrenta um forte tensionamento reacionário nos últimos anos. A partir da aprovação do PNE, em 2014, condicionou-se a retirada dos conceitos e definições que fizessem

²⁰ LGBTQIA+ é a sigla correspondente à comunidade das lésbicas, gays, bissexuais, travestis e transsexuais, queers, intersexuais e assexuais. O que caracteriza esta comunidade é a sexualidade tida como dissidentes do padrão heterossexual cisgênero, isto é, aquelas pessoas que fogem à cisheteronorma (BORTOLETTO, 2019). O + na sigla representa as pessoas com outras expressões de suas sexualidades que não se enquadram em nenhuma das apresentadas, mas que também são dissidentes da cisheteronorma.

menção às políticas de gênero dos currículos, processo similar ao que aconteceu com a BNCC. Na transição da edição de 2017 e 2018, este documento apresentou uma exclusão completa dos termos “gênero” e “sexualidade”, o que agravou uma situação de invisibilidade social, cultural e política das mulheres e pessoas LGBTQIAN+ (TOLOMEOTTI; CARVALHO, 2016). Dentre as indicações voltadas para o Ensino Médio, a BNCC apresenta uma habilidade, dentro da competência específica 2, que pode ser relacionada a tais questões:

(EM13CNT207) Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar (BRASIL, 2018, p. 543).

Levando em consideração a importância do Ensino de Ciências no trabalho com as temáticas de gênero e sexualidade, tendo em vista que é única disciplina que trata diretamente desses tópicos, essa diluição discursiva observada no documento é preocupante e nos dá indícios do contexto socio-político-educacional brasileiro contemporâneo.

5. Diálogos e perspectivas de pesquisa

Desde os primeiros estudos sobre gênero na área de Educação em Ciências, temos observado de modo reiterado a mesma indicação: os livros didáticos, em geral, com uma linguagem que legitima a manutenção das relações desiguais de gênero, desconsidera identidades que não se conformam à norma cisgênero, e têm um enfoque estritamente biológico a temáticas mais complexas, como a sexualidade humana.

Um exemplo nessa direção, que é retratado em diferentes pesquisas é a etimologia da palavra “genital”, que pressupõe um uso heterossexual e com finalidade exclusivamente reprodutiva. Ao afirmar órgãos como “genitais”, são ignorados outros usos desses órgãos (ex.: excreção da urina) e desconsideradas formas de sexualidade que não são heterossexuais e talvez nunca utilizem desses órgãos com a finalidade reprodutiva. Esse tipo de construção

discursiva reforça estereótipos e estigmas relacionados a cada um dos gêneros.

Nesse sentido, o Ensino de Ciências, ao invés de se tornar um espaço de inclusão e respeito à diversidade, pode se tornar uma ferramenta de produção da ignorância. Trabalhos como os de Silva e Coutinho (2016) e Temple (2005) apontam que essa ignorância funciona como ferramenta de manutenção de lugares de poder. Muitas vezes, conforme resultados apresentados nos artigos analisados, os livros didáticos omitem menções a formas de se viver a sexualidade que fujam de heterossexualidade e utilizam de linguagens que pressupõe o gênero de partes do corpo e seus usos “naturais” (heterossexuais). Essas são estratégias, intencionais ou não, de produção da ignorância acerca das temáticas de gênero e sexualidade. Essas estratégias servem à manutenção de conceitos e saberes que atualmente são cientificamente inadequados e operam tornando certos comportamentos como naturais e outros como aberrantes.

Autoras/es como Preciado e Butler defendem que a própria definição do sistema sexo/gênero como sendo duas coisas distintas, pode servir como estratégia de naturalização do correto como sendo o sexo, já que esse binômio é ensinado de forma a categorizar o sexo como sendo o “natural”; e o gênero como sendo pertencente à cultura, à criação humana e à interpretação que o indivíduo tem de seu sexo. Essa categorização omite o caráter próstético do gênero. O gênero é, para Preciado, além de performático e performativo como sugeriu Butler, também próstético, porque funciona como uma prótese discursiva que fixa características e comportamentos sistematicamente repetidos num determinado corpo. Preciado propôs o gênero como próstético embasado na teoria do Manifesto Ciborgue, de Donna Haraway. Além da omissão da materialidade do corpo e do caráter próstético do gênero, o sistema sexo/gênero ainda omite as características socialmente construídas do sexo e afirma como naturais os supostos papéis e características de cada sexo (PRECIADO, 2000). Os livros didáticos têm um papel na manutenção desse tipo de ignorância, uma vez que são uma das principais ferramentas didáticas utilizada no processo de ensino-aprendizagem brasileiro.

Uma forma de promover um avanço das pesquisas do campo nesse sentido se refere às bases teórico-metodológicas que orientam as pesquisas. A maioria dos textos apresenta lentes teóricas diversas

e parte deles não possui teorias específicas de gênero. A princípio isso pode permitir a visualização e análise da situação sob diferentes perspectivas. Todavia, há dificuldade de articulação entre os próprios resultados das pesquisas, tendo em vista distinções teóricas e/ou metodológicas, ou ausência de referenciais apropriados.

Nessa direção, encontramos a teoria *queer* como uma escolha teórica comum nos artigos dos últimos anos, o que nos parece favorecer um diálogo produtivo. Essa teoria tem como forte base as proposições do pós-estruturalismo francês, como as de Foucault, Deleuze e Butler, e na desconstrução de Derrida (LOURO, 2001). Suas/seus autoras/es dissertam sobre binarismos presentes em nossa sociedade, como homem/mulher, heterossexual/homossexual, natureza/tecnologia, primitivo/civilizado, normal/diferente (PRECIADO, 2014) e sobre como há diversos mecanismos discursivos, comportamentais e midiáticos que reforçam essas dicotomias. Uma das formas que a teoria *queer* tem de operar é via análise de textos da literatura médico-científica, avaliando de quais formas a linguagem empregada em tais textos corrobora com estereótipos de sexo, gênero e orientação sexual. Nos parece particularmente importante para a área de Educação em Ciências, o fato de a teoria *queer* também ser útil às proposições alternativas de currículos inclusivos. Conforme argumenta Guacira Lopes Louro,

Uma pedagogia e um currículo *queer* se distinguiriam de programas multiculturais bem intencionados, onde as diferenças (de gênero, sexuais ou étnicas) são toleradas ou são apreciadas como curiosidades exóticas. Uma pedagogia e um currículo *queer* estariam voltados para o processo de produção das diferenças e trabalhariam, centralmente, com a instabilidade e a precariedade de todas as identidades (LOURO, 2001, p. 13).

Esse tipo de proposta nos parece interessante pensando nas demandas do campo. Uma série de estudos indicam, de modo consistente nas últimas décadas, os problemas de livros didáticos, mas o campo ainda carece de trabalhos sobre que alternativas têm sido ou podem ser utilizadas em sala de aula. Nos últimos anos, estudos têm adotado a teoria *queer*, que oferece indicações propositivas nessa direção. Conforme as próprias indicações dessa teoria, todo processo de mudança demanda tempo, organização e

participação social. Assim, implantar medidas capazes de alterar a forma como os livros didáticos de Ciências abordam gênero não é um desafio fácil. No Brasil, esse desafio assume aspectos ainda mais complexos, tendo em vista movimento político e social anti-inclusivo de pessoas LGBTQIAN+ exacerbado nos últimos anos. Neste capítulo, buscamos mapear indicações centrais nesse cenário e apontar algumas das alternativas que têm sido propostas nessa direção.

6. Referências Bibliográficas

- BANDEIRA, A.; VELOZO, E. L. Livro didático como artefato cultural: possibilidades e limites para as abordagens das relações de gênero e sexualidade no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), n. 25, v. 4, p. 1019–1033, 2019. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040011>
- BAZZUL, J.; SYKES, H. The secret identity of a biology textbook: Straight and naturally sexed. **Cultural Studies of Science Education**, v. 6, n. 2, p. 265–286. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9297-z>
- BORTOLETTO, Guilherme Engelman. **LGBTQIA+: identidade e alteridade na comunidade**. São Paulo: USP, 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares nacionais: 1º, 2º, 3º e 4º ciclos**. Brasília, 1997.
- _____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de DST e Aids. **Diretrizes para a Implantação do Projeto Saúde e Prevenção nas Escolas**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008a.
- _____. Ministério da Educação. **Plano de Desenvolvimento da Educação ano 1**. Brasília: Ministério da Educação, 2008b.
- _____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (Terceira Versão). Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2018.

- BROTMAN, J. S.; MOORE, F. M. Girls and Science: A Review of Four Themes in the Science Education Literature. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 9, p. 971–1002, 2008. <https://doi.org/10.1002/tea.20241>
- BUTLER, J. **Problemas de gênero: feminismo e subversão da identidade**. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 2003. 236 p
- CALDEIRA, M. C. da S.; PARAÍSO, M. A. Currículos, gêneros e sexualidades para fazer a diferença. **Pesquisas sobre currículos, gêneros e sexualidades**. Belo Horizonte: Mazza Edições, 2018.
- CAMPO-ENGELSTEIN, L.; JOHNSON, N. L. Revisiting “The fertilization fairytale:” an analysis of gendered language used to describe fertilization in science textbooks from middle school to medical school. **Cultural Studies of Science Education**, v. 9, n. 1, p. 201–220, 2009. <https://doi.org/10.1007/s11422-013-9494-7>
- CONNER, L. D. C.; DANIELSON, J. Scientist role models in the classroom: how important is gender matching? **International Journal of Science Education**, 2016. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1246780>
- D’AQUINO ROSA, M.; ARTUSO, A. R. O Uso do Livro Didático de Ciências de 6º a 9º Ano: Um Estudo com Professores Brasileiros. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 709–746, 2019.
- FELIPE, M.; DUARTE, S.; DAIANE, H. J.; REIS, A. Gênero e sexualidade em livros didáticos de ciências do ensino fundamental. **Revista Interdisciplinar Em Cultura e Sociedade (RICS)**, v. 4, n. especial, 2018.
- FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. Livro Didático de Ciências no Brasil: a pesquisa e o contexto. In H. Fracalanza, H. & J. Megid Neto (Orgs.). **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. Campinas, SP: Ed. Komedi. 2006

- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, p. 158-171, 2018.
- JUNKALA, H.; BERGE, M.; SILFVER, E. Diversity in sex and relationship education—limitations and possibilities in Swedish biology textbooks. **Sex Education**, 2021.
<https://doi.org/10.1080/14681811.2021.1966407>
- LEMKE, J. The secret identity of science education: Masculine and politically conservative? **Cultural Studies of Science Education**, v. 6, n. 2, p. 287–292, 2011.
<https://doi.org/10.1007/s11422-011-9326-6>
- LIMA, A. C.; HELENA, V.; SIQUEIRA, F. de. Ensino de Gênero e Sexualidade: diálogo com a perspectiva de currículo CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.6, n.3, p.151-172, 2013.
- LONG, S., STELLER, L., SUH, R. Practical Strategies for Teaching About Gender, Sex, and Sexuality in Biology, **National Science Teachers Association**, 2021.
www.nsta.org/highschool
- LOURO, G. L. **Gênero, sexualidade e educação: uma perspectiva pós-estruturalista**. 4ª ed., Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- MANO, Sonia Maria Figueira; GOUVEIA, Fabio Castro; SCHALL, Virgínia Torres. “Amor e Sexo: mitos, verdades e fantasias”: jovens avaliam potencial de material multimídia educativo em saúde. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 647-658, 2009. Recuperado de:<
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132009000300012>
- MARTIN, E. The egg and the sperm: how science has constructed a romance based on stereotypical male-female roles. **Signs**, v. 16, n. 3, p. 485-501, 1991.

- MARTINS, E. DE F.; HOFFMANN, Z. Os papéis de gênero nos livros didáticos de Ciências. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte), v. 9, n. 1, 2007. <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090109>
- NEHM, R. H.; YOUNG, R. “Sex Hormones” in Secondary School Biology Textbooks. *Science Education*, v. 17, n. 10, p. 1175–1190, 2008. <https://doi.org/10.1007/s11191-008-9137-7>
- PEREIRA, Z. M.; MONTEIRO, S. Gênero e Sexualidade no Ensino de Ciências no Brasil Análise da Produção Científica. **Contexto & Educação**, v. 30, n. 95, 2015.
- PRECIADO, P. **Manifesto contrassexual: práticas subversivas de identidade sexual**. Tradução de Maria Paula Gurgel Ribeiro. São Paulo: N-1 edições, 2000, 224 p.
- REIS, H. J.; DUARTE, M. F.; SÁ-SILVA, J. R. The subjects “human body”, “gender” and “sexuality” in teaching books of fundamental teaching sciences. **Investigações Em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 223–238. 2019. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p223>
- RODRIGUES E SILVA, F. A., COUTINHO, F. A. Realidades colaterais e a produção da ignorância em livros didáticos de Biologia: um estudo sobre os hormônios e a questão de gênero. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 3, p. 176, 2016. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n3p176>
- SCHIEBINGER, L. **O feminismo mudou a ciência?** São Paulo: EDUSC, 2001.
- SNYDER, V. L., BROADWAY, F. S. Queering high school biology textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 6, p. 617–636, 2004. <https://doi.org/10.1002/tea.20014>
- TEMPLE, J. “People who are different from you”: Heterosexism in Quebec high school textbooks. **Canadian Journal of Education**, n. 28, p. 271–294, 2005.

- TINDALL, T.; HAMIL, B. Gender disparity in science education: the causes, consequences, and solutions. **Education**, v. 125, n. 2, p. 282-295, 2004.
- TOLOMEOTTI, T.; CARVALHO, F. A. Um currículo degenerado: Os planos de educação e a questão de gênero nos documentos educacionais. **Revista Ártemis**, v. 22, n. 1, p. 73–84, 2016. <https://doi.org/10.15668/1807-8214/artemis.v22n1p73-84>
- VIEIRA, P. M., & MATSUKURA, T. S. Modelos de educação sexual na escola: concepções e práticas de professores do ensino fundamental da rede pública. **Revista Brasileira de Educação**. V. 22, n. 69, p. 453-474, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782017226923>
- VITOR, M.; MAISTRO, V. I. D. A.; ZÔMPERO, A. D. F. (2020). Education for sexuality and initial teacher training: An investigation in curricular matrices of the graduation courses in biological sciences. **Investigações Em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, p. 282–305. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.IENCI2020V25N1P282>

**8. NARRATIVA E ANÁLISE
TEXTUAL DISCURSIVA:
LIÇÕES DAS EXPERIÊNCIAS
EM PESQUISAS SOBRE
FORMAÇÃO DOCENTE NA
ÁREA DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA**

.....
**JUNIA FREGUGLIA MACHADO GARCIA
GEIDE ROSA COELHO**

1. Introdução

Narrar uma história e, assim, produzir novos sentidos para o vivido - o princípio e o objetivo das atividades que se realizam com narrativa em educação, conforme anunciados na frase inicial, indicam o movimento de produção de conhecimento a contrapelo, tal como define Kramer (2008) ao descrever as contribuições de Walter Benjamin para se pensar a prática educativa como locus de produção de novas formas de conhecer o mundo e de transformá-lo.

Nessa perspectiva, compreende-se o caráter formativo da experiência de narrar e as contribuições dessa atividade essencialmente humana também para a pesquisa em vários campos das ciências humanas, na direção oposta das investigações que “compactuam com avanços técnicos e tecnológicos como propulsores da humanidade” (idem, p.24), ou seja, pela narrativa, escava-se o passado, ressignificando as histórias, as experiências, “para além do conhecimento científico mensurável, racional e especializado” (idem, p.18). Desse modo, a pesquisa narrativa se consolida como uma forma de produção de conhecimento que assume as experiências e o processo histórico de educadores e aprendizes, de pesquisadores e pesquisados como elementos centrais.

É nesse contexto que os autores deste texto se apresentam como formadores e pesquisadores da docência, especialmente da área das ciências da natureza, assumindo a narrativa nas dimensões formativa e investigativa. Nosso objetivo nesta proposta de escrita é, portanto, também narrar a nossa experiência e, desse modo, produzir reflexões (lições) acerca da nossa própria formação com a pesquisa na e para a docência. Além disso, temos o propósito de contribuir com os processos analíticos das narrativas e, para isso, associamos a pesquisa narrativa à Análise Textual Discursiva (ATD), iniciada pelos professores Roque Moraes e Maria do Carmo Galiazzi, na década de 1990, e indicamos essa abordagem, a partir da interpretação da nossa própria trajetória, como um caminho possível e coerente na produção de novas compreensões do vivido. Coerentes com os princípios da ATD, iniciamos com a pergunta: o que se mostra da experiência de professores pesquisadores em processo de formação em pesquisa na articulação das narrativas com a ATD?

O encontro entre a pesquisa narrativa e a ATD vem sendo realizado por outros pesquisadores no campo da educação em

ciências. Ao realizarmos uma busca no *Google* acadêmico com os descritores "pesquisa narrativa" *and* "Análise Textual Discursiva" *and* "educação em ciências" foi possível identificar uma série de trabalhos. Essas produções estão publicadas em atas ou cadernos de resumos de diferentes eventos (como Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências- ENPEC), em periódicos de educação e educação em ciências. Ao utilizarmos os mesmos descritores na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), apesar de termos um retorno menor de trabalhos, identificamos o que nos parece um núcleo importante de produção de conhecimento do objeto em debate neste capítulo, visto que todas as produções eram oriundas da Universidade Federal do Pará (UFPA).

A interlocução das narrativas com a ATD tem sido estabelecida pelos pesquisadores para investigar processos de constituição de conhecimentos profissionais na formação inicial (NUNES; GONÇALVES, 2021; HIRAI; FRAIHA-MARTINS, 2021) e continuada (MATOS, 2015; NONATO, 2018; PAIXÃO, 2016; GONÇALVES ET AL., 2019; NASCIMENTO; GONÇALVES, 2017; MEDEIROS; GALLIAZZI, 2013) de professores de ciências e para evidenciar experiências discentes em processos de ensino e aprendizagem em ciências (MOREIRA *et al.* 2021; SOARES; MOREIRA; CASTRO, 2021; NONATO; CONTENTE 2019).

Em um estudo de revisão recente, Oliveira e Silva-Forsberg (2020, p.4) sinalizam para uma “crescente existência de grupos e produções acadêmicas nessa modalidade de investigação narrativa, a qual possibilita uma discussão maior sobre a base teórica epistemológica da construção e legitimação de uma área em expansão”. Portanto, assumimos, neste capítulo, o compromisso de estabelecer essa discussão com intuito de ampliar as nossas compreensões e a do leitor sobre as possibilidades da ATD compor o processo interpretativo em pesquisas narrativas.

2. Pesquisa narrativa e ATD - encontro possível nos processos de pesquisa e formação

Assim como Abrahão e Bragança (2020) (na interlocução com BOLÍVAR; DOMINGO; FERNÁNDEZ, 2001)²¹), assumimos as narrativas como *acontecimento*, ou seja, compreendendo-as como fenômeno em estudo, método de pesquisa e como promotora de formação, aprendizagens e identidades.

Como abordagem metodológica, a narrativa começa a ganhar espaço no cenário nacional a partir da década de 1990, nas pesquisas sobre formação docente e educacionais, de um modo geral. Nóvoa (1991, 1992 a,b), Connelly e Clandinin (1990) foram as principais referências de pesquisadores brasileiros que utilizaram a narrativa como abordagem em seus estudos. Lima, Geraldi e Geraldi (2015, p.18) afirmam que as narrativas vêm sendo utilizadas como método de investigação devido “à insatisfação com as produções no campo da educação que se caracterizaram por falar sobre a escola em vez de falar com ela e a partir dela”. No mesmo sentido, Connelly e Clandinin (1990, p.2, tradução nossa) já argumentavam que “professores e alunos são contadores de histórias e personagens de suas próprias histórias e da história dos outros” e que “o estudo da narrativa, portanto, é o estudo dos modos dos humanos experimentarem o mundo [...] e a educação é a construção e reconstrução de histórias pessoais e sociais.”

Essas considerações indicam a importância de compreendermos as narrativas em sua composição de discurso singular-plural (já que as experiências são singulares no seio de uma humanidade partilhada) em um espaço tridimensional (sujeito-sociedade-lugar). Nessa perspectiva, a narrativa não é vista somente como fenômeno (relato), mas também como metodologia de pesquisa e práxis social (transformação de si/ da realidade) pelo seu compromisso com a compreensão de experiências em um processo de produção de sentidos, sobre mim e o outro, entrelaçados aos contextos sociais, históricos, culturais, ideológicos (ABRAHÃO, 2003; JOSSO, 2007, 2020).

²¹ BOLÍVAR, A.; DOMINGO, J.; FERNÁNDEZ, M. **La investigación biográfico-narrativa em educación: enfoque y metodología.** Madri: La Muralla, 2001.

Importante neste momento destacar o que compreendemos por experiência e, para isso, caminhamos com Josso (2020, p. 45) que considera este conceito como:

[...]fundador do nosso paradigma, mas verificaremos essa afirmação se reservarmos algum tempo para fazer uma distinção entre as experiências que marcam nossos dias e nossas noites- que são esquecidas ou permanecem lembranças mais ou menos precisas- e a experiência como um ou mais aprendizados realizados mediante uma experiência específica para a pessoa ou uma sequência interativa de experiências.

A experiência tem relação com processo de conscientização²² que se vincula inteiramente aos processos de alteridade nessa relação que estabelecemos com o outro nos processos de formação e pesquisa com as narrativas. Ou seja, almejamos a construção de novas compreensões sobre a vida, a profissão e a educação, nas diferenças que constituem nossa existência, resultando em aprendizagens que implicam em novas perspectivas, pontos de vista sobre si e sobre o mundo.

Basso; Abrahão (2017) e Bragança (2014) sinalizam que ao compartilharmos nossas histórias, a relação dialética entre a palavra dada e a escuta implica no fato de que a palavra não é mais propriedade de quem fala, mas pertencente a um círculo virtuoso capaz de gerar novas interpretações, uma história que assim se abre. Neste sentido, o ouvinte torna-se testemunha de uma história, sendo também convidado a partilhar afirmações, dúvidas, personagens, cenários vividos e, nesse movimento, constrói representações/sentidos aos fatos narrados. São esses elementos que constituem uma trama complexa que nos permite compreender as

²² Consideramos que é na interlocução com a matriz teórico-filosófica de Paulo Freire que conseguimos atribuir sentido ao que estamos chamando de conscientização (ou tomada consciência) neste texto. A dimensão ontológica do ser humano em “ser mais” sinaliza para um constante devir pela relação dialética que estabelecemos com o mundo. Esses processos de transformação são resultados de aprendizagens, da apropriação de conhecimentos que nos permitem desenvolver um “novo olhar” sobre o mundo e a nós mesmos (FREIRE, 1987).

narrativas como potência para formação e como promotora de identidades.

De acordo com Galvão (2005 p.328) citando Carter (1993),

pode dizer-se que as pessoas têm histórias e contam histórias das suas vidas, enquanto o investigador que utiliza o método da narrativa as descreve e faz construção e reconstrução das histórias pessoais e sociais, de acordo com um modelo interpretativo dos acontecimentos.

Portanto, no compromisso que assumimos em ampliar a discussão sobre processos interpretativos em investigações narrativas, nos perguntamos: Como pesquisadores narrativos têm interpretado histórias de vida e profissão, os processos formativos e os outros fenômenos educacionais quando assumem a narrativa como método de pesquisa? A ATD pode se constituir como uma possibilidade interpretativa levando em consideração a narrativa como acontecimento?

A literatura vem apontando diferentes perspectivas e possibilidades interpretativas. Galvão (idem, p.333) apresenta duas perspectivas: uma que se assenta na análise de conteúdo nos momentos de evolução do vivido e outra que assume uma perspectiva sociolinguística que tende “a explicar os textos com referência às interações sociais e às ações do narrador”.

A compreensão cênica aparece como outra possibilidade (MARINAS, 2007; FRISON; ABRAHÃO, 2019). Nessa perspectiva, “a narrativa é concebida como um repertório de cenas; cenas nas quais os relatos biográficos estão plenos de elementos internos e externos” (FRISON; ABRAHÃO, 2019, p.4); constitui-se pela articulação entre o dizer do todo, o que é dito e também o não dito.

Bolivar (2002, p.45) reconhece na hermenêutica um caminho viável, pois, para o autor, “*Una hermenéutica-narrativa, [...] permite la comprensión de la complejidad psicológica de las narraciones que los individuos hacen de los conflictos y los dilemas en sus vidas*”. Do mesmo modo, a hermenêutica é um traço importante da ATD e iniciamos uma conversa com uma personagem importante nos estudos da ATD: a professora Maria do Carmo Galiazzi.

A professora, em uma apresentação recente em um evento virtual²³ (o que se fez muito presente em nossas vidas, durante os anos de 2020 e 2021, no contexto mais severo da pandemia da Covid-19), reconstrói a sua trajetória de professora e pesquisadora e narra seu encontro com professor Roque Moraes que, na década de 1990, defendeu a sua tese que tinha a Análise de Conteúdo como modo de interpretação de dados. A professora relata o seu envolvimento no grupo de pesquisa do professor Roque Moraes e como foram construindo, na aproximação com a fenomenologia, um novo modo de pensar a vida e a pesquisa. A intenção em compartilhar essa história é apontar para uma “virada epistemológica” em que pesquisadores se distanciam de processos interpretativos centrados em técnicas de análises de comunicações, para assumirem a hermenêutica, a fenomenologia e seus compromissos filosóficos e epistêmicos como norteadores da ATD. Essa virada fica evidente em uma das obras mais reconhecidas dos autores, que teve sua primeira edição publicada em 2007, intitulada “Análise Textual Discursiva”. Esses compromissos epistêmicos e filosóficos da ATD têm relação com a possibilidade de análise de um fenômeno em que o pesquisador, ao mesmo tempo que amplia os sentidos sobre o objeto de estudo, compreende a si mesmo e se transforma no processo da pesquisa. Como diria a professora Galiuzzi “o modo de pesquisar nos transforma”.

Esse processo de transformação, com a ATD, tem relação com processos de construção e (re)construções que são realizados pelo pesquisador ao longo da investigação, na tentativa de estabelecer compreensões mais complexas do fenômeno em estudo. O caminho para a complexidade leva em consideração entendimentos iniciais do pesquisador que se modificam no encontro com a palavra dada do outro (colegas de grupo de pesquisa, professores colaboradores, participantes do estudo, teóricos). Assim, os percursos de formação e construção de conhecimento (de si e sobre o mundo) são estabelecidos de forma compreensiva, hermenêutica e enraizada nos discursos dos interlocutores da pesquisa. Como aponta Moita (2013), esses compromissos são importantes nos estudos biográficos, o que acena para um ponto de coerência da ATD como processo interpretativo.

²³ <https://www.youtube.com/watch?v=MPl94LmzSOY>

A ATD envolve ciclos de caos e ordem (GALIAZZI; RAMOS; MORAES, 2021). O momento inicial é de estabelecimento do caos por meio da desmontagem dos textos produzidos na pesquisa (seja referente a documentos, as narrativas oral ou escrita, transcrição de entrevistas ou rodas de conversa) correspondendo ao processo de *unitarização*. Uma nova ordem começa a ser instaurada quando definimos as unidades de significado para o processo de *categorização*. Esse processo de desmontagem e montagem de novos textos resulta, devido ao esforço reconstrutivo do pesquisador, na construção de um (ou mais) *metatexto* que sistematiza novas compreensões sobre o fenômeno em estudo. Ao caminhar com a ATD:

[...]os pesquisadores percebem-se dentro de uma possibilidade de complexidade e de visão sistêmica, associando esta metodologia com entendimentos de que “na realidade nada é definitivo, tudo é um devir eterno e imanente; transcender a linearidade e a visão cartesiana é um desafio diante da complexidade do mundo em que vivemos” (GALIAZZI, RAMOS, MORAES, 2021, p.92)

Na próxima seção compartilhamos algumas experiências de pesquisa conduzidas na graduação e pós-graduação no encontro da narrativa com a ATD.

3. Pesquisas desenvolvidas na graduação e na pós-graduação: compartilhando experiências

Para atender ao propósito deste livro, o relato de experiência ficará restrito às atividades de pesquisa, em parceria com nossos orientandos-professores²⁴ e professores em formação inicial, embora tenhamos a investigação como princípio, também, das atividades de ensino e extensão. Narramos individual e sucintamente as atividades desenvolvidas para, na sequência, proceder à análise compartilhada, da qual extraímos as lições apresentadas em nosso metatexto.

²⁴ Forma própria de escrita para fazer referência e destacar a produção compartilhada e formativa no contexto das pesquisas realizadas pelo Labec

Experiência em processos de orientação (Junia)

Há mais de 20 anos na docência, os caminhos que me trazem até a pesquisa narrativa passam por minha formação acadêmica e atuação profissional, cuja ênfase sempre recaiu sobre a educação, especialmente a educação em ciências. Formada em Licenciatura em Ciências Biológicas, lecionei na educação básica nas esferas federal e municipal desde o início da graduação, por vezes, concomitantemente à atuação no ensino superior. Passados dez anos nessas atividades, o investimento no mestrado trouxe a oportunidade de efetivação em uma universidade pública federal, ao mesmo tempo em que vivia a experiência do doutorado. A finalização dessa etapa de formação, já como docente do Departamento de Teorias do Ensino e Práticas Educacionais do Centro de Educação da Ufes, oportunizou a minha entrada como professora permanente no programa de mestrado profissional em educação, cuja criação data de um período recente e contou com a minha colaboração. O mestrado profissional tem um aspecto peculiar que justifica a pesquisa narrativa. Trata-se da exigência da abordagem de questões relativas à prática profissional dos mestrandos como ponto de partida para a produção de conhecimentos sistematizados e de um produto educacional. Em particular, o vínculo à linha de pesquisa “Docência e gestão de processos educativos” me coloca em diálogo com gestores e docentes e, por minha especificidade e interesse, lido especialmente com professores da área de ciências da natureza. Assim, as investigações que realizamos versam sobre experiências docentes no ensino e aprendizagem em ciências.

Paralelamente, outras experiências no campo da formação docente na graduação compõem a minha trajetória na universidade, destacando-se a orientação nos estágios supervisionados, a coordenação de projetos de iniciação à docência e de iniciação à pesquisa por meio dos trabalhos de conclusão de curso da Licenciatura em Ciências Biológicas, cuja ênfase na pesquisa também recai, principalmente, sobre as experiências dos estudantes no processo de formação inicial para a docência. Atividades de extensão completam o conjunto de ações formativas, com a oferta de cursos e oficinas para/com professores de Ciências e Biologia da rede pública dos municípios e da rede estadual do Espírito Santo.

Esses contextos de atuação profissional compõem o cenário em que colaboro com a formação de professores pesquisadores e, ao

mesmo tempo, assim também me constituo. Essa perspectiva dialética de formação é um dos princípios do Grupo de Pesquisa “Formação docente, linguagem e cultura em educação em ciências” (GPFEC), do qual faço parte, cujos professores também integram o Laboratório de Educação em Ciências (Labec) da Ufes, que se organiza pela relação dialógica universidade/escola; pelo protagonismo de professores da educação básica na formação de novos professores, bem como nas ações de formação contínua; e pela reflexão fundamentada como proposta de formação do professor intelectual crítico (PIMENTA, 2012), na perspectiva da práxis.

Dessa trajetória, trago uma seleção, neste relato, de algumas atividades realizadas, bem como das lições que extraio das experiências de pesquisa e de formação docente, nas quais os princípios e procedimentos da narrativa e da análise textual discursiva têm sido utilizados.

O início do flerte com o par Narrativa-ATD data da elaboração da minha tese de doutorado, há quase dez anos. Na pesquisa que realizei, narro a minha experiência como docente responsável pelo Estágio Supervisionado da Licenciatura em Ciências Biológicas, quando abordei, como conteúdo da disciplina, a formação de leitores no ensino de Ciências/Biologia. Embora à época eu não compreendesse claramente os fundamentos da ATD, a minha inserção na perspectiva da pesquisa narrativa, sob orientação de uma professora experiente, estudiosa do campo da linguagem em ciências, me levou a extrair lições da experiência, influenciada pela leitura de parte da obra de Bakhtin e Larrosa. A partir do registro de relatos orais e escritos, produzidos durante as reuniões de Estágio, questioneei os sentidos produzidos pelos estagiários sobre as próprias histórias de formação de leitores e sobre as práticas escolares de leitura, sendo essas as duas categorias emergentes mais amplas, diferentes da intenção inicial da pesquisa, tal como se vê descrito no trecho da tese:

O diálogo se iniciou com a pergunta “o que define um bom leitor?”, feita pela professora-pesquisadora e, ao contrário do que se poderia supor, não provocou nos estudantes um esforço de definição ou um debate acerca do conceito de leitor, nem fez emergir classificações ou julgamentos. Da análise das enunciações dos estagiários emergiram sentidos muito

referenciados nas histórias de leitura deles, especialmente vividas na escola ou no ambiente familiar. Muitos desses sentidos indicam concepções construídas histórica e socialmente, decorrentes das experiências dos estagiários situadas em um tempo e em um espaço diferentes daqueles do momento da enunciação. (FREGUGLIA, 2014, p.78)

Dessa forma, a atividade de análise “sem lente”, ou seja, a orientação para o novo emergente, consistiu em um exercício aproximado de ATD, mesmo que, naquele momento, não fossem seus princípios os guias da pesquisa. A memória do processo, bem como a leitura da tese para a escrita deste texto sinalizam para o uso da ATD como ferramenta de análise, auxiliando na estruturação e organização do texto, e não como referencial ou abordagem de pesquisa. O que se revela na escrita é o encontro com a filosofia da linguagem de Bakhtin e com as notas sobre a experiência de Larrosa como suporte teórico para o movimento sugerido pela ATD:

Baseadas especialmente na obra de Bakhtin, Benjamin e Larrosa, a produção e análise dos dados foram orientadas pela interpretação que faço das teorias que compreendem a singularidade dos sujeitos e de suas trajetórias de vida, bem como admitem a formação como processo de transformação proporcionado pela experiência (FREGUGLIA, 2014, p.8).

Apesar do aprendizado proporcionado por essa vivência, o movimento de investigação realizado no doutorado não teve a continuidade esperada nas pesquisas orientadas por mim, na graduação ou na pós-graduação, nos anos subsequentes. Dentre os quase quarenta trabalhos de conclusão de curso da graduação e três dissertações/produtos de mestrado concluídos, somente em quatro a narrativa e a ATD estiveram presentes no mesmo trabalho, sendo apenas um deles na pós-graduação.

Embora a inserção da narrativa na pesquisa tenha sido tímida, com poucos trabalhos além desses mencionados anteriormente, a prática de narrar a experiência é uma constante nas atividades de ensino e extensão. Essa constatação pode parecer um contrassenso

uma vez que as pesquisas no âmbito da formação de professores, como já dito, partem das experiências pessoais, profissionais e acadêmicas dos graduandos e mestrandos. Assim, sendo a narrativa uma atividade formativa fundante do nosso trabalho, espera-se que a pesquisa narrativa seja naturalmente o caminho para a investigação pelos estudantes.

No caso da graduação, a imersão em experiências extracurriculares no campo educacional, tais como os programas de iniciação à docência, e o estímulo à produção de narrativas como forma de registro dessas vivências, têm contribuído para a compreensão, pelos estudantes, sobre os diferentes modos de investigar a docência, com especial atenção aos saberes produzidos na prática profissional e à própria pesquisa narrativa. Um desses registros resultou em um trabalho de conclusão de curso realizado por Heitor Bissoli, no ano de 2020, em que o autor colocou em análise a narrativa do processo de elaboração, desenvolvimento e avaliação de uma sequência didática sobre o tema educação sexual, realizada com alunos do Ensino Fundamental de uma escola estadual do município de Vitória, a partir da experiência no Programa de Residência Pedagógica. Nessa pesquisa, Heitor buscou identificar os tipos de engajamento demonstrados pelos estudantes, por meio da ATD.

Assim, através de uma narrativa, reconstruo a história que perpassou a sequência de atividades. Posteriormente, tomando por base a Análise Textual Discursiva, discuto as unidades de sentido presentes na narrativa objetivando categorizar, identificar e discutir o engajamento dos estudantes da segunda série do ensino médio durante o desenvolvimento das atividades. (BISSOLI, 2020, p.6)

Percebe-se que Heitor utiliza a ATD como ferramenta, destacando os procedimentos de unitarização e categorização para atingir o objetivo de enquadrar as reações dos estudantes às categorias de engajamento definidas a priori, aproximando-se da análise de conteúdo. Porém, nesse movimento, Heitor acaba por produzir outros sentidos para a experiência, ao refletir sobre a indissociabilidade entre os elementos da ação educativa.

De maneira indissociada, o contexto de formação inicial e da Residência Pedagógica foi inserido na discussão, a fim de enriquecer o debate sobre o papel do professor no engajamento dos alunos. Ao final, apresento reflexões sobre a minha prática e exercício de escrita desse trabalho, além de indicar potencialidades da utilização do engajamento escolar como uma ferramenta para otimizar o processo de ensino-aprendizagem e a prática pedagógica (BISSOLI, 2020, p.11).

No exercício de registro, pesquisa e reflexão, foi possível identificar as tensões presentes nos contextos e nas atividades, além dos motivos que influenciaram o engajamento dos estudantes. Além disso, ressalto aqui que sendo agora munido do conhecimento sobre o engajamento, o exercício de avaliar as atividades nessa perspectiva revelou aspectos da minha própria atuação e planejamento de ensino que não haviam antes sido provocados (BISSOLI, 2020, p.34).

Percebe-se, portanto, que a ATD vem sendo proposta como abordagem metodológica, a princípio, no diálogo com as teorias que dão suporte aos objetivos das atividades desenvolvidas, utilizando—a mais como ferramenta de análise de conteúdo, tal como salienta Galiuzzi em sua participação no evento virtual, quando se refere ao uso da ATD por pesquisadores menos experientes, do que propriamente como princípio para a investigação de fenômenos educacionais.

Nesse sentido, a oportunidade de orientação de professores pesquisadores, no mestrado profissional, tem se mostrado um caminho frutífero para novas experiências e aprendizados, incluindo o estudo e aplicação da ATD, no sentido de refletir não só sobre as possibilidades de reconstrução das experiências docentes, mas, também, da própria pesquisa narrativa.

Assim, destaco a dissertação de mestrado de Anazia Aparecida Reis, professora da rede estadual de ensino, na qual a autora buscou compreender de que modo a sua mediação pedagógica com os planos de ensino de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental

aproximava seus estudantes das práticas e normas culturais da ciência.

No trabalho apresentado ao PPGMPE no ano de 2021, a professora-pesquisadora assume a narrativa como acontecimento e a discussão das práticas e normas culturais no ensino de ciências foi fundamentada em Nascimento e Sasseron (2019).

Nessa pesquisa, a ATD foi utilizada como abordagem interpretativa de algumas atividades didáticas desenvolvidas pela professora, em um recorte temporal de 3 anos, visando à identificação de práticas científicas nas atividades desenvolvidas, assim como a análise das condições para que elas ocorressem.

A princípio, os objetivos foram definidos e orientados pelos conceitos e ideias apresentados pelas autoras de referência. Porém, ao colocar em perspectiva a própria prática pedagógica, a professora-pesquisadora compreende, nesse olhar reconstrutivo proporcionado pela ATD, que “existem dois pilares dos próprios saberes docentes: o protagonismo de estudantes e o que ela entendia por método científico” (REIS, 2021, p.98). A emergência desses pilares tem relação com a tomada de consciência da professora do modo como as atividades de ensino e aprendizagem em ciências devem ser realizadas para que normas e práticas científicas sejam desenvolvidas com os estudantes. Essa constatação levou orientanda e orientadora a compreenderem, por meio do exercício da análise, o que de fato se constituía a pesquisa na perspectiva da ATD, pois as categorias encontradas não foram pensadas como possibilidades a priori, mas representavam o novo emergente.

Tal constatação, associada às demais experiências com as narrativas de professores em formação inicial e contínua, em que emergem reflexões com sentidos particulares, mas referenciadas pelo conhecimento acumulado em dado campo de pesquisa, me encorajou a propor a abordagem narrativa, autobiográfica, fenomenológica, mesmo para pesquisadores menos experientes ou familiarizados com a escrita sobre si e sem objetivos específicos delimitados, rígidos, a alcançar.

Assim, como resultado da parceria com professores-pesquisadores da própria prática, na pós-graduação, trago para a orientação, na graduação, as reflexões sobre a pesquisa narrativa e a ATD, tanto para os trabalhos de conclusão de curso quanto como

exercício de análise das produções escritas nos estágios supervisionados. Esse movimento tem instigado os estudantes a tornar as vivências, na licenciatura, objetos de investigação e compartilhamento, compreendendo-se o valor da experiência, tal como enunciado por Larrosa e Benjamin, autores com os quais iniciei o meu percurso nessa perspectiva de pesquisa.

Experiência em processos de orientação (Geide)

Assim como Carlos Drummond de Andrade, “alguns anos vivi em Itabira. Principalmente nasci em Itabira”²⁵ e ao concluir o ensino médio, aos 17 anos, faço vestibular para o curso de Física Licenciatura na Universidade Federal de Minas Gerais. Sou aprovado e no de 1998 me mudo para Belo Horizonte para iniciar o curso. Sempre comento com os estudantes da graduação que minha escolha foi pela docência, a Física veio depois como caminho para exercer a profissão (pois tinha dúvidas se iria para licenciatura em Matemática ou Química). Antes mesmo de terminar a licenciatura já comecei a atuar como professor de educação básica e com isso, assim como Junia, somam-se um pouco mais de 20 anos na docência.

Depois da graduação, sempre atuando na rede pública estadual de educação de Minas Gerais, fiz Especialização em Ensino de Ciências e atuei como professor substituto do Colégio Técnico da UFMG e entendo que esses processos foram fundamentais para seguir no mestrado e doutorado na educação. Depois de 10 anos atuando como professor de Física da rede pública, em 2010, fui aprovado em concurso público para atuar no Centro de Educação, no Departamento de Teorias do Ensino de Práticas Educacionais da Universidade Federal do Espírito Santo. Nesse momento Junia e eu nos reencontramos (pois viemos do mesmo programa de Pós-Graduação) e passamos a atuar juntos em atividades de ensino, pesquisa e extensão e, comondo com outras professoras da área de ciências da natureza, institucionalizamos o Laboratório de Educação em Ciências (LABEC).

Na nossa trajetória como formadores de professores temos assumido como princípios em nossas ações: i) o incentivo à pesquisa no/do trabalho docente; (ii) a dimensão coletiva, colaborativa,

²⁵ Trecho do poema “Confidência do Itabirano” de Carlos Drummond de Andrade.

colegiada para o desenvolvimento e análise de processos educativos e (iii) a aprendizagem profissional proporcionada pela interação entre profissionais e estudantes da Universidade e da escola de educação básica. Esses princípios me direcionam para a compreensão de que o processo de educar/formar pode ser promissor quando a pesquisa se articula a ações coletivas e partilhadas entre professores experientes e iniciantes. Nesse sentido, os processos autobiográficos passam a ter grande importância para mim, pois entendo que “narrar é enunciar uma experiência particular refletida sobre a qual construímos um sentido e damos um significado.” (SOUZA, 2007, p. 66).

Importante destacar que nas orientações de trabalhos de conclusão de curso na graduação e na pós-graduação, em diversos deles, assumimos explicitamente a narrativa como abordagem metodológica, para investigar diferentes objetos relacionados a processos formativos e experiências de estudantes em atividades de ensino e aprendizagem em ciências. Para este momento, selecionei aqueles que assumiram a ATD no processo interpretativo: Rabelo (2017) e Lima (2021).

Iniciamos nossa conversa com o trabalho de Daniely Bárbara Bollis Rabelo, orientada por mim e que buscou compreender como o programa PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) contribuiu para o processo de profissionalização docente de bolsistas da licenciatura em Ciências Biológicas. Daniely também foi bolsista do programa e no encontro com a narrativa de outros colegas e da coordenadora de área da universidade, também coloca em evidência questões, tensões e diversas reflexões sobre sua participação ao longo do programa. Assume a narrativa como metodologia e com a ATD reconhece a emergência de quatro categorias: (i) a docência como profissão; (ii) relações interpessoais entre os agentes escolares; (iii) a formação inicial e continuada fundamentada na partilha de experiências e na reflexão sobre a prática; (iv) práticas e saberes docentes: compreensões sobre o ensino e a aprendizagem de Ciências. Ao final do processo de pesquisa Daniely estabelece novas compreensões sobre a profissão docente e sobre a docência em ciências e destaca a importância do:

[...]reconhecimento do saber e saber desenvolver atividades práticas no contexto do ensino de Ciências como uma profissionalidade fundamental do professor de Ciências. Além disso, o saber

diversificar as atividades na sala de aula, a contextualização dos conhecimentos da disciplina com o cotidiano dos alunos e a dimensão dialógica na mediação foram dimensões reconhecidas pelos pibidianos como fundamentais para a formação e o trabalho do docente de Ciências.” (RABELO, 2017, p.143).

Esse foi o primeiro trabalho sob minha orientação no qual articulamos a narrativa como aposta epistemológica no encontro com a ATD, ou melhor, como *ferramenta de análise* para interpretar/organizar as categorias. Hoje, analisando esse processo de orientação, compreendo que nosso movimento na pesquisa não se estabelecia por meio do compromisso epistemológico de (trans)formação e invenção de si (ou de nós) a partir do encontro com os teóricos, outras histórias e experiências no processo da pesquisa, mesmo que em vários momentos de nossas conversas e em diferentes momentos de sua dissertação ela trouxesse elementos reflexivos de sua trajetória no programa o foco se mantinha no outro, no externo, no distanciamento da própria subjetividade. A necessidade de distanciamento aparecia em diferentes momentos da escrita do seu metatexto em que a emergência de novas compreensões se dava “a partir das narrativas das pibidianas” e em outros momentos “a sua experiência” se fazia presente no processo de enunciação. A dialética (pesquisadora-sujeito da pesquisa) como um pressuposto nas/das pesquisas narrativas e da ATD ainda era algo translúcido.

No próximo trabalho que passo a relatar, concluído em 2021, essa compreensão se amplia e gosto de dizer que a *ferramenta de análise* que a ATD representava para a gente em 2017, passou a se constituir como *ferramenta formação*²⁶ de professores pesquisadores. Cleiton de Souza Lima, em seu trabalho monográfico de graduação do curso de Física licenciatura, tenta colocar em evidência as experiências de alguns estudantes que participaram de uma feira de ciências promovida em uma escola de educação básica. Cleiton compreendendo a impossibilidade de acesso a experiência do outro destaca:

²⁶ O encontro da narrativa com a ATD nos convida a não dicotomizar o processo de análise do formar-se no desenvolvimento da pesquisa.

Sabendo que o objetivo da pesquisa é compreender o que se constitui como experiência para os estudantes com a participação na feira de ciências, é importante destacar que não temos acesso à experiência do outro, a experiência é uma dimensão subjetiva, única e pessoal. Não obstante, o encontro com as narrativas desses estudantes nos permite evidenciar representações dessas experiências, representações que nos ajudam responder à questão fenomenológica: O que se mostra como experiência para esses estudantes? E a partir dessa pergunta e das representações trazidas nas narrativas dos entrevistados, entramos na camada mais interna dessa discussão (LIMA, 2021, p.27).

Essa atividade foi desenvolvida no contexto do primeiro edital da Residência Pedagógica (em 2018) em que o Cleiton era um dos licenciandos participantes (ou seja, era um dos residentes). A feira de ciências se organizou da seguinte forma: os alunos de duas turmas de 1.^a série foram divididos em grupos de no máximo 7 alunos e, para cada grupo, foi sorteado, dentre residentes e preceptora (professora da educação básica), um orientador. Os grupos deveriam escolher uma temática relacionada ao grande tema “Bioeconomia: Diversidade e Riqueza para o Desenvolvimento Sustentável” da Semana de Ciência e Tecnologia de 2019. Essa contextualização é importante para sinalizar a participação direta do Cleiton na atividade, ou seja, a análise que ele faz “de dentro do processo” permitindo assumir a perspectiva dialógica com as narrativas dos estudantes e com os teóricos para também destacar o que se constituiu como experiência para ele nesta atividade. Com a ATD, Cleiton, destaca duas grandes categorias: (i) normas e práticas da ciência escolar no desenvolvimento das atividades da feira de ciências e (ii) desenvolvimento da postura crítica dos estudantes diante do tema sociocientífico. Uma compreensão construída por Cleiton na interlocução com essas categorias é:

[...]como o engajamento dos estudantes se relaciona diretamente com a aproximação que eles vão experimentando com as normas e práticas da ciência escolar. Da mesma forma, é possível notar que esse engajamento também se faz presente

quando discutimos a US interesse na segunda categoria. Seja por meio do orientador, seja resultado da partilha da autoridade epistêmica, seja motivado por interesse na temática, percebemos nos relatos que, quando é construído um espaço que possibilita ao estudante certa autonomia, autoridade epistêmica, clareza sobre os objetivos do evento, uma posição na qual as suas ações carregam um peso que se manifesta na dimensão macro, nessas condições ele sai do papel de aluno e se coloca no papel de membro, partindo de uma postura passiva para uma postura ativa, do receptor de informação para o experimentador que Larrosa (2002) nos descreve. (LIMA, 2021, p.27)

Ao final do seu relato de pesquisa, Cleiton anuncia a construção do seu metatexto e se coloca em processo de análise do vivido, evidenciando suas experiências com a atividade da Feira de Ciências destacando a importância de programas como a Residência Pedagógica, que assume esse estreitamento da relação Universidade-Escola Básica, para a aprendizagem/transformação de todos envolvidos no processo. Para ele:

(...)a proximidade entre a escola básica e a universidade precisa ser a mais orgânica e constante possível, de modo a remover os “ciscos” dos olhos dos estudantes e mostrando (...)uma ciência que exige esforço e trabalho duro, mas que não está além de suas potenciais capacidades (LIMA, 2021, p.29).

Neste momento encerro este processo narrativo, mas sem finalizar a experiência que a escrita e análise deste relato proporcionou, pois novas questões emergiram, outros processos de orientação nesta relação narrativa-ATD foram construídos neste ínterim, mas um ponto final é necessário para assegurar a feitura deste capítulo. A história continua...

4. Lições da experiência

A análise conjunta das nossas experiências fez emergir significados singulares, dado que cada um de nós produz sentidos atravessados por histórias particulares, mas, também, permitiu encontrar a essência do fenômeno da formação para/pela pesquisa, na perspectiva da investigação narrativa e da ATD, que une significados compartilhados, os quais denominamos **lições da experiência**. Assim como Larrosa, compreendemos que as lições trazem o que nos atravessa, nos toca e nos (trans)forma, a partir da vivência dessas abordagens de pesquisa, e que complementa o conceito de experiência que assumimos.

Desse modo, destacamos, inicialmente, a **compreensão do nosso processo de formação como essencialmente dialógico, dialético e referenciado por flagrante alteridade**, no qual identificamos as contribuições de pesquisadores, teóricos, colegas de trabalho e de profissão e, também, de alunos, ao mesmo tempo em que atuamos na condição de formadores de professores e de pesquisadores.

Nesse processo, referenciados pelos construtos teóricos dos campos da filosofia, da formação de professores e da linguagem, **construímos o entendimento sobre a narrativa e suas potencialidades, tal como Galvão (2005) enuncia – como processo de reflexão pedagógica e como processo de investigação em educação - enquanto a utilizamos como ferramenta na docência e na pesquisa ou na docênciapesquisa.**

Nessa trajetória, **a aposta na narrativa em suas dimensões formativa e investigativa, ou na sua dimensão *formativainvestigativa*, instigou a produção de instrumentos e de reflexões que nos aproximaram gradativamente dos princípios e procedimentos da ATD.** Tal como Galiazzi, Lima e Ramos (2020) descrevem o movimento de elaboração teórica no encontro com o professor Roque Moraes, que iniciou a proposta da ATD pela via da análise de conteúdo - sua especialidade à época - nós visualizamos, nas nossas narrativas, a descrição de um movimento semelhante, que se inicia com o uso dessa abordagem como técnica interpretativa, ainda não orientada conscientemente, na pesquisa, pelos princípios filosóficos que já

guiavam a nossa prática profissional. Na sequência das atividades realizadas, observamos, em um movimento recursivo, não necessariamente cronológico, a evolução para o sentido hermenêutico e fenomenológico da ATD, construído na interação com pesquisadores iniciantes e seus objetos de investigação estreitamente relacionados a experiências docentes.

Portanto, dessas lições que emergem, situadas no momento em que nos dispusemos a questionar o nosso processo de formação para/pela *pesquisaformação* de professores, destacamos aquela que se mostra na fusão de horizontes - dos pesquisadores/autores deste texto e destes com as próprias trajetórias narradas - **a compreensão da ATD como abordagem de pesquisa, para além de uma ferramenta de análise, assumindo-a como ferramentaformação do professorpesquisador.** Esses neologismos, os quais reconhecemos como construtos do novo emergente, unem e representam não só palavras, mas vivências passadas, impressões presentes e projeções, com significados singulares e compartilhados, em um universo de atividades desenvolvidas a muitas mãos e vozes. Ainda, representa o esforço deste trabalho de escrita que instigou a articulação entre experiência, tradição e conhecimento acadêmico para a produção de novos sentidos do próprio elo narrativa-ATD na prática profissional de professores.

5. Por um acabamento estético

Pela natureza da pesquisa narrativa e da ATD, a escrita deste texto - que nos impulsionou a ressignificar o passado e, assim, projetar utopicamente a nossa existência, criando uma memória de futuro dos *professorespesquisadores* que, na sua incompletude, nos tornamos - nos instiga ao movimento recursivo de análise da vida não concretizada, ainda acontecendo. Nesse percurso, a complexidade própria da perspectiva de produção adotada foi potencializada pela escrita a quatro mãos, pois, mesmo compreendendo que haja consensos e transversalidades que nos unem (como relacionadas à formação na pós-graduação, grupo de pesquisa, extensão) são duas vidas/histórias/experiências. Ao assumirmos a abordagem experiencial como lente epistemológica, a escrita de “nós” requereu diversos acordos e reconstruções, na verdade, uma espécie de terceiro narrador de nós, para que pudéssemos contar como chegamos a ser

os *professorespesquisadores* que somos hoje. Ao escrevermos, lermos, reescrevermos e relermos a nossa trajetória, experimentamos o exercício da exotopia e a essência ética do próprio percurso de formação, mas fomos limitados pela necessidade do acabamento estético do texto para fins de publicação deste livro. Reconhecemos, portanto, que muito ainda poderíamos dizer enquanto já dizemos.

Portanto, nesse movimento ético e estético de produção compartilhada, a escrita que se encerra aqui, por ordem do tempo da produção do livro, instiga uma nova construção, em um diálogo mais próximo da articulação experiência, tradição e conhecimento acadêmico, que se mostra como potencialidade nas narrativas registradas ao longo do texto. Um aspecto que nos parece relevante mencionar diz respeito à especificidade da abordagem narrativa-ATD para a pesquisa na educação em ciências, objeto de interesse deste livro. Para dar continuidade a essa história, convidamos nossos colegas, parceiros dessa jornada de *formaçãoinvestigação* na/para docência, a narrar experiências que nos auxiliem a refletir sobre questões suscitadas pela experiência desta escrita: o que se mostra das trajetórias formativas de licenciandos e pós-graduandos, que amplia a nossa compreensão sobre a formação para a pesquisa nas ciências naturais e sua influência na *pesquisaformação* que se pretende no percurso formativo de professores? De que modo essas influências são percebidas pelos formadores nas próprias trajetórias, uma vez que essas se assemelham às dos estudantes?

6. Referências Bibliográficas

ABRAHÃO, M. H. M. B. Memória, narrativas e pesquisa autobiográfica. **Revista História da Educação**. v. 07, n. 14, p.79-96, 2003.

ABRAHÃO, M.H.M.B.; BRAGANÇA, I.F.S. Histórias de vida de educadores/as sociais em pesquisa narrativa (auto)biográfica. **Revista Brasileira de Pesquisa (Auto)Biográfica**, v. 05, n. 13, p. 16-23, 2020.

BISSOLI, H. **Narrativa de investigação sobre o engajamento de estudantes de ensino médio em uma sequência didática sobre educação sexual**. 2020. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas Licenciatura) -

Departamento de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020.

BOLÍVAR, A. B. “¿De nobis ipsis silemus?”: Epistemología de la investigación biográfico-narrativa en educación. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 4, n.1, p.1-26, 2002.

CONNELLY, M. F.; CLANDININ, J. D. Stories of Experience and Narrative Inquiry. **Educational Researcher**, vol. 19, n. 5, p. 2-14, 1990.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra; 1987.

FRISON, L. M. B.; ABRAHÃO, M. H. M. B. Compreensão cênica: possibilidade interpretativa de narrativas de (auto)formação de ex-pibidianas. **Educação e Pesquisa**, v. 45, e190102, p.1-17 2019.

GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G.; MORAES, R. **Aprendentes do aprender**: um exercício de análise textual discursiva. Ijuí: Editora Unijuí, 2021. 312 p.

GALLIAZZI, M. C.; LIMA, V. M. R.; RAMOS, M. G. A fusão de horizontes na análise textual discursiva. **Revista Pesquisa Qualitativa** v.8, n.19, p. 610-640, dez. 2020

GALVÃO, C. Narrativas em educação. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 327-345, 2005.

GONÇALVES, T. V.; LEBREGO, R; BARREIRA, J. S.; SIQUEIRA, I. Análise textual discursiva na pesquisa narrativa: investigando sentidos da docência expressos por professoras de Ciências. In: COSTA, A. P.; SÁ, S. O.; CASTRO, P.; SOUZA, D. N. **Atas do 8º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa: investigação Qualitativa na Educação**. V. 1. Lisboa: Ludomedia, 2019. p. 1087-1096.

- HIRAI, L. Y.; FRAIHA-MARTINS, F. Ensino de Ciências nos Anos Escolares Iniciais: vivências de pesquisa e letramento científico. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 13, 2021, online. **Anais** do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76126>. Acesso em:13/05/2022
- JOSSO, M.C. A transformação de si a partir da narração de histórias de vida. **Revista Educação**, v.63, n.3, p. 413-438, 2007.
- JOSSO, M.C. Histórias de vida e formação: suas funcionalidades em pesquisa, formação e práticas sociais. **Revista Brasileira de Pesquisa (Auto) Biográfica**, v. 05, n. 13, p. 40-54, 2020.
- KRAMER, S. Educação a contrapelo. **Revista Educação - Especial Benjamin pensa a educação**. Ano II, n.7, p. 16-25, 2008.
- LIMA, C. S. **Experiências de alunos do ensino médio em uma feira de ciências voltada para desenvolvimento da cultura científica escolar**. 2021. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Física Licenciatura) - Departamento de Física, Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021.
- LIMA, E. C. C.; GERALDI, C. M. G.; GERALDI, J. W. O trabalho com narrativas na investigação em educação. **Educação em Revista**, v. 31, n. 01, p. 17-44, 2015.
- MARINAS, J. M. **La escucha en la historia oral. Palabra dada**. Madrid: Síntesis, 2007.
- MATOS, M. D. C. G. D. **Movimentos de (trans)formação na Amazônia legal: a educação em ciências e matemática**. 2015. 168 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências). Instituto de Educação Matemática e Científica. Universidade do Pará, Belém. 2015.

MEDEIROS, A.L.S.; GALIAZZI, M.C. Problematização: organizando a sala de aula de Ciências do Ensino Fundamental pela Educação Popular. IN: Encontro e Debates sobre Ensino de Química, 33, 2013, **Anais** do XXXIII Encontro e Debates sobre Ensino de Química. REDEQ, 2013. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/issue/view/132>. Acesso em: 13/05/2022

MOITA, M. C. Percurso de Formação e de Transformação. In: NÓVOA, Antônio (org.). **Vidas de Professores**. 2. ed. Porto, Portugal: Porto, 2013.p. 111-140.

MOREIRA, A.S.; FRAIHA-MARTINS, F.; SOARES, G. F.A.; CASTRO, E.B. Ensino de Ciências nos Anos Escolares Iniciais: vivências de pesquisa e letramento científico. IN: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 13., 2021, online. **Anais** do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA101_ID172_310720_21214804.pdf. Acesso em: 13/05/2022

NASCIMENTO, M.C.A; GONÇALVES, T.V.O. Visão de Professores de Ciências Sobre si e o Ensino que Realizam: ideias, dificuldades e possibilidades. IN: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017. **Anais** do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/listaresumos.htm>. Acesso em: 13/05/2022

NONATO, K. M. O. **Saberes ambientais: diálogos e construção de uma proposta de ensino para a educação em ciências**. 2018. 120 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

- NONATO, K.M.O; CONTENTE, A.C.P. Ensino de Ciências pela contextualização das artes: novas leituras de mundo para a educação científica e ambiental. IN: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12, 2019. **Anais** do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC, 2019. Disponível em:<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1727-1.pdf>. Acesso em: 13/05/2022
- NÓVOA, A. Formação de Professores e profissão docente. In: NÓVOA, A. (org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992-b, p.13-33.
- NÓVOA, A. Os professores e as histórias da sua vida. In: NÓVOA, A. (org.). **Vidas de Professores**. Porto, Portugal: Porto Editora, 1992-a, p. 11-30.
- NUNES, J.B.M.; GONÇALVES, T.V.O. A reflexão de/sobre seus pares como movimento de heteroformação docente no Clube de Ciências da Universidade Federal do Pará. IN: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 13., 2021,online, **Anais** do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC, 2021. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/76068>. Acesso em: 13/05/2022
- OLIVEIRA, C. B.; SILVA-FORSBERG, M. C. Uso de narrativas nas pesquisas em formação docente em educação em ciências e matemática. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22 , e14867, p.1-19, 2020.
- PAIXÃO, C. C. **Experiências docentes no Clube de Ciências da UFPA: contribuições à renovação no ensino de Ciências**. 2016. 150 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém, 2016.
- PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Orgs.). **Professor reflexivo**

no Brasil: gênese e crítica de um conceito. São Paulo: Cortez, 2012.

RABELO, D.B.B. **Narrativas e experiências no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) Biologia da UFES:** investigando as contribuições para a profissionalização docente. 2017. 157 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2017.

SOARES, G. F.A.; MOREIRA, A. S.; CASTRO, E.B. Ensinar Ciências para crianças por meio da Investigação: Projeto “A fazendinha”. IN: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 13., 2021, online. **Anais** do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC, 2021. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA101_ID626_31072021234817.pdf. Acesso em: 13/05/2022.

SOUZA, E. C. de. (Auto) biografia, histórias de vida e práticas de formação. In: NASCIMENTO, A. D.; HETKOWSKI, T. M., (orgs.). **Memória e formação de professores.** Salvador: EDUFBA, 2007. p. 59-74. Disponível em <https://books.scielo.org/id/f5jk5> Acesso em 10 de março de 2022.

**9. ESTRUTURAÇÃO E
AVALIAÇÃO DE UM
PROGRAMA DE FORMAÇÃO
INICIAL DE PROFESSORES
DE QUÍMICA CENTRADO NA
ARGUMENTAÇÃO**

.....

**MARINA MARTINS
CRISTIANE MARTINS DA SILVA**

1. Introdução

Muitos pesquisadores da área da Educação em Ciências têm enfatizado a importância da argumentação para o desenvolvimento de múltiplos conhecimentos importantes para uma formação abrangente dos estudantes. Isso porque, segundo eles, a construção de argumentos pode favorecer o aprendizado dos conteúdos científicos relevantes e o desenvolvimento de habilidades para o sujeito se posicionar criticamente na sociedade, se e quando necessário, assim como o aprendizado aprofundado de como o conhecimento científico e tecnológico se desenvolve e seus produtos são difundidos (DRIVER et al., 2000; DUSCHL; OSBORNE, 2002; OSBORNE et al., 2004; SANDOVAL; MILLWOOD, 2005; ALBE, 2008; VENVILLE; DAWSON, 2010; KHISHFE, 2012; OGAN-BEKIROGLU; ESKIN, 2012; SASSERON; CARVALHO, 2013; GROOMS et al., 2014; SOUTO; MUNFORD, 2015; LAZAROU et al., 2016; HENDERSON et al., 2017; MARTINS; JUSTI, 2019; MARTINS; MACAGNO, 2021; MARTINS, 2022).

Devido a essa importância, os documentos curriculares ou de orientações curriculares internacionais (por exemplo, *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* (NRC, 2012) e nacional (Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018)) têm incluído a argumentação como uma das habilidades necessárias para atingir o objetivo educacional de formar cidadãos críticos capazes de se posicionar e tomar decisões esclarecidas frente às situações vivenciadas em seu contexto.

Entretanto, para que a argumentação possa contribuir para os aspectos citados anteriormente, os professores devem ser capazes de promover um ensino que favoreça aos estudantes se engajarem em atividades que explorem a argumentação (KNIGHT-BARDSLEY; MCNEILL, 2016). Para isso, eles devem ter oportunidades para desenvolver conhecimentos relacionados à argumentação durante a sua formação inicial e/ou continuada (ZEMBAL-SAUL, 2009; MCNEILL; KNIGHT, 2013; IBRAIM; JUSTI, 2016).

Visando contribuir para a formação inicial de professores, apresentamos a organização e aplicação de uma disciplina centrada na argumentação, dando ênfase, neste capítulo, às seguintes discussões:

1. como foi estruturada uma disciplina voltada para abordar explicitamente a argumentação na formação inicial de professores de Química; e
2. alguns resultados preliminares coletados após a aplicação da disciplina para compreender suas contribuições e limitações para a aprendizagem sobre argumentação a partir das percepções dos licenciandos em Química.

Avaliamos que este estudo pode gerar contribuições metodológicas associadas à estruturação de programas voltados para discutir explicitamente a argumentação na formação inicial de professores.

2. O Ensino explícito de Argumentação na Formação Inicial de Professores

Na área da Educação em Ciências, há poucos estudos que buscaram estruturar programas de formação inicial de professores voltados para abordar explicitamente a argumentação, ou seja, com orientações/instruções explícitas sobre, por exemplo, o que é argumento, o papel de evidência, afirmativa e justificativa, as estratégias e os materiais que apoiem a argumentação, sendo eles: Zembal-Saul (2009) e Ibraim e Justi (2016).

Em tais pesquisas, as autoras investigaram os conhecimentos relativos à argumentação mobilizados por futuros professores das Ciências por meio de programas de formação voltados para inserir e discutir explicitamente a argumentação.

Nesses programas, os futuros docentes tiveram a oportunidade de planejar e desenvolver atividades que favoreçam estudantes da Educação Básica se engajarem em argumentação. Além disso, eles foram oportunizados a conhecer estratégias de ensino que apoiem a argumentação por meio de análise de vídeos de aulas (ZEMBAL-SAUL, 2009) e de leituras relacionadas a essa temática (IBRAIM; JUSTI, 2016), assim como a vivenciar atividades (leituras e exercícios) para compreender os conceitos e o papel das afirmativas, justificativa e evidência.

Os resultados de Zembal-Saul (2009) indicaram que os futuros professores de Ciências desenvolveram conhecimentos científicos e conceituais sobre e evidência, justificativas e afirmativa.

Em contrapartida, a maior parte dos licenciandos não conseguiu favorecer e conduzir a argumentação visando a construção de conhecimento científico.

Já os resultados de Ibraim e Justi (2016) mostraram que os licenciandos de Química, além de construírem conhecimentos conceituais sobre os elementos de um argumento, eles desenvolveram também, conhecimentos de estratégias de ensino e materiais instrucionais que apoiam a argumentação. Por outro lado, os futuros professores tiveram dificuldade em mobilizar tais conhecimentos para promover e conduzir situações argumentativas nas aulas simuladas envolvendo conteúdos científicos-curriculares²⁷.

Assim, considerando os resultados dessas pesquisas, há necessidade de mais estudos voltados não somente para compreender os conhecimentos de professores relativos à argumentação, mas também para elaborar e avaliar programas de formação inicial de professores que visam inserir e discutir a argumentação explicitamente.

A pesquisa apresentada neste capítulo tem a intenção de contribuir para esses aspectos.

3. Aspectos Metodológicos da Pesquisa

3.1 Contexto do Estudo

A pesquisa aconteceu em uma disciplina obrigatória da área do ensino de Química, ofertada no último período do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública do interior do nordeste do Brasil entre os meses de fevereiro e maio de 2021.

A disciplina foi cursada por seis licenciandos em Química, sendo eles, três mulheres e três homens. Os participantes já haviam cursado quase todas as disciplinas ofertadas pelo curso, tais como todas as disciplinas específicas/técnicas da Química e as relacionadas ao conteúdo pedagógico geral, assim como algumas disciplinas do ensino de Química. Portanto, eles tinham condições para participar das atividades e discussões das aulas.

²⁷ Nesse capítulo, entendemos que conteúdos científicos-curriculares são conhecimentos simplificados quando comparados aos científicos, mas que são almeçados de serem construídos durante a Educação Básica ou no Ensino Superior.

Vale ressaltar que nenhum dos licenciandos que participou da disciplina teve contato anteriormente com a argumentação no ensino de Química/Ciências como tema de estudo até o início da mesma.

A professora da disciplina é licenciada em Química, mestre e doutora na área da Educação em Ciências. Desde a sua graduação, havia realizado pesquisas sobre a argumentação no campo Educação em Ciências. Assim, ela possui conhecimentos para realizar discussões sobre a argumentação durante o curso de formação, sendo elas de caráter teórico sobre o assunto, como também de abordagens relacionadas ao desenvolvimento de estratégias sobre a argumentação no ensino.

Além disso, a professora também possuía experiência como professora de Química da Educação Básica, tendo lecionado por sete anos na rede estadual de ensino. Durante esse período, ela relatou que buscou favorecer o ensino por meio da argumentação em suas aulas. Assim, essa experiência poderia promover discussões sobre as adequações das propostas dos licenciandos para esse nível de ensino.

3.2 Coleta de Dados

Para apresentar e discutir o nosso primeiro objetivo da pesquisa, que era a estruturação da disciplina voltada para abordar explicitamente a argumentação, utilizamos os registros e as atividades que foram planejadas previamente pela professora e aplicada durante o curso de formação com os licenciados em Química.

Para verificar as contribuições e limitações do curso para a aprendizagem dos licenciandos em argumentação (segundo objetivo do estudo), utilizamos como instrumento para esta pesquisa um questionário produzido na plataforma do *Google Forms*. Ele foi aplicado após o término do curso com o intuito de compreender as percepções dos licenciandos sobre a disciplina, em termos de suas contribuições e limitações.

O questionário possuía três questões, sendo elas:

1. Imagine que um(a) colega do curso de Licenciatura em Química que não tenha se matriculado na disciplina sobre argumentação pedisse a você para apresentar e explicar o que aprendeu no curso, o que você diria a ele(a)?

2. Quais são as dificuldades que ainda você possui sobre os aspectos relativos à argumentação abordados na disciplina?
3. Que mudanças você faria na disciplina para que suas dificuldades, apresentadas na questão 2, fossem solucionadas?

A primeira questão favorece identificar os aprendizados que os futuros professores de Química tiveram relativos à argumentação. Assim, ela fornece suporte ao entendimento das contribuições da disciplina.

A segunda questão contribui para a identificação das dificuldades dos licenciandos em Química sobre os conteúdos relativos à argumentação. Dessa forma, essa questão favorece o entendimento das limitações da disciplina.

Finalmente, a questão 3 proporciona a compreensão das mudanças que podem ser feitas na disciplina, o que pode contribuir para reestruturá-la e aplicá-la em um momento oportuno.

Para apresentar o nosso outro objetivo, que era a estruturação da disciplina voltada para abordar explicitamente a argumentação, utilizamos os registros e as atividades que foram planejadas previamente pela professora e aplicada durante o curso de formação com os licenciandos em Química.

3.3 Análise de Dados

Para examinar a organização da disciplina, buscamos relacionar as atividades planejadas no curso de formação e o contexto no qual foi aplicada a disciplina com a literatura da área relativa à argumentação e as abordagens explícitas sobre a temática.

Para analisar os dados deste estudo relacionados às limitações e contribuições do curso para os licenciandos, buscamos identificar os sentidos presente nas respostas manifestadas pelos licenciandos nos questionários, utilizando como técnica a análise de conteúdo de Bardin (2016). Isso significa que, inicialmente, foi feita uma leitura das respostas dos futuros docentes fornecidas no questionário a fim de compreendê-las, de forma a definir os significados ou os pontos principais que possibilitassem interpretar as respostas de acordo com o objetivo de cada pergunta. Em seguida, as aproximações semânticas

nessas respostas foram feitas, o que levou a construção de três categorias:

1. **Aprendizagens relativas à argumentação a partir da disciplina.** Esta categoria é definida como as aprendizagens dos licenciandos em Química, a partir da disciplina, sobre o conceito de argumentação; a importância da argumentação para a Educação em Ciência; como favorecer e conduzir essa prática científica em salas de aula de Química; e a elaboração de materiais instrucionais que apoiem a argumentação.
2. **Dificuldades relativas à argumentação após a vivência da disciplina.** Esta categoria é definida como as dificuldades que os licenciandos em Química ainda possuem após a disciplina, em termos do conceito de argumentação, da importância da argumentação a formação de cidadãos, de como favorecer e conduzir essa prática científica em salas de aula de Química e da elaboração de materiais instrucionais que apoiem a argumentação.
3. **Proposição de mudanças relativas à argumentação para a disciplina:** Esta categoria é definida como sugestões de mudanças relacionadas à argumentação para a disciplina.

A partir dessas categorias, a análise das respostas dos futuros docentes de Química foi feita, o que possibilitou compreender as contribuições e limitações da disciplina para a aprendizagem relativas à argumentação a partir das percepções dos licenciandos.

4. Resultados e Discussões

Nessa seção, apresentamos como foi estruturada uma disciplina voltada para abordar explicitamente a argumentação na formação inicial de professores de Química (primeiro objetivo da pesquisa), assim como as percepções iniciais dos futuros professores sobre a disciplina, em termos de suas contribuições e limitações para a aprendizagem sobre a argumentação (segundo objetivo do estudo).

4.1 Estruturação e apresentação do Programa da Disciplina sobre Argumentação

A disciplina foi planejada considerando o contexto da pandemia de COVID-19. Assim, ela foi estruturada de maneira que o

processo de ensino-aprendizagem acontecesse remotamente a partir, principalmente, das plataformas *Google Meet* e *Microsoft Teams*.

Além disso, ela foi estruturada a partir das perspectivas lógica, retórica e dialética da argumentação para que os licenciandos tivessem a oportunidade de desenvolver uma visão ampla sobre a argumentação. No quadro 9.1 apresentamos cada uma dessas perspectivas com suas respectivas características e funções segundo Wenzel (1990).

Além de conhecimentos da área da Filosofia para elaborar a disciplina, utilizou-se também conhecimentos provenientes da área da Educação em Ciências, em específico de pesquisas que estruturaram cursos de formação inicial de professores voltados para abordar explicitamente a argumentação, apresentadas na seção anterior.

Em tais estudos, foram identificados e incluídos os elementos que constituíram os programas de formação inicial de professores da área das Ciências que possibilitam inserir e discutir explicitamente a argumentação na disciplina, sendo eles:

- planejamento e desenvolvimento de materiais instrucionais que apoiem a argumentação na Educação Básica;
- análise de vídeos de aulas da Educação Básica para conhecer estratégias de ensino relativas à argumentação; e
- atividades para compreender os conceitos e o papel das afirmativas, justificativa e evidência.

Assim, a disciplina foi estruturada considerando e relacionando todos esses elementos e outros avaliados como significativos. No quadro 9.2, o programa da disciplina centrada na argumentação é apresentado.

Quadro 9.1: Características e funções das perspectivas lógica, retórica e dialética da argumentação de acordo com Wenzel (1990).

Perspectivas	Características	Funções
Lógica	Está associada ao <i>produto da argumentação</i> , o argumento – que é compreendido como uma cadeia de proposições – premissas/razões e conclusões.	Construir e Avaliar argumentos a partir de padrões de raciocínios.
Retórica	Está relacionada ao <i>processo argumentativo</i> , que é entendido como um fenômeno em que sujeitos que se dirigem a outros para ganhar a adesão.	Persuadir uma audiência por meio de argumentos coerentes e de qualidade, gestos e diferentes entonações.
Dialética	Se refere ao <i>procedimento argumentativo</i> , que é compreendido como métodos para conduzir um diálogo.	Sua finalidade é regular o diálogo a partir de critérios que devem favorecer a elaboração de enunciados argumentativos que contribuam para que seja crítico e atinja o seu objetivo. Portanto, a avaliação da argumentação se dá no contexto de uso dos enunciados. Por isso, quem e quando falou, a relevância do que se expressou são aspectos importantes de serem considerados.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quadro 9.2: As atividades da disciplina sobre argumentação com o número de aulas para desenvolvê-la e as perspectivas que estão ancoradas.

N. de Aulas	Atividades	Perspectiva
3 horas/aula	<p>Apresentação e explicação do programa da disciplina e das formas de avaliação, as quais incluem o portfólio.</p> <p>Discussão sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> o que é argumentar a partir das perspectivas dos licenciandos em Química; a importância e as contribuições da argumentação para a formação de cidadãos letrados cientificamente²⁸ e para professores de Ciências; e a argumentação nas perspectivas das lógicas formal e informal. 	Lógica
3 horas/aula	<p>Realização e discussão da <i>Atividade 1: Será que realmente sabemos química?</i></p> <p>Nesta atividade, várias afirmativas associadas ao conteúdo químico são apresentadas (como, as temperaturas de fusão e ebulição permanecem constantes durante as mudanças de estado das substâncias), as quais devem ser sustentadas por evidências e justificativas.</p>	Lógica

²⁸ Existe, na literatura brasileira, uma variação com relação ao termo letramento científico. Entretanto, a preocupação com a educação científica é a mesma, isto é, a formação de cidadãos críticos-reflexivos.

N. de Aulas	Atividades	Perspectiva
9 horas/aula	<p>Realização e discussão da <i>Atividade 2: Será que os estudantes e os professores elaboram argumentos em salas de aula de ciências?</i></p> <p>Esta atividade consiste na análise de uma aula de Química do 1º ano do ensino médio em que se discutiu o uso de um conjunto de dados na construção de evidências, explicações alternativas e a apreciação de evidências específicas para avaliar se os restos mortais pertenciam ou não a Copérnico. A análise da aula deve considerar:</p> <p>se, como e quando o professor da Educação Básica favoreceu situações argumentativas e o objetivo de cada uma delas;</p> <p>se o professor produziu argumentos constituídos por afirmativa, evidência(s) e justificativa(s); e</p> <p>se, como e quando os estudantes elaboraram argumentos constituídos por afirmativa, evidência(s) e justificativa(s) e o objetivo de cada um deles.</p> <p>Além disso, ações devem ser propostas, descritas e justificadas para favorecer a argumentação da aula examinada. Tais ações devem ser diferentes das feitas pelo professor analisado.</p>	Lógica

N. de Aulas	Atividades	Perspectiva
7 horas/aula	<p>Realização e discussão da <i>Atividade 3: Mãos à obra (parte 1)</i> cujo objetivo é construir uma atividade argumentativa envolvendo o tema propriedades dos materiais. Nesse processo de construção devem ser explorados detalhadamente:</p> <p>a relevância do tema;</p> <p>o contexto de ensino;</p> <p>o objetivo das questões (isto é, como elas favorecem à elaboração de argumentos que apresentam afirmativas, justificativas e evidências, e a aprendizagem do conteúdo curricular selecionado); e</p> <p>a condução da atividade visando a aprendizagem de conteúdo químico e o engajamento de estudantes.</p>	Lógica
2 horas/aula	<p>Apresentação e discussão de materiais instrucionais que fornecem suporte à argumentação e aprendizagem de conteúdos químicos.</p> <p>Alguns dos materiais não publicados foram elaborados pela própria professora da disciplina, outros são atividades retiradas de livros e artigos da área da Educação em Ciências, como a da Vela e o Problema do Boneco de Neve (ver, Correa (2011) e Osborne, et al. (2004)). Essas atividades envolvem um problema químico cujas questões têm o potencial de oportunizar a elaboração de argumentos, refutações, contra-argumentos e teorias alternativas.</p>	Lógica

N. de Aulas	Atividades	Perspectiva
2 horas/aula	Revisão de aspectos teóricos da argumentação articulando-os à prática e a introdução e discussão da perspectiva retórica da argumentação.	Lógica e Retórica
12 horas/aula	<p>Realização e discussão da <i>Atividade 4: Hora do Debate</i>. Esta atividade consiste na análise de vídeo de um Júri Simulado sobre o financiamento de pesquisas sobre os materiais transgênicos. O júri aconteceu em uma aula de Química do 1º ano do ensino médio. Um grupo de estudantes defendeu o financiamento de pesquisas sobre os materiais transgênicos; enquanto o outro grupo a visão oposta. Nessa análise, os licenciandos em Química devem:</p> <p>identificar as evidências, justificativas e inferência nas falas dos estudantes do ensino médio;</p> <p>avaliar se as evidências e justificativas são fortes ou fracas, e as inferências relevantes ou irrelevantes;</p> <p>devem julgar o contexto e a retórica das falas dos estudantes como relevantes ou irrelevantes e fracas ou fortes, respectivamente.</p> <p>A partir disso, um veredito deve ser produzido.</p>	Lógica e Retórica
2 horas/aula	Introdução e discussão da perspectiva dialética da argumentação.	Dialética

N. de Aulas	Atividades	Perspectiva
6 horas/aula	<p>Realização e discussão da <i>Atividade 5: Será que os estudantes e os professores favorecem situações argumentativas em salas de aula de ciências?</i> Nessa atividade, transcrições de aulas de Química do 2º ano do ensino médio sobre o tema interações intermoleculares devem ser analisadas. A análise da aula deve considerar:</p> <p>se, como e quando o professor da Educação Básica favoreceu situações argumentativas e o objetivo de cada uma delas; e</p> <p>se, como e quando os estudantes produziram argumentos e questões para dar suporte à(s) sua(s) ideias(s) e para avaliar a(s) ideia(s) de seu professor e colegas.</p> <p>Além disso, os licenciandos em Química devem propor, descrever e justificar ações visando dar suporte à argumentação da aula examinada. Tais ações devem ser diferentes das feitas pelo professor da aula.</p>	Lógica, Retórica e Dialética
2 horas/aula	Revisão de aspectos teóricos da argumentação articulando-os à prática.	Lógica, Retórica e Dialética

N. de Aulas	Atividades	Perspectiva
18 horas/aula	<p>Realização e discussão da <i>Atividade 6: Mãos à obra (parte 2)</i>. Esta atividade consiste na elaboração de uma sequência didática investigativa (SEI) que contemple as perspectivas abordadas durante a disciplina (Lógica, Retórica e Dialética)²⁹. A SEI deve envolver:</p> <ul style="list-style-type: none"> uma temática que aborde um conteúdo químico; a relevância da temática para o ensino de Química; o contexto de ensino; o objetivo geral da SEI; os objetivos específicos de cada atividade que compõe a SEI, em termos da aprendizagem do(s) conteúdo(s) químico(s) e contribuição para o desenvolvimento da argumentação dos estudantes; e como as discussões devem ser feitas para fomentar a argumentação e a aprendizagem do(s) conteúdo(s) selecionado(s). <p>Fechamento da disciplina e solicitação para que os futuros professores de Química respondem o questionário na plataforma do GoogleForms.</p>	Lógica, Retórica e Dialética

Fonte: Elaborado pelas autoras.

²⁹No planejamento da disciplina os licenciandos teriam a oportunidade de ministrar aulas simuladas de uma das atividades da SEI. Contudo, eles não possuíam webcam. Tal fato inviabilizou a ocorrência das aulas simuladas. Para contornar isso, foi solicitado que os licenciandos propusessem discussões para fomentar a argumentação e a aprendizagem do(s) conteúdo(s) selecionado(s) para cada atividade da SEI e apresentassem a SEI para os colegas.

O programa da disciplina iniciou-se com discussões sobre as visões dos futuros professores sobre o que é argumentar e as contribuições dessa prática científica para o processo de ensino-aprendizagem. Essas discussões tiveram o intuito de favorecer aos licenciandos refletir sobre suas visões de argumentação e a importância desse ato para a formação de cidadãos e professores de Ciências.

Esse programa também introduziu a discussão explícita com os futuros docentes da perspectiva lógica da argumentação. Isso se justifica em virtude de ela estar presente nas demais perspectivas, como pode ser observado no quadro 1, funções das perspectivas. Portanto, é crucial que os sujeitos compreendam primeiramente aquela perspectiva da argumentação.

Além disso, a disciplina foi estruturada de maneira que um número maior de aulas fosse destinado a abordar explicitamente a perspectiva lógica da argumentação. Isso se deve às dificuldades apontadas por Zembal-Saul (2009) e Ibraim e Justi (2016) de os licenciandos compreenderem os conceitos e a função das afirmativas, justificativa e evidência, e construir argumentos.

A disciplina também foi estruturada de modo que as perspectivas fossem articuladas às trabalhadas anteriormente. Tal ação visou contribuir para que os futuros professores desenvolvessem gradativamente sua visão sobre a argumentação.

Finalmente, as atividades construídas e selecionadas possibilitaram o conhecimento, análise e uso de estratégias nas perspectivas lógica, retórica e dialética da argumentação, assim como a elaboração, análise e condução de materiais instrucionais envolvendo tais perspectivas. O intuito disso foi contribuir para que os licenciandos desenvolvessem explicitamente conhecimentos docentes relativos a esses aspectos

Assim, a disciplina foi planejada para favorecer, a partir das perspectivas lógica, retórica e dialética, os seguintes aspectos:

- o entendimento do conceito de argumentação, argumento e dos elementos que o constituem;
- a compreensão, importância e as contribuições da argumentação para a formação de professores de Ciências e de cidadãos letrados cientificamente;

- a vivência de atividades que podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades argumentativas;
- o entendimento, a elaboração, análise e condução de materiais instrucionais que possam fomentar o ensino por meio da argumentação em salas de aula de Ciências; e
- a compreensão, análise e o uso de estratégias e situações que apoiem a argumentação em salas de aula de Ciências.

4.2 Percepções dos licenciandos em Química sobre a Disciplina que apoia a Argumentação

Os futuros professores de Química que participaram da disciplina expressaram na questão do 1 questionário que a mesma favoreceu a eles aprender sobre o conceito de argumentação/argumento. Por exemplo, nas palavras dos licenciandos B e D:

“...Outro aspecto que aprendemos é que a argumentação pode ser vista a partir de três perspectivas: Lógica, Retórica e Dialética. A lógica tem como enfoque a sequência, a organizações de raciocínios constituídos por afirmativa (conclusão), justificativas (razões) e evidências (dados, observações, fatos). Já a retórica tem haver com o convencimento, o desenvolvimento de estratégias que convençam quem me ouve (entonação, gesticulação, apelos emocionais, falácias, combate de ideias), por que devem acreditar em minhas ideias. Finalmente, a dialética regula a discussão para que se chegue a um consenso por meio da expressão de argumentos e questionamentos de qualidade...” (Licenciando B).

“...Aprendi também sobre o conceito da argumentação nas diferentes perspectivas. A perspectiva lógica se relaciona ao produto da argumentação, o argumento. Esse é construído por meio de padrões de raciocínio e possui os seguintes elementos: afirmativa, que é a conclusão a ser defendida; evidência, que são os dados que fornecem suporte à afirmativa; e a justificativa, que é a causa que estabelece relação entre a

afirmativa e a evidência. A perspectiva retórica visa persuadir o outro a partir de bons argumentos. Portanto, seu foco é o processo da argumentação. E a perspectiva dialética tem o objetivo de regular a discussão para que as pessoas cheguem na melhor conclusão possível a partir de bons argumentos e concessões. Assim, é possível notar que essas perspectivas se relacionam.” (Licencianda D).

Considerados os trechos expressos pelos futuros docentes, observamos que eles expressaram um conceito amplo sobre argumentação, uma vez que apresentaram e explicaram cada uma das perspectivas abordadas na disciplina. Isso significa que o curso cumpriu com um dos seus objetivos, que é o entendimento do conceito de argumentação a partir das três perspectivas: lógica, retórica e dialética.

Na questão 1, os futuros professores também expressaram a importância da argumentação para a formação de cidadãos, como pode ser exemplificado a seguir:

“...Quando os estudantes são incentivados a elaborar e avaliar seus argumentos e de seus colegas, isso favorece uma aprendizagem mais aprofundada, pois são oportunizados a ele estabelecer relações entre o conteúdo teórico e o prático. Isso pode auxiliar na formação deles como cidadãos críticos.” (Licencianda A).

“...Com a disciplina, eu aprendi que a argumentação pode contribuir para uma formação integradora e humanizada que vai muito além do cuspe e giz, visto que ela possibilita ao estudante aprender os conteúdos científicos e sobre o processo de sua construção, bem como de outros tipos de conhecimento. Ela também proporciona o desenvolvimento de várias habilidades que são importantes para ele se posicionar em situações e problemas de seu dia-a-dia. Portanto, a argumentação pode contribuir para formar cidadãos críticos...” (Licenciando E).

“...A argumentação estimula a participação dos estudantes de maneira efetiva nas aulas, haja vista que favorece que eles exponham suas opiniões, ouçam e analisem as dos colegas, reflitam sobre a relevância de suas ideias e aprendam a se posicionar e a defender suas ideias. Dessa forma, os alunos não irão decorar o conteúdo, mas sim estabelecer relações entre eles. Isso pode levá-los a construir o conhecimento, desenvolver a criticidade e autonomia. Isso tudo contribui para a formação de um cidadão para a sociedade...” (Licenciando F).

Nesses excertos, notamos que os licenciandos A, E e F manifestaram várias habilidades importantes para a formação de um cidadão ativo em nossa sociedade, as quais podem ser desenvolvidas por meio da argumentação. Além disso, ambos futuros docentes expressaram a argumentação como uma forma de desenvolver conhecimentos, como o científico. Portanto, a disciplina gerou contribuições para os futuros professores compreenderem o papel da argumentação na formação cidadã dos estudantes.

Além disso, os licenciandos expressaram como favorecer e conduzir a argumentação em salas de aula de Química na questão 1. Por exemplo:

“...Além disso, aprendi diversas estratégias para favorecer que estudantes de química se engajem em argumentação em sala de aula, como questões abertas que solicitam que eles apresentem evidências e justificativas para a suas posições e analisem a ideia do colega por meio de argumentos...” (Licencianda A).

“...Aprendemos também como conduzir discussões de modo estratégico, através de questionamentos que estimulem os estudantes de Química a expressar suas ideias, defendê-las, contrapô-las com as dos colegas visando chegar a um consenso.” (Licenciando B).

“A partir da disciplina, aprendi que a argumentação permite e estimula a participação dos estudantes de maneira efetiva nas aulas de

Química. Para isso, o professor deve saber como favorecer um ensino por meio da argumentação. Questões abertas que possibilitam aos estudantes expressar suas opiniões fundamentadas em argumentos, bem como analisar, defender, contrapor e refutar as ideias por meio de argumentos pode ser uma estratégia interessante para o professor favorecer esse tipo de ensino em suas aulas. Ao fazer isso, o professor pode contribuir para que seus estudantes construam conhecimentos e desenvolvam habilidades relacionadas ao pensamento crítico. Neste tipo de ensino, o professor precisa exercer o papel de mediador na condução de situações argumentativas, fazendo intervenções na aula, direcionando as discussões, orientando os alunos...” (Licencianda C).

Os fragmentos acima evidenciam que a disciplina proporcionou aos futuros docentes compreender diferentes estratégias que podem favorecer a argumentação e sua condução em salas de aula de Química. Tanto os licenciandos A, B e C quanto os demais consideraram que questões abertas que solicitem aos sujeitos expressar e analisar suas ideias/posições e as de seus colegas a partir de argumentos se configuram uma estratégia interessante para promover a argumentação em sala aula.

Outro aspecto que os futuros docentes manifestaram na questão 1 é que a disciplina favoreceu a eles compreender e construir materiais instrucionais que apoiem a argumentação, como júri simulado e atividades investigativas. Isso pode ser evidenciado a partir dos seguintes exemplos:

“...aprendi que o júri simulado e as atividades investigativas são atividades que podem possibilitar que os estudantes argumentem nas aulas de Química. As atividades investigativas podem favorecer a argumentação durante o processo de resolução de um problema. Já o júri simulado, ele contribui para os estudantes defenderem uma posição pré-estabelecida e refutarem a posição antagônica.” (Licencianda A).

“Aprendemos como articular a Argumentação à elaboração de atividades como de Júri Simulado e Atividades Investigativas de modo a estimular os nossos estudantes a saírem da condição de espectador e passarem a se engajar não só em discussões, mas também no processo de sua própria aprendizagem. As questões-problemas dessas atividades podem ser diversas e devem favorecer a expressão de diferentes posicionamentos, como: Alimentos Transgênicos são seguros? Como remediar as consequências de um acidente envolvendo Navios Petroleiros? Fast Food é benéfico para a Saúde Humana? Descarte do lixo, qual é a maneira mais adequada para preservar o Meio Ambiente?” (Licencianda C)

Apesar de a disciplina ter gerado todas essas contribuições, os futuros professores de Química expressaram dificuldades para conduzir situações argumentativas em sala de aula na questão 2 do questionário:

“Tivemos a oportunidade de planejar a condução de situações argumentativas durante a disciplina. Algo que foi muito rico. Contudo, não tivemos a oportunidade de ministrar uma aula em que pudessemos conduzir as situações que planejamos em virtude das nossas limitações tecnológicas (sem câmeras). Por isso, acredito que possa ainda ter essa dificuldades”. (Licenciando B).

“Eu ainda me sinto insegura para conduzir situações argumentativas em salas de aula de Química, mesmo tendo planejado o processo de condução nas atividades 3 e 6, algo gerou vários aprendizados”. (Licencianda D).

“A minha dificuldade está relacionada à condução de situações argumentativas. Apesar de eu ter construído conhecimentos ao planejá-las, avalio que vivenciar esse aspecto poderia favorecer a construção de outros conhecimentos que são importantes para a minha formação profissional”. (Licenciando E).

Essas dificuldades apontadas pelos licenciandos são comuns entre docentes em formação e professores já em serviço, uma vez que segundo van Driel e colaboradores (1998), o desenvolvimento de habilidades para o desenvolvimento de discussões e interações sobre um determinado conteúdo, de forma que possibilite a aprendizagem do assunto, se adquire com o tempo a partir das experiências e reflexões do docente sobre a sua prática. Dessa forma, a não realização de atividades que explorassem a aplicação dos materiais desenvolvidos na disciplina, mesmo que de forma simulada, impossibilitou que os licenciandos se preparassem e refletissem sobre suas ações.

A partir dessas dificuldades, os licenciandos expressaram na questão 3 do questionário mudanças que poderiam ser feitas na disciplina, as quais estão associadas à oportunidade de conduzir situações argumentativas planejadas. Nas palavras dos futuros professores de Química:

“A única mudança que faria na disciplina seria ter uma atividade em que tivéssemos que conduzir as situações argumentativas planejadas”. (Licencianda A).

“Eu sugiro que na disciplina haja possibilidade de conduzirmos as situações argumentativas que planejamos de uma das atividades argumentativas que propusemos na disciplina”. (Licencianda C).

“Eu incluiria um encontro na qual nós tivéssemos que conduzir uma das atividades argumentativas que planejamos ao longo da disciplina”. (Licenciando F).

Alguns dos resultados apresentados neste estudo fornecem suporte aos encontrados por Ibraim e Justi (2016), pois os licenciandos em Química relataram ter aprendido sobre o conceito de argumentação, a importância da argumentação para a formação de cidadãos, bem como sobre materiais e estratégias que apoiem a argumentação em aulas de Química.

Além disso, a disciplina, apesar de ter proporcionado aos futuros professores planejar a condução de atividades argumentativas envolvendo conteúdos químicos, o que gerou aprendizados para eles,

ela não propiciou a eles ministrar aulas em que tivessem que conduzir situações argumentativas de uma das atividades que planejaram. Isso ocorreu devido ao fato de os futuros professores de Química não possuíam câmeras até o momento em que a disciplina foi aplicada. Sem esse artefato, não seria possível para os colegas, por exemplo, avaliar com profundidade as conduções promovidas e realizar os experimentos planejados. Portanto, esse aspecto se configurou como uma limitação da disciplina

Esse resultado, em certa medida, amplia os de Zembal-Saul (2009) e Ibraim e Justi (2016), pois os licenciandos deste estudo não relataram ter dificuldade para promover situações argumentativas. Isso porque houve oportunidade de estas serem planejadas. Por outro lado, as dificuldades para conduzi-las permanecem tanto nesse estudo quanto nos de Zembal-Saul (2009) e Ibraim e Justi (2016).

5. Considerações Finais

Um dos objetivos deste capítulo é apresentar e discutir como foi estruturada uma disciplina voltada para abordar explicitamente a argumentação na formação inicial de professores de Química.

De modo geral, o programa da disciplina foi estruturada a partir das perspectivas lógica, retórica e dialética da argumentação, bem como de elementos dos programas de formação inicial de professores de Zembal-Saul (2009) e Ibraim e Justi (2016) que visam inserir e discutir explicitamente a argumentação:

- planejamento e desenvolvimento de materiais instrucionais que apoiem a argumentação na Educação Básica;
- análise de vídeos de aulas da Educação Básica para conhecer estratégias de ensino relativas à argumentação; e
- exercícios para compreender os conceitos e o papel das afirmativas, justificativa e evidência.

Esses elementos foram articulados às perspectivas lógica, retórica e dialética da argumentação, o que levou a sua ampliação.

Além disso, o programa da disciplina foi planejado para o ensino remoto devido ao contexto da pandemia de COVID-19. Isso significa que as atividades e suas discussões foram desenvolvidas para que acontecessem virtualmente.

Finalmente, o segundo objetivo do capítulo é compreender as contribuições e limitações da disciplina voltada para abordar explicitamente a argumentação na formação inicial de professores de Química para a aprendizagem sobre argumentação a partir das percepções dos licenciandos em Química.

As conclusões desse estudo apontam que a disciplina gerou mais contribuições do que limitações, haja vista que os licenciandos em Química expressaram diferentes aprendizados sobre essa prática científica, como a compreensão do conceito de argumentação, da importância da argumentação para a formação de cidadãos, sobre materiais e estratégias que apoiem a argumentação em salas de aula.

Mas para que outros conhecimentos sejam desenvolvidos, a disciplina precisa ser reestruturada de modo que ofereça oportunidade para os futuros docentes conduzirem situações argumentativas.

Julgamos que a pesquisa aqui relatada pode ampliar as discussões sobre estruturação de programas de formação inicial de professores voltados para discutir explicitamente a argumentação - algo que é ainda pouco explorado em nossa área e que não há orientações pedagógicas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial da Educação Básica (Brasil, 2019). E conseqüentemente, em menor instância, expandir as discussões sobre conhecimentos docentes relativos à argumentação.

6. Referências Bibliográficas

- ALBE, V. When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussion on a socio-scientific issue. **Research in Science Education**, v. 38, n. 1, p. 67-90, 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-007-9040-2>
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro São Paulo: Edições 70, 3ª reimp., 2016.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, DF: MEC, 2018.

- CORREA, H. **Análise das Capacidades Argumentativas de Professores de Química Recém-Formados na Universidade Federal de Minas Gerais**. 2011. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)
- DUSCHL, R. **Designing Knowledge-Building Practices in 3 Part Harmony: Coordinating Curriculum Instruction-Assessment with Conceptual Epistemic-Social Learning Goals**. Encontro de Ensino de Ciências por Investigação. Universidade de São Paulo 2017.
- DUSCHL, R.; OSBORNE, J. Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. **Studies in Science Education**, v. 38, n. 1, p. 39-72, 2002. <https://doi.org/10.1080/03057260208560187>
- GROOMS, J.; SAMPSON, V.; GOLDEN, B. Comparing the Effectiveness of Verification and Inquiry Laboratories in Supporting Undergraduate Science Students in Constructing Arguments Around Socioscientific Issues. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 9, p. 1412-1433, 2014. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.891160>
- IBRAIM, S. S.; JUSTI, R. Teachers' knowledge in argumentation: contributions from explicit teaching in an initial teacher preparation programme. **International Journal Science Education**, v. 38, n. 12, p. 1996-2025, 2016. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1221546>
- KHISHFE, R. Relationship Between Nature of Science Understandings and Argumentation Skills: A Role for Counterargument and Contextual Factors. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 4, p. 489-514, 2012. <https://doi.org/10.1002/tea.21012>

- KNIGHT-BARDSLEY, A.; MCNEILL, K. L. Teachers' pedagogical design capacity for scientific argumentation. **Science Education**, v. 100, n. 4, p. 645–672, 2016. <https://doi.org/10.1002/sce.21222>
- LAZAROU, D.; SUTHERLAND, R.; ERDURAN, S. Argumentation in science education as a systemic activity: An activity-theoretical perspective. **International Journal of Educational Research**, v. 79, n. special issue, p. 150-166, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.07.008>
- MARTINS, M.; MACAGNO, F. Argumentação na educação em Ciências: algumas questões metodológicas para o debate. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 4, p. 1-23, 2021. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n4a05>
- MARTINS, M.; MACAGNO, F. An analytical instrument for coding and assessing argumentative dialogues in science teaching contexts. **Science Education**, v. 106, n. 3, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00372-w>
- MARTINS, M.; JUSTI, R. Analysis of the relations between students' argumentation and their views on nature of science. **Learning, Culture and Social Interaction**, p. 1-28, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.100366>
- MCNEILL, K. L.; KNIGHT, A. Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Scientific Argumentation: The Impact of Professional Development on K–12 Teachers. **Science Education**, v. 97, n. 6, p. 936-972, 2013. <https://doi.org/10.1002/sce.21081>
- NRC. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Washington: The National Academies Press 2012.
- OGAN-BEKIROGLU, F.; ESKIN, H. Examination of the Relationship between Engagement in Scientific Argumentation and Conceptual Knowledge. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 10, n. 6, p.

1415-1443, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10763-012-9346-z>

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 10, p. 994-1020, 2004. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>

_____. **Ideas, evidence and argument in science. In-service training pack, resource pack and video.** London: Nuffield Foundation, 2004.

SANDOVAL, W. A.; MILLWOOD, K. A. The Quality of Students' Use of Evidence in Written Scientific Explanations. **Cognition and Instruction**, v. 23, n. 1, p. 23-55, 2005. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2301_2

SASSERON, L.; CARVALHO, A. M. P. Ações e Indicadores da Construção do Argumento em Aula de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 169-189, 2013. <https://doi.org/10.1590/1983-21172013150211>

SOUTO, A. P. S.; MUNFORD, D. Disagreement in 'ordinary' teaching interactions: A study of argumentation in a science classroom. In: (Ed.). **Topics and Trends in Current Science Education: 9th ESERA Conference Selected Contributions.** New York: Springer, 2014. p.453-468.

VAN DRIEL, J. .; VERLOOP, N.; VOS, W. developing science teachers' pedagogical content knowledge. **Journal of Research in Science Teacher**, v. 35, n. 6, p. 673-195, 1998. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199808\)35:6%3C673::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199808)35:6%3C673::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-J)

VENVILLE, G. J.; DAWSON, V. M. The Impact of a Classroom Intervention on Grade 10 Students' Argumentation Skills, Informal Reasoning, and Conceptual Understanding of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 8, p. 952-977, 2010. <https://doi.org/10.1002/tea.20358>

WENZEL, Joseph. Three Perspectives on Argument. In: TRAPP, Robert; SCHUETZ, Janice (Eds.). **Perspectives on Argumentation**: Essays in Honour of Wayne Brockriede. Prospect Heights: Waveland Press, 1990.

ZEMBAL-SAUL, C. Learning to Teach Elementary School Science as Argument. **Science Education**, v. 93, n. 4, p. 687-719, 2009. DOI: 10.1002/sce.20325.

**10. EDUCAÇÃO DO CAMPO:
UMA METANÁLISE SOBRE
AS ABORDAGENS E
TENDÊNCIAS DA PESQUISA
NA ÁREA DA EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS**

.....
FELIPE SALES DE OLIVEIRA

1. Introdução

Atualmente a Educação do Campo se estabelece, tanto na Educação Básica quanto na Educação Superior, como uma modalidade de ensino criada a partir de políticas públicas que visam garantir o direito à educação dos povos do campo, em igualdade de condições educacionais ofertadas para a população urbana (ZETÓLES; TRAZZI; BRASIL, 2020). Dessa forma, o presente capítulo inicia debruçando-se sobre a seguinte pergunta: por que a Educação do Campo vem ganhando importância e cada vez mais espaço na pesquisa em Educação em Ciências? Para responder a esse questionamento, há que se destacar dois argumentos.

Primeiro é preciso explicar que a Educação do Campo surgiu no final da década de 1990, enquanto novo paradigma educacional, resultante da luta dos movimentos sociais pelo estabelecimento de escolas do e no campo, ou seja, pela defesa de políticas públicas para os povos do campo para atender às necessidades do próprio campo (CALDART, 2012). Tais políticas se estabelecem a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), das Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo (BRASIL, 2002) e das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (BRASIL, 2013). Percebeu-se que, para atender às especificidades das escolas do campo, era necessário formar professores a partir de uma lógica decolonial e contra-hegemônica, logo, distinta da formação urbanocêntrica tradicional.

A partir de então, tivemos a criação dos cursos de Licenciatura em Educação do Campo, que começaram a surgir na forma de projetos em 2005. Aqui é preciso destacar a criação do curso de Licenciatura em Educação do Campo, oferecido pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), cujo objetivo era refletir e criar novos pressupostos para responder às demandas sociais do campo, sintonizadas aos desafios contemporâneos, assim como à exigência de formação qualificada de professores que viriam a atuar no campo. Pelo pioneirismo no país e por servir de modelo para iniciativas semelhantes que foram implementadas em outros estados posteriormente, o curso de Licenciatura em Educação do Campo da UFMG é considerado um marco, tendo inaugurado novas áreas de pesquisa e/ou estabelecendo conexões com outras já existentes, como

no caso da pesquisa em Educação em Ciências (MOLINA; ANTUNES-ROCHA; MARTINS, 2019).

Na sequência, passamos por um período de forte expansão desses cursos, que ocorreu especialmente no contexto de implantação do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI). Atualmente já existem 44 cursos espalhados em 31 Universidades e quatro Instituições Federais, englobando todas as regiões do Brasil (MOLINA; ANTUNES-ROCHA; MARTINS, 2019)

Como os cursos de Licenciatura em Educação do Campo são estruturados por áreas do conhecimento, grande parte oferece a formação em Ciências da Vida e da Natureza, que visa formar professores de Ciências, para o Ensino Fundamental, assim como de Biologia, Física e Química, para atender ao Ensino Médio. Portanto, entende-se que a existência de tais cursos ajudou a abrir novos campos de pesquisa, fazendo com que os docentes/pesquisadores, atuantes nesses cursos ou não, buscassem estabelecer o diálogo entre as premissas da Educação do Campo e as perspectivas curriculares e de pesquisa da Educação em Ciências.

Durante a consolidação desses cursos, ficou claro que, para que se tivesse uma lógica de formação inicial (e até mesmo continuada) na área de Ciências da Vida e da Natureza, através de uma axioma emancipatório e decolonial, era preciso repensar os currículos e criar novas metodologias para tratar didaticamente os conteúdos, sem deixar de levar em consideração o contexto e os saberes tradicionais camponeses, abrindo novas possibilidades para a pesquisa em Educação em Ciências (MELO; CARDOSO, 2011).

Em segundo lugar, sabe-se que os movimentos envolvidos com a Educação do Campo desenvolvem e pregam práticas agroecológicas, culturais, de cuidado, valorização e preservação do meio ambiente, que resistem aos usos da terra estabelecidos nas sociedades capitalistas contemporâneas. Logo, os pesquisadores perceberam que a Educação do Campo, implicada com a Educação em Ciências, seria capaz de desenvolver novas interações com o mundo, o que Freitas, Bernardes-Santos e Coutinho (2021) chamam de caráter cosmopolítico da Educação do Campo.

Os dois argumentos apresentados foram os responsáveis pela quebra do silêncio pedagógico, por problematizar e reverter as marcas

da exclusão da Educação do Campo no âmbito da pesquisa em Educação em Ciências. Agora, ao falarmos sobre as tendências na Educação em Ciências, não podemos mais excluir a discussão sobre as interfaces dessa área com a Educação do Campo.

Apesar da relevância e ascensão do tema, enquanto uma área recente, sabemos que a Educação do Campo ainda carece de pesquisas e propostas pedagógicas consoantes com seus paradigmas teórico-epistemológicos (PIANCASTELLI et al., 2021). Outrossim, não foram identificadas pesquisas de metanálise que tivessem como objeto de estudo as Revisões Bibliográficas Sistemáticas de trabalhos que façam a conexão entre a Educação em Ciências e a Educação do Campo. Nesse sentido, uma dúvida ainda permanece: os estudos que articulam a Educação do Campo e a Educação em Ciência estão sendo desenvolvidos de maneira dialógica com as necessidades e especificidades do campo, resultando em produtos educacionais e pesquisas de interesse do próprio campo? Como eles são estruturados? Onde eles são publicados? Qual o impacto dessas pesquisas?

Fica claro que, agora, é importante sistematizar o que já temos na literatura para que, assim, possamos pensar os novos rumos da(s) área(s). Portanto, neste capítulo, propõe-se a realização de uma metanálise dos estudos que revelam a inserção de temáticas campestinas nas pesquisas que envolvem a área de Educação em Ciências.

A metanálise aqui proposta utilizou como base de dados o *google* acadêmico; se restringiu aos artigos publicados em língua portuguesa; e fez uso de palavras-chave que correlacionam a Educação em Ciências e a Educação do Campo. Por consequência, foi possível levantar informações e fazer inferências a respeito: da evolução das publicações ao longo do tempo; da distribuição geográfica das publicações (por regiões e instituições); das revistas que mais publicam; das metodologias para coleta e análise de dados mais empregadas; assim como sobre os temas mais abordados. Dessa forma, espera-se que este estudo se estabeleça enquanto uma práxis questionadora das lógicas dominantes, que, neste caso, se estabelecem na pesquisa em Educação em Ciências que se restringe aos contextos urbanocêntricos. Assim, pretende-se revelar que a pesquisa que lança um olhar sobre os grupos subalternizados, como é o caso da população campestina, também precisa ser considerada e

que ela começa a ocupar um lugar de maior relevância na literatura científica.

2. Metodologia

O presente trabalho pode ser caracterizado como um estudo quali-quantitativo, de caráter descritivo, do tipo metanálise, que tem como objetivo investigar as publicações que realizaram Revisões Bibliográficas Sistemáticas englobando a Educação do Campo e a pesquisa em Ensino de Ciências.

Como recorte temporal, foram definidos os anos de 2015 até 2021. Como base para a coleta de dados foi utilizado o google acadêmico e os critérios de inclusão foram: artigos em língua portuguesa, publicados em periódicos ou anais de eventos, apresentando Revisões Bibliográficas Sistemáticas que tenham tido como objetivo avaliar a inserção da Educação do Campo nas pesquisas sobre a Educação em Ciências.

As palavras-chave utilizadas foram: “Educação em Ciências”, “Ensino de Ciências”, “Educação do Campo”, “Pesquisa bibliográfica” e “Revisão bibliográfica”.

Para avaliar se o escopo dos artigos recuperados se enquadrava com o da presente pesquisa, eles foram filtrados inicialmente pelo título, como segundo filtro foi feita a leitura dos resumos e na sequência a leitura completa daqueles com maior importância em função dos objetivos desse estudo. Assim, foram identificados oito artigos que apresentam Revisões Bibliográficas Sistemáticas estabelecendo uma relação entre a Educação do Campo e o Ensino de Ciências.

Vale destacar que, embora nem todos os oito artigos que representam o *corpus* deste estudo tenham se identificado como tal, para fins desta metanálise, todos eles foram enquadrados como Revisões Bibliográficas Sistemáticas. A tabela 1 apresenta a identificação *ipsis litteris* do objetivo da pesquisa realizada por cada um dos oito artigos selecionados.

Para além de certos desacordos presentes na literatura envolvendo a Pesquisa Bibliográfica, Revisão Bibliográfica e Revisão Sistemática, segundo Bereton et al. (2007) a Revisão Sistemática possibilita ao pesquisador uma análise precisa dos estudos realizados

no âmbito de uma área ou assunto específico. Desse modo, a Revisão Bibliográfica Sistemática consiste em uma ferramenta para obter um panorama das pesquisas publicadas sobre o tema investigado, para que o pesquisador possa desenvolver uma síntese do conhecimento existente sobre o tema (BIOLCHINI et al., 2007). Portanto, através dela, pretende-se ter o melhor entendimento sobre o “estado da arte” ou “estado do conhecimento” do tema pesquisado. Com esse objetivo, são empregados procedimentos, roteiros e instrumentos específicos. O conceito de Revisão Bibliográfica Sistemática empregado neste estudo é similar ao adotado por Levy e Ellis (2006), como sendo o estudo em que se coleta, filtra, organiza, conhece, compreende, analisa, sintetiza e avalia uma série de pesquisas científicas, com o objetivo de desenvolver um embasamento teórico-científico (estado da arte) a respeito de um certo objeto ou fenômeno em escrutínio.

Já o presente estudo é entendido enquanto metanálise, uma vez que tem como elemento norteador comparar diversos fatores presentes nos artigos de Revisão Bibliográfica Sistemática como, por exemplo, afiliações, metodologia de coleta e análise de dados, impacto na literatura, base epistemológica e inferências a respeito de determinada área do conhecimento. Para isso, faz uso de métodos de estatística descritiva e de análise de evidência, que são agrupadas de maneira sistemática, aumentando o poder analítico e a precisão das estimativas de efeito, oferecendo um panorama mais completo sobre determinado campo de pesquisa (BAENA, 2014).

Cada artigo recebeu um código para auxiliar na análise dos dados, sendo que, por se enquadrarem como Revisões Sistemáticas, todos foram nomeados como “RS”, seguido de uma sequência numérica definida em função do ano de publicação. A tabela 10.1 também apresenta a relação dos artigos analisados com os respectivos códigos estabelecidos.

Tabela 10.1: Artigos analisados com os respectivos códigos estabelecidos e descrição dos seus objetivos.

Artigos	Código	Pesquisa realizada
ENISWELER; KLIEMANN; STRIEDER, 2015	RS1	Mapeamento/meta-estudo
BRICK ET AL., 2016	RS2	Diagnóstico preliminar
HALMENSCHLAGER ET AL., 2017	RS3	Panorama inicial/Revisão bibliográfica
PAZ; USTRA, 2018	RS4	Análise de artigos/Pesquisa bibliográfica
SILVA ET AL., 2019	RS5	Revisão/Pesquisa bibliográfica
SOUZA; OSTERMANN; REZENDE, 2020	RS6	Levantamento/Análise de artigos
ROSA; ROBAINA, 2020	RS7	Análise da produção acadêmica/Revisão bibliográfica
ZETÓLES; TRAZZI; BRASIL, 2020	RS8	Pesquisa bibliográfica/Revisão da literatura

Fonte: o autor.

Para a análise dos dados foi identificada: a origem dos oito artigos (periódicos ou anais de eventos), o Qualis CAPES dos periódicos onde foram publicados (considerando tanto o quadriênio 2013-2016 para a área de Educação quanto o novo Qualis unificado), o ano de publicação e o número de autores por artigo (média e moda). Paralelamente, eles foram agrupados por Estado, Região e Instituição, conforme indicado na afiliação dos autores. Foi feita uma nuvem de palavras no site *worditout* a fim de representar as palavras-chave mais utilizadas pelos autores nos filtros realizados para compor o *corpus* de suas análises. Também foi identificado o recorte temporal, a(s) base(s) de dados utilizada(s), o número de trabalhos avaliados, a natureza da pesquisa (se qualitativa ou quantitativa), o tipo de pesquisa (exploratória, descritiva ou explicativa), a metodologia para a análise dos dados empregada (Análise de Conteúdo, Análise Textual Descritiva, Categorização, Focos temáticos

e/ou Análise Bakhtiniana), além de classificar a lógica operacional definida para a categorização apresentada. Por fim, foi avaliado o número de citações de cada artigo de acordo com o google acadêmico.

3. Resultados e discussão

Dentre os oito artigos que constituíram o *corpus* desta pesquisa, dois (RS1 e RS2) foram publicados em anais de eventos (V Seminário Nacional Interdisciplinar em Experiências Educativas e XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física), enquanto que os outros seis foram publicados em periódicos (Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Educação e Políticas em Debate, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Revista Insignare Scientia e Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino). Destaca-se que dois artigos (RS3 e RS6) foram publicados na revista “Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências”, sendo que tais publicações são recentes e distam apenas três anos, ressaltando como esse diálogo entre a Educação do Campo e a Educação em Ciências é relevante para a literatura, especialmente se considerarmos que a “Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências” é a revista que apresenta o melhor Qualis CAPES dentre as sete avaliadas.

A respeito do tipo de pesquisa realizada, somente a RS7 se autointitulou como exploratória e descritiva. Consideramos que o caráter exploratório é conferido quando entende-se que as pesquisas progressas não exploraram satisfatoriamente o objeto de estudo em questão. Já a pesquisa descritiva é classificada como aquela na qual se pretende alcançar um entendimento mais aprofundado a respeito de diferentes fatores e elementos que englobam determinado fenômeno. Existem, entretanto, estudos que, ainda que sejam classificados como descritivos em função dos seus objetivos, culminam por favorecer um novo entendimento sobre o fenômeno em escrutínio, o que os avizinha dos estudos exploratórios (GIL, 2008, p.27).

Paralelamente, quatro artigos (RS1, RS4, RS5 e RS8) se autoclassificaram como pesquisas qualitativas, um (RS7) enquanto pesquisa quali-quantitativa e três não especificaram (RS2, RS3 e RS6), mas, pela análise dos procedimentos metodológicos e resultados descritos, podemos considerá-los como sendo de natureza qualitativa. Em geral, os trabalhos de natureza qualitativa se

debruçam sobre fenômenos específicos, que se estabelecem em um universo de significados que impedem sua redução à operacionalização de variáveis, logo, não possibilitam uma quantificação. Dessa forma, a abordagem qualitativa acaba sendo a mais indicada para alcançar níveis de entendimento mais aprofundados a respeito dos fenômenos que se pretende investigar (MINAYO, 2010).

Os oito artigos analisados apresentam um total de 26 autores, o que define uma média 3,25 autores por artigo. A moda é igual a 3, sendo que a RS7 apresenta o menor número de autores (2), enquanto a RS3 apresenta o maior número (5). Por se tratar de Revisões Sistemáticas, é de se esperar que os artigos tenham mais de um autor, devido ao grande volume de leituras requeridas e validação das análises realizadas.

A tabela 10.2 mostra a avaliação a respeito das afiliações dos autores. Podemos observar que os 26 autores estão distribuídos em dez Instituições, sendo que a Universidade Federal de Santa Catarina e a região Sul do Brasil concentram o maior número de autores. Somente a região Norte não conta com autores dentre os artigos levantados.

Adicionalmente, foi verificado que quatro artigos (RS2, RS4, RS5 e RS6) configuram colaborações interinstitucionais e dois (RS2 e RS4) apresentam afiliações interestaduais.

Tabela 10.2: Afiliação dos autores por Instituição e região.

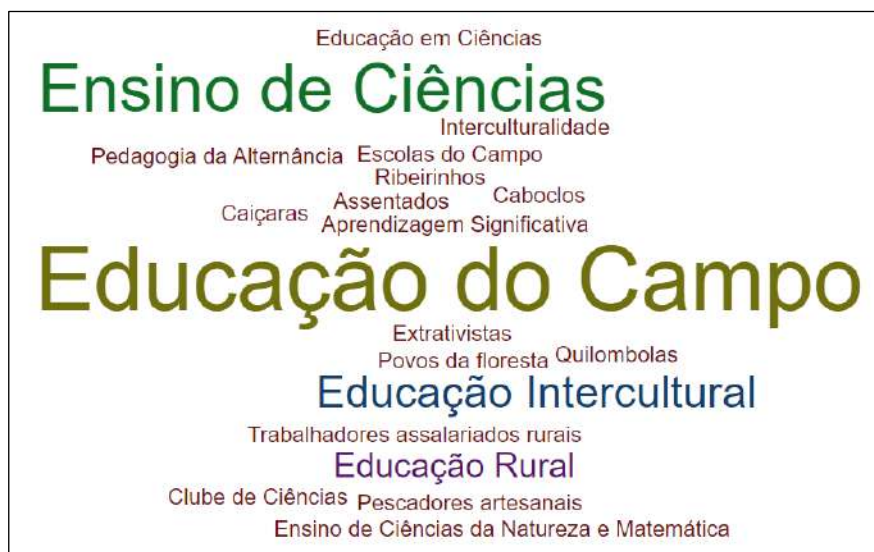
Instituição	Número de autores	Região
UFSC	8	Sul
UFRS	4	
UNIOESTE	3	
UESC	2	
IFSUL	1	
UFES	3	Sudeste
UFU	1	
UFBA	2	Nordeste
UFPI	1	
UFG	1	Centro-oeste

Fonte: o autor.

No que diz respeito às bases de dados escolhidas pelos autores para a composição do *corpus*, vemos uma diversidade bem grande, incluindo algumas combinações entre: Banco de Teses e Dissertações da CAPES (RS1 e RS7); atas e anais de eventos (RS2, RS3, RS7 e RS8); Scielo (RS4); além de diferentes critérios adotados para a escolha de periódicos voltados tanto para a Educação do Campo quanto para a Educação em Ciências (RS3, RS5, RS6, RS7 e RS8). Destaca-se que somente a RS6 fez um levantamento na literatura internacional, com trabalhos publicados em línguas diferentes da portuguesa, de modo que todas as demais pesquisas utilizaram apenas a literatura nacional e trabalhos publicados em língua portuguesa.

A figura 10.1 apresenta a nuvem de palavras com as palavras-chave mais utilizadas pelos autores para realizar o filtro nas bases de dados escolhidas.

Figura 10.1: Nuvem de palavras* apresentando as palavras-chave mais utilizadas no levantamento de dados dos oito artigos analisados.



Fonte: o autor.

*Foram incluídas somente as palavras-chave em português.

Em uma nuvem de palavras, quanto maior a frequência de uma palavra, maior será sua representação no gráfico. Pode-se observar que as palavras-chave mais frequentes foram: Educação do Campo (7), Ensino de Ciências (5), Educação Intercultural (3), Educação rural (2). As demais só tiveram uma menção. Foi interessante observar que a RS2 teve o cuidado de utilizar todas as possíveis palavras-chave relativas aos povos do campo, incluindo: “extrativistas”, “pescadores artesanais”, “ribeirinhos”, “assentados e acampados da reforma agrária”, “trabalhadores assalariados rurais”, “quilombolas”, “caiçaras”, “povos da floresta” e “caboclos”, como é definido no Decreto Nº 7.352, de 4 de novembro de 2010. Já a RS6, pelo fato de também ter feito um levantamento na literatura internacional, utilizou as palavras-chave *educación del campo* e *educación rural*, para os periódicos de língua espanhola e *rural education*, para os periódicos de língua inglesa, tendo recuperado 11 artigos publicados em um número especial da revista *Cultural Studies of Science Education*, classificada como A2 pelo Qualis CAPES

vigente e A1 pelo Qualis CAPES unificado. Esse dado sugere que trabalhos que promovem tal articulação também são importantes para a literatura internacional, sendo publicados em revistas de alto impacto.

A tabela 10.3 apresenta o número de trabalhos avaliados, o recorte temporal estabelecido, assim como a metodologia de análise escolhida por cada artigo. Percebe-se que, por conta dos filtros estabelecidos, existe uma variação grande no número de trabalhos analisados em cada artigo, dando um total de 260, partindo de dois (RS5) e chegando até 111 (RS1).

O recorte temporal também varia bastante, considerando um intervalo de dois até 23 anos (sem considerar a RS4, cujo recorte temporal não foi especificado), contudo, não existe uma relação causal entre o intervalo de tempo definido e o número de trabalhos recuperados.

Tabela 10.3: Número de trabalhos avaliados, recorte temporal e metodologia de análise de cada um dos oito artigos avaliados.

Artigo	Nº de trabalhos	Recorte temporal	Metodologia de análise
RS1	111	2011 e 2012	Categorização sem referencial teórico específico
RS2	54	2005 a 2013	Análise do Conteúdo Bardin para definir Focos Temáticos
RS3	30	2009 a 2015	Focos de Análise sem referencial teórico específico
RS4	4	Não especificado, mas entende-se que são todos os anos	Análise de Conteúdo de Bardin

Artigo	Nº de trabalhos	Recorte temporal	Metodologia de análise
RS5	2	2007 a 2016	Análise Textual Discursiva para categorizar os Focos Temáticos
RS6	14*	2009 a 2018	Análise Bakhtiniana
RS7	41	2013 a 2019	Categorização sem referencial teórico específico
RS8	4	1996 a 2019	Categorização (chamada de "assuntos") sem referencial teórico específico

Fonte: o autor.

* Dos 14 trabalhos, 11 foram recuperados a partir de um número especial da revista *Cultural Studies of Science Education*, utilizando as palavras-chave em inglês.

Quanto à metodologia de análise, a tabela 3 mostra que os agrupamentos foram feitos através de categorias e/ou focos temáticos, com ou sem a explicitação de um referencial teórico para tal. Diante das inúmeras possibilidades analíticas, a lógica operacional e a quantidade de categorias/focos temáticos variaram muito entre os artigos, de modo que foram definidas de uma até nove categorias/focos temáticos. Novamente vemos que não existe uma relação causal entre o número de trabalhos analisados em cada artigo e o número de categorias/focos temáticos estabelecidos.

Sobre a análise dos pressupostos assumidos pelos autores para a definição das categorias/focos temáticos, foi possível perceber que os principais fatores considerados podem ser agrupados como: (i) identificação da etapa da educação básica a qual as pesquisas se destinavam; (ii) características dos alunos, professores e currículos; (iii) estratégias didáticas e práticas de ensino; (iv) formação inicial e continuada; e (v) diálogo entre os conhecimentos científicos e tradicionais. Apesar de todos os trabalhos englobarem aspectos

importantes, é preciso ter clareza de que as pesquisas que articulam a Educação do Campo e o Ensino de Ciências precisam ser fortalecidas através de um paradigma educativo-científico, que conecta políticas públicas, gestão, docentes, discentes e os povos do campo, transcendendo o hermetismo acadêmico ditado pela ciência moderna (SANTOS, 2010). Se pretendemos promover a emancipação social desses grupos, é necessário assumir orientações epistemológicas diferentes daquelas enraizadas no pensamento científico ocidental moderno. Assim, é preciso entender o conhecimento tradicional como mais uma forma de entender o mundo, diferente, mas não inferior à estabelecida pela ciência, de modo que seja preconizado um diálogo horizontal entre os diferentes saberes, favorecendo a comunhão de diversas linguagens e leituras socioculturais (SILVA et. al., 2020). Embora tal avaliação não tenha constado enquanto objetivo do presente capítulo, pesquisas futuras poderiam se debruçar sobre as epistemologias assumidas pelos trabalhos recuperados em cada revisão sistemática, a fim de verificar se, além de promover essa conexão entre as áreas, eles se enquadram nas bases teóricas mais atuais.

A fim de analisar a relevância e o impacto dos trabalhos avaliados, a tabela 4 apresenta a classificação deles de acordo no Qualis CAPES vigente (quadriênio 2013-2016), para a área de Educação, assim como na nova proposta de Qualis CAPES unificado (embora ela ainda não tenha entrado em vigor, considero pertinente sua apresentação). Podemos observar que as RS1 e RS2 não apresentam classificação, uma vez que se tratam de artigos publicados em anais de eventos. Por serem as pesquisas mais antigas desta metanálise, podemos inferir que isso mostra o início da preocupação dos pesquisadores a respeito da identificação de um panorama sobre as articulações entre a Educação do Campo e Ensino de Ciências.

As outras seis pesquisas foram publicadas em periódicos, compreendendo avaliações que variam de B5 até A2 (Qualis CAPES vigente) e B4 até A2 (Qualis CAPES unificado). Isso reforça o entendimento de que a literatura abre um espectro amplo de possibilidades para a publicação de trabalhos que estabelecem tal correlação.

Tabela 10.4 Classificação dos oito artigos avaliados pelo Qualis CAPES (quadriênio 2013-2016) para a área de Educação, pelo Qualis unificado (ainda não oficializado) e identificação do número de citações recebidas de acordo com o google acadêmico.

Artigos	Qualis CAPES quadriênio 2013-2016 área Educação	Qualis CAPES novo unificado	Citações no google acadêmico
RS1*	Não tem	Não tem	10
RS2*	Não tem	Não tem	2
RS3	A2	A2	12
RS4	B5	B3	4
RS5	B2	B4	12
RS6	A2	A2	4
RS7	Sem registro	A4	6
RS8	Sem registro	B4	0

Fonte: o autor.

* Por se tratar de artigos de anais de eventos, não apresentam Qualis CAPES.

Por fim, a tabela 10.4 também mostra a análise do número de citações obtidas por cada um dos oito trabalhos segundo o google acadêmico. Até o levantamento feito dia 25 de julho de 2022, eles acumulavam um total de 50 citações, dando uma média de $6,25 \pm 4,6$ citações por artigo. Embora o número de citações recebidas tenha uma tendência de aumento com o passar dos anos, de forma que artigos mais antigos geralmente são mais citados, parece não haver uma correlação entre o local de publicação (se anais de eventos ou periódicos) e o número de citações recebidas. Constatamos que esses trabalhos são bem citados, principalmente se considerarmos que essa é uma articulação recente e que ainda são poucas instituições de Ensino Superior que apresentam tais cursos (31 de 288, ou apenas 10,8% do total), caracterizando mais um dado que reforça que a integração entre a Educação do Campo e o Ensino de Ciências desponta como uma tendência e área promissora.

Apenas um artigo não apresenta citação, sendo um dos três que foram publicados em 2020. Todavia, sabe-se que trabalhos recentes têm menores chances de serem citados, uma vez que existe um tempo de maturação da literatura (com exceção dos chamados “temas quentes”), de modo que, é comum que os trabalhos só comecem a receber citações passados, em média, três anos da sua publicação (BORNMANN; MUTZ, 2015).

4. Considerações finais

É preciso desnaturalizar as narrativas hegemônicas, aqui configuradas como as pesquisas em Educação em Ciências que ainda focam exclusivamente no contexto urbanocêntrico, excluindo a realidade campesina. Logo, é nesse contexto que se faz necessário e urgente um trabalho de reflexão e conscientização crítica em prol de um maior engajamento e financiamento de pesquisas que estabeleçam um diálogo entre a Educação do Campo e o Ensino de Ciências.

Os trabalhos mais antigos encontrados foram publicados em anais de eventos, mostrando as primeiras preocupações dos pesquisadores com essa articulação. Com o passar dos anos, vemos que os demais trabalhos foram publicados em periódicos, mostrando um amadurecimento e consolidação do campo de pesquisa, incluindo publicações em revistas de alto impacto da área de Educação em Ciências.

A contribuição determinada pela afiliação dos autores mostrou que os pesquisadores e os grupos que se interessam por essa articulação estão espalhados por quase todas as regiões do Brasil, mas principalmente em Instituições de Ensino Superior e Estados da região Sul.

Mesmo adotando estratégias de coleta e análise de dados diversificadas, todos os estudos apontam para categorias e/ou focos temáticos voltados para a análise: (i) da identificação da etapa da educação básica a qual as pesquisas se destinavam; (ii) das características dos alunos, professores e currículos; (iii) das estratégias didáticas e práticas de ensino; (iv) da formação inicial e continuada; e (v) do diálogo estabelecido entre os conhecimentos científicos e tradicionais.

Revisões Bibliográficas Sistemáticas são bem citadas e, além de servirem para compreender o estado da arte de determinada área, servem como indicadores sobre a estruturação da área, além de apontar lacunas e caminhos para o futuro da pesquisa.

Os anos mais recentes concentram o maior número de artigos, mostrando que os pesquisadores estão cada vez mais interessados nas relações estabelecidas entre a Educação em Ciências e a Educação do Campo. Isso mostra: (i) um amadurecimento da área e que a Educação do Campo vem ganhando cada vez mais espaço e relevância na literatura sobre a Educação em Ciências; e (ii) pode ser um reflexo do aumento de cursos destinados a formação inicial de professores na área de Ciências da Vida e da Natureza que se viu no passado mais recente. Tudo isso levou a um aumento de estudos a respeito da Educação do Campo nos últimos anos, o que pode ser justificado pelo incentivo das políticas públicas, especialmente frente a constante luta impetrada pelos movimentos sociais e acadêmicos que objetivam formar professores do campo. Todavia, tais políticas devem ser entendidas enquanto políticas de Estado e não de determinado governo. Portanto, precisamos nos manter vigilantes frente aos sucessivos ataques empreendidos contra a educação pública, especialmente no que se refere aos grupos minoritários e mais vulneráveis. Assim, para que esse aumento nas publicações continue a ser observado, é preciso garantir a continuidade das políticas públicas destinadas ao campo e a expansão de cursos voltados para a formação inicial e continuada de professores que atendem a essa demanda. Somente dessa forma será possível despertar o interesse de novos pesquisadores da área da Educação em Ciências para as demandas do campo, assim como de pesquisadores da Educação do Campo que visem discutir aspectos relacionadas à Educação em Ciências. Como essa ainda pode ser considerada como uma conexão relativamente nova, existem muitas possibilidades de articulações entre as perspectivas curriculares e estratégias didáticas do Ensino de Ciências dentro da Educação do Campo a serem exploradas.

Hoje sabemos e defendemos que as pesquisas em Educação em Ciências precisam estar articuladas com a Educação do Campo e que devem ser pensadas em conjunto com os sujeitos do campo, sendo contextualizadas com os conhecimentos tradicionais, fazendo com que esses sujeitos alcancem uma melhor alfabetização científica e sejam multiplicadores desses conhecimentos em suas localidades.

Apesar do cenário apresentado e discutido, é importante destacar que as pesquisas a respeito do Ensino de Ciências desenvolvido junto à Educação do Campo ainda são incipientes (principalmente quando comparadas ao volume de pesquisas voltadas para os contextos urbanocêntricos) e, dessa forma, necessitam de uma atenção especial dos pesquisadores, e não só daqueles envolvidos em cursos que lidam diretamente com a formação inicial e continuada de professores que vão servir a esta realidade. Assim, o presente trabalho aponta para novas possibilidades de estudos, com por exemplo, para verificar essas pesquisas têm enquanto princípio a valorização do contexto campestre e o respeito as suas especificidades, uma vez que a Educação do Campo deve ser feita não para atender aos seus sujeitos, mas, sim, com a participação dos seus sujeitos enquanto protagonistas dessa história.

5. Referências

- BAENA, C. P. Revisão sistemática e metanálise: padrão ouro de evidência. **Rev. Med. UFPR**, v. 1, n. 2, p. 71-74, 2014.
- BERETON et al. Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain. **The Journal of System and Software**, v. 80, p.571-583, 2007.
- BIOLCHINI, J. C. A. et al. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 2, p.133-151, 2007.
- BORNMANN, L.; MUTZ, R. Growth rates of modern science: a biblio-metric analysis based on the number of publications and cited refer-ences. **J. Assoc. Inf. Sci. Technol.** n 66, p. 2215–2222, 2015.
- BRASIL. **Decreto N^a 7.352**. de 4 de novembro de 2010.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Comissão de Educação Básica. **Resolução nº.1, de 03 de abril de 2002**. Estabelece as diretrizes para a Educação Básica nas escolas do campo. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **Lei nº. 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BRICK, E. M. et al. Educação do campo nas pesquisas em ensino de ciências: um olhar para o ENPEC, SNEF e EPEF. **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, v. 16, 2016.
- CALDART, R. S. Educação do campo. In: CALDART, R. S. *et al.* (Orgs.). **Dicionário da Educação do Campo**. 2. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2012. p. 257-265
- DA ROSA, S. S.; ROBAINA, J. V. L. O Ensino de Ciências nas Escolas do Campo a partir da análise da produção acadêmica. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 2, p. 156-175, 2020.
- ENISWELER, K. C.; KLIEMANN, C. R. M.; STRIEDER, D. M. O ensino de ciências na educação do campo: uma pesquisa em dissertações e teses. **Seminário Nacional Interdisciplinar em Experiências Educativas**, v. 5, p. 763-774, 2015.
- FREITAS, A. P. S.; BERNARDES-SANTOS, A. M.; COUTINHO, F. A. Diálogos entre Educação em Ciências e Educação do Campo: uma análise cosmopolítica. **Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campina Grande, 2021. v. 1. p. 1-8.
- GIL. A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.
- HALMENSCHLAGER, K. R. et al. Articulações entre Educação do Campo e ensino de ciências e matemática presentes na literatura: um panorama inicial. **Ensaio Pesquisa em**

Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 19, e2800, 2017.

LEVY, Y.; ELLIS, T.J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v. 9, p.181-212, 2006.

MELO, J. F. M.; CARDOSO, L. R. Pensar o ensino de ciências e o campo a partir da agroecologia: uma experiência com alunos do sertão sergipano. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 37-48, 2011

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 29. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010. 108 p.

MOLINA, M. C.; ANTUNES-ROCHA, M. I.; MARTINS, M. F. A. A produção do conhecimento na licenciatura em Educação do Campo: desafios e possibilidades para o fortalecimento da educação do campo. **Revista Brasileira de Educação**, v. 24, 2019.

PAZ, F. S.; USTRA, S. R. V. Educação do Campo: abordagens e tendências no ensino de ciências. **Revista Educação e Políticas em Debate**, Uberlândia, v. 7, n. 3, p. 550-562, 2018.

PIANCASTELLI, A. M. et al. A formação inicial de professores e a educação do campo: uma proposta de jogo para o ensino da parasitologia. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 6, p. 1-27, 2021.

SANTOS, B. S. A. **Um discurso sobre as ciências**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2010. 92 p.

SILVA, A. L. S. et al. Educação do campo: sujeitos, saberes e reflexões. Picos: EDUFPI, 2020. 172 p.

SILVA, F. N. S. et al. Educação do Campo e ensino de Ciências no Brasil: uma revisão dos últimos dez anos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 226-244, 2019.

SOUZA, J.; OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Educação do campo na voz da pesquisa em educação em ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 22, 2020.

ZETÓLES, M. G.; TRAZZI, P. S.; BRASIL, E. D. F. Educação do Campo na perspectiva da Educação Científica Intercultural: O que dizem as pesquisas no campo da Educação em Ciências?. **Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino**, v. 1, n. 4, 2020.

**11. INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO:
UMA ANÁLISE À LUZ DO
MODO DE EXISTÊNCIA DOS
SERES DA TÉCNICA**

.....
LORENA ANDRADE COSTA

1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) é um campo de estudo multidisciplinar que tem por objetivo principal simular a inteligência humana por meio de máquinas, sistemas e computadores. Os debates sobre a IA iniciam-se a partir de 1930, mas é só no século XXI que se tem um avanço na “fabricação” da inteligência humana em razão do aumento da capacidade de processamento dos computadores e da produção de grandes dados em rede.

A Inteligência Artificial se faz presente por meio de diversos artefatos e dispositivos muitas vezes “invisíveis”, como, por exemplo, quando se utiliza assistentes de voz (*google* assistente, Siri ou Alexa) para realizar tarefas diárias, ou quando as plataformas de *streaming* de séries, filmes, livros ou músicas personalizam recomendações que podem estar alinhadas às preferências pessoais dos sujeitos ou até quando é preciso interagir com um *chatbot* para realizar algum tipo de serviço, como agendar uma consulta médica.

O volume de dados registrados nas complexas redes digitais (plataformas, aplicativos, redes sociais) que abastecem os algoritmos possibilita essas mediações, e, por isso, tem-se a sensação de que as máquinas compreendem as preferências pessoais e passam a recomendar aos sujeitos produtos e serviços personalizados. Os algoritmos são alimentados pelo grande volume de dados que trafegam a cada segundo nas redes. Atualmente a produção diária de dados supera toda a produção de que se tem registro até o ano de 2003 (BRUNO, 2016; FILATRO, 2021).

Compreende-se a urgência de dar visibilidade aos seres das técnicas, destacando que essas tecnologias contemporâneas permeiam o nosso cotidiano e estão inseridas em processos produtivos, econômicos e que muitas vezes não percebemos os agenciamentos e as mediações que nos fazem fazer (LATOURE, 2019). Esses seres técnicos contemporâneos nos causam estranhamento e captamos com imprecisão a rede de mediações que é tecida durante os seus deslocamentos e agenciamentos.

No campo educacional, os deslocamentos e agenciamentos da Inteligência Artificial possibilitam potencializar os processos de ensino e de aprendizagem assim como auxiliar os gestores por meio da mineração de dados educacionais.

Na compreensão de que mediadores não humanos podem ter uma participação significativa na condução da reorganização dos processos de ensino e aprendizagem, este capítulo tem por objetivo contribuir com o debate acerca da expansão da Inteligência Artificial na contemporaneidade, sob a ótica da antropologia simétrica de Bruno Latour.

A expansão da Inteligência Artificial é um tema controverso que traz em seu bojo questões importantes acerca dos limites éticos de desenvolvimento dessas tecnologias e de suas possibilidades e impactos nos processos educativos.

Na tentativa de lançar luz às questões controversas que emergem de um cenário de ampliação do uso de Inteligência Artificial, destaco a perspectiva latouriana acerca dos modos de existência, em especial dos seres da técnica, como potencial teórico para uma releitura dos estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que surgiram em meados do século XX com o objetivo de ampliar os debates sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, abrangendo diversas áreas como política, meio ambiente e economia (FIGUEIRÊDO, 2018).

Tendo em vista a complexidade das questões científicas e tecnológicas contemporâneas, este capítulo pretende contribuir para o campo da Educação em Ciências, ampliando o repertório teórico para possibilitar uma releitura dos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que foram construídos sob a ótica da modernidade (FIGUEIRÊDO, 2018).

Aproximando os estudos latourianos sobre os modos de existência das questões complexas acerca dos estudos de CTS (Faria e Coutinho, 2021) foi possível ampliar o campo de visão acerca dos desdobramentos da Inteligência Artificial na contemporaneidade. Sendo assim, o capítulo foi organizado em três momentos. No primeiro, apresento brevemente as principais proposições de Bruno Latour na sua obra intitulada *Investigação Sobre Os Modos De Existência: Uma Antropologia Moderna*, com destaque para o modo de existência relacionado aos seres da técnica. No segundo, apresento contribuições teóricas acerca da constituição da Inteligência Artificial na contemporaneidade e suas possibilidades de uso nos processos de ensino e de aprendizagem. E, no terceiro momento, aponto algumas considerações iniciais sobre as possibilidades de compreensão dos

desdobramentos da Inteligência Artificial, a partir da perspectiva de Bruno Latour sobre os modos de existência das técnicas.

2. O modo de existência dos seres da técnica

Em *Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica*, Latour (2019) tece uma crítica à visão dualista e purificadora dos modernos. Na tentativa de purificar a realidade, os “modernos” se esforçaram em separar a natureza da cultura e os sujeitos dos objetos, desconsiderando que os fenômenos são compostos de interações mediadas por humanos e não humanos. Para superar a dicotomia natureza/cultura, herdada da modernidade, Latour (2012) propõe, na sua abordagem antropológica, considerar a interação dos não humanos na rede heterogênea de actantes (CARDOSO; SANTAELA, 2021).

Em *Investigação Sobre Os Modos De Existência: Uma Antropologia Moderna*, Latour (2019) critica a estruturação do pensamento e conhecimento da modernidade com a intenção de responder a questão central de sua obra *Jamais fomos modernos*: se não somos modernos, o que somos e o que devemos herdar? (LATOUR, 2019).

O argumento central do livro é de que os modernos se equivocaram ao tentar criar chaves de interpretações próprias para o entendimento das especificidades dos diversos modos de existência, julgando um modo pela forma de verificação de outro modo, o que o autor chamou de erro de categoria. Os modernos confundiram diversos modos de existência, criando visões próprias para a compreensão de seres específicos como os da “religião”, do “direito”, da “ficção”. Essa proposta moderna oculta esses seres e, como consequência, tem-se a separação da vida social entre natureza e cultura, sujeitos e objetos, o predomínio do pensamento racional em detrimento dos modos de existir das religiões, por exemplo, e da automatização das técnicas (LEMOS, 2015).

Os modernos desconsideram a dimensão ontológica desses seres e, para sanar esses erros, Latour propõe a análise das particularidades de cada modo e suas mediações, já que a manutenção da existência desses seres depende de que eles passem por outros (Lemos, 2015).

Apesar da tentativa de separação das esferas da sociedade e natureza e da ocultação das mediações, esse projeto moderno dicotômico, paradoxalmente, não consegue eliminar os espaços onde há a proliferação dos híbridos.

Segundo Cardoso e Santaella (2021), os fenômenos obscurecidos pelo esquema moderno ocupam lugar central e ganham visibilidade, portanto, é inviável permanecer com a perspectiva moderna dualista para analisar a complexidade da proliferação desses híbridos na contemporaneidade.

Na tentativa de dar respostas a essas dicotomias e reconciliá-las, na investigação dos modos de existência, Latour (2019) examina outros modos possíveis de existência para além do conhecimento científico, que foi o modo predominante na composição do esquema da modernidade.

Nesse sentido, Latour (2019) abre espaço para a interpretação de outros modos de existência, num sentido diplomático, por meio da observação de descontinuidades da trajetória e das próprias condições de felicidade e infelicidade de cada modo.

Para isso, Latour (2019) propõe “*falar bem*” de cada modo, a partir da constatação da preposição certa, ou seja, a chave de interpretação de cada modo. Na obra *Investigação* são organizados quinze modos de existência, distribuídos em cinco grupos, conforme quadro abaixo:

Quadro 11.1: Grupos dos modos de existência (Adaptado de Latour, 2019, p. 392).

Grupos	Modos de existência
Sem quase – objeto e sem quase – sujeito	[REP] Reprodução; [MET] Metamorfose; [HAB] Hábito
Quase – objetos	[TEC] Técnica; [FIC] Ficção; [REF] Referência
Quase – sujeitos	[POL] Política; [DRO] Direito; [REL] Religião
Vínculos entre quase – objetos e quase sujeitos	[ATT] Apego; [ORG] Organização; [MOR] Moral
Metalinguagem da investigação	[RES] Rede; [PRE] Preposição; [DC] Duplo Clique

Na metalinguagem da investigação, [RES], [PRE] e [DC] são componentes fundamentais para a compreensão dos modos de existência. A ideia de rede [RES] é a base de todos os modos de existência. A trajetória dos seres e suas conexões é o que compõe a tessitura das redes. Todos os seres passam por outros na rede em busca da sua subsistência (Lemos, 2015).

Para qualificar as conexões entre esses diferentes seres, Latour propõe uma segunda metalinguagem que são as preposições [PRE]. Para cada modo de existência existe uma preposição [PRE] certa, que é a chave de interpretação ou o “*falar bem*” de cada modo. Quando o modo de existência não é interpretado com a preposição correta, ocorre um erro de categoria.

Além das redes [RES] e das preposições [PRE] de cada modo, Latour destaca o Duplo Clique [DC], terceira metalinguagem da investigação, que é o apagamento das cadeias de referência de uma rede. O [DC] apaga as mediações, aniquilando as redes num “*passe de mágica*”. Segundo Lemos (2015), a ação de negação da rede pelo duplo clique faz com que os modos de existência fiquem invisibilizados em suas particularidades e conexões com outros modos.

Neste trabalho, destaco os seres da técnica [TEC] que pertencem ao grupo dos “*quase-objetos*” e possuem condições próprias de felicidade e de veridicção, com o objetivo de elucidar questões controversas relacionadas a um cenário de expansão de Inteligência Artificial nos processos educativos.

No capítulo intitulado “*Dar visibilidade aos seres da técnica*”, Latour (2019, p. 175) propõe retomar a ontologia dos seres da técnica, restituindo os erros de categoria cometidos pelos modernos. Os seres da técnica foram ocultados pelos modernos, sobretudo a partir do século XVII, quando se tem um crescimento da produção de artefatos e dispositivos técnicos, mas poucas reflexões filosóficas acerca desse modo de existência. Nas palavras de Latour (2019), “Quando os informantes insistem a respeito da inexistência de determinados seres, eles fazem com que se multipliquem, mas quando eles enfatizam – e com que orgulho – a presença maciça de outros existentes, é difícil percebê-los” (Latour, 2019, p. 176).

Com o predomínio da visão instrumentalista e essencialista, os seres da técnica passam a ser vistos apenas como objeto, coisa ou

dispositivo, e não se considera a movimentação das redes sociotécnicas que sustentam a existência desses seres. Sobre esse erro de categoria relacionado as técnicas Latour discorre:

Cada modo capta todos os outros de acordo com seu próprio gênero de existência – e interpreta todos eles muito mal, de uma maneira particular em cada ocasião. Para desatar esse cruzamento [REP. TEC], ainda seria necessário poder definir o que realmente tem de original a alteração própria aos seres da técnica (LATOURE, 2019, p. 181).

Para Latour, “se existe uma maneira indigna de lidar com as técnicas é acreditar que elas são meios para alcançar determinados fins”, portanto, propõe uma maneira de descrever melhor os seres da técnica e as suas redes sem reduzi-las ao essencialismo e sem criar a falsa sensação de separação entre sujeitos e objetos (LATOURE, 2019, p. 184).

Os modernos invisibilizaram as técnicas, menosprezando a sua importância para a constituição do sujeito e da sociedade, conforme dito nesta passagem:

Como as técnicas são malcompreendidas, quando se pretende fazer delas simples ‘aplicações da Ciência’ e apenas a ‘dominação da Natureza’ – sabemos, a partir de agora, contrabalançar o peso dos erros cometidos por essas duas palavras maiúsculas [...] Não é a técnica que é vazia, é o olhar da filosofia do ser – enquanto ser que se esvaziou voluntariamente de qualquer contato com a sua experiência (LATOURE, 2019, p. 185).

Portanto, para “falar bem” das técnicas, é preciso compreender que elas possuem uma originalidade na sua forma de alteração, “uma forma particular de transcendência e exige além de uma análise em termos de rede” (LATOURE, 2019, p. 175).

Um ponto a ser reconhecido é que não há uma linearidade no trajeto traçado pelos seres da técnica, pois há uma gama de transformações e ingredientes heterogêneos que se combinam assim como se sobrepõem habilidade e saberes muitas vezes difíceis de serem captados (LATOURE, 2019). Conforme Latour (2019):

Para dar visibilidade aos seres da técnica, é importante retirar do objeto técnico toda a opacidade que o torna incompreensível e remontar a rede que o [DC] quer apagar, à qual ele se liga por desvios e apropriações (LATOURE, 2019).

As técnicas possuem uma trajetória própria e não devem ser analisadas apenas pelos objetos técnicos que são deixados em sua esteira. Isso apaga todas as “cadeias operatórias” desses seres, omitindo assim o que instaura esses objetos técnicos (Latour, 2019).

Portanto, compreender a existência dos seres das técnicas implica reconhecer os desvios, as dobras, os desengates e as apropriações desse modo de existência, para escapar do equívoco de considerá-las apenas pela eficiência e com isso “perder seu espírito, sua gênese, sua beleza, sua verdade” (LATOURE, 2019, p. 190).

Os desvios (“*percurso em ziguezague*”) dos seres das técnicas são difíceis de serem apreendidos em razão do Duplo Clique [DC], que faz com que a técnica se transforme sem deformação, como se fossem constituídas de simples informações e de simples formas. Por isso a importância de compreender os deslocamentos, a tradução que o duplo clique não consegue captar, pois “toma o resultado final – sim, está bem ajustado, sim, funciona, sim, foi estudado para isso, sim, funciona bem” (LATOURE, 2019, p. 190).

Já a dobra é uma forma de evitar falar de domínios técnicos independentes sobre a matéria, a natureza, ou o sujeito. A dobra traduz outros modos de existência sem passar pela linearidade e pelo essencialíssimo, é “sempre dobra sobre outra dobra, implicação, complicação, explicação e evita o equívoco de tratar a técnica” como uma pilha de objetos ou como um admirável exemplo de habilidade, transparência, racionalidade que provaria a “dominação do homem sobre a matéria” (LATOURE, 2019, p. 191).

É preciso ter uma certa desconfiança do conceito da “ação sobre a matéria”, pois o sujeito humano (quase sujeitos) não é o ponto de partida, ele surge a partir das suas obras, as técnicas preexistem aos seres humanos e são elas que os constituem.

É fundamental levar em conta a resistência das conexões e não o tipo de “material”, ingrediente que, segundo Latour, não faz parte das técnicas. Para qualificar os ingredientes de resistência, o autor

propõe a noção desengate, que permite “deslocamentos no tempo, no espaço e no tipo de ator” (LATOURE, 2019, p. 192). Latour se refere ao desengate como uma “*engrenagem de caixas de câmbio*”, uma alteração que permite acoplar e desacoplar, ou seja, o engate é o que permite “*fazer fazer*”, e destaca ainda que “aquele que também fabrica é desengatado” (LATOURE, 2019, p. 192).

Com essa metáfora, Latour liberta os seres da técnica do julgamento reducionista de considerar apenas a sua instrumentalidade, seu nível de eficácia e utilidade em diferentes escalas. Romper com essa visão utilitarista das técnicas, sem “*cometer o erro de limitá-las aos objetos deixados em sua esteira*”, recupera o espírito desses seres, no sentido de considerar a particularidade dos seus movimentos, o “*passo de caranguejo*”, os deslocamentos e as traduções que “podem produzir (mas não necessariamente) formas ou meios que respondam a funções ou fins” (LATOURE, 2019, p. 190).

Latour (2019, p. 194) propõe que deixemos de considerar a constituição de suas formas materiais e finalidades que invisibilizam a “*inventividade*”, a “*resistência*” e a “*durabilidade*” que compõem a sua trajetória, e consideremos o que nos tornamos quando nos encontramos com esses seres das técnicas.

3. Inteligência Artificial: Aspectos Históricos e Concepções Teóricas

3.1 Breve Histórico

O termo Inteligência Artificial (IA) projeta no nosso imaginário idealizações em um futuro distante e até mesmo distópico, como aparecem nos filmes de ficção científica. Embora pareça um entusiasmo recente, os debates acerca da IA remontam a 1930, período em que os primeiros computadores e a internet estavam longe de serem concretizados.

O debate sobre IA passa por um período de congelamento, a partir de 1950, e é retomado com o avanço de técnicas, como o aumento da capacidade de processamento de computadores e produção de grandes dados no século XXI.

Latour alerta que é preciso reconhecer que as “*trajetórias técnicas*” não são lineares e, portanto, difíceis de serem seguidas (LATOURE, 2019, p. 181). Assim é desafiador compreender a tessitura

das técnicas nos processos educativos na contemporaneidade, sobretudo, mediante as possibilidades de uso de Inteligência Artificial para mediar processos de ensino e de aprendizagem.

Alan Turing é considerado o precursor da Inteligência Artificial, com um artigo publicado em 1936, intitulado *Sobre números computáveis*, no qual estabeleceu os conceitos fundamentais de um computador e que se tornou conhecido como a máquina de Turing, mas o que se tornou histórico para a IA foi a publicação do artigo “*Máquinas computacionais e inteligência*”, no qual Turing se concentrou no conceito de uma máquina que era inteligente (TAULLI, 2020, p. 17).

Para avaliar essa questão inicial de uma máquina ser inteligente, Turing elaborou o conhecido teste chamado de *Turing*³⁰, organizado por meio de um jogo com dois humanos e um computador. A ideia central do teste era identificar se um avaliador humano seria capaz de distinguir se as respostas das questões abertas eram do computador ou do outro participante do teste que era um humano. Caso o avaliador não fosse capaz de perceber a diferença, poderiam inferir que o computador era inteligente (TAULLI, 2020).

A maior parte da inovação em IA aconteceu nos Estados Unidos, sobretudo com o sistema especialista – Deep Blue, utilizado pela IBM, que em 1996 venceu Garry Kasparov, o melhor jogador de xadrez da época. Esses sistemas especialistas foram muito criticados e com isso as teorias das redes neurais (*deep learning*) foram impulsionadas, principalmente com o trabalho de Geoffrey Hinton. Sua principal publicação, *Aprendendo representações por erros de retropropagação*, em parceria com os pesquisadores David Rumelhart e Ronaldo J. Williams, colaborou para o uso de retropropagação em redes neurais, ocasionando “uma melhora significativa na exatidão, bem como com predições e reconhecimento visual” (TAULLI, 2020, p. 33).

Atualmente a Inteligência Artificial é um campo de estudo que tem como principal objetivo simular a inteligência dos seres humanos (...) uma “área do conhecimento que lida com o desenvolvimento de

³⁰ Em 2014, houve um caso em que a máquina superou o teste de Turing. Um computador que disse ter 13 anos de idade e enganou avaliadores humanos, provavelmente porque algumas respostas continham erros (TAULLI, 2020, p. 18).

máquinas, sistemas e computadores de imitar a inteligência humana” (FILATRO, 2021, p. 106).

3.2 Concepções teóricas

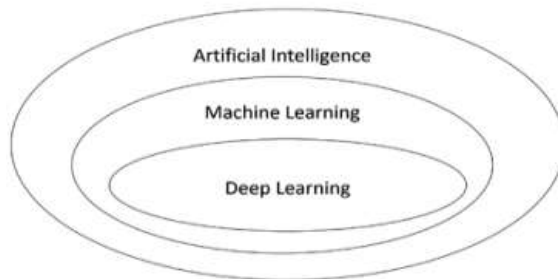
Conceitualmente a Inteligência Artificial pode ser classificada como simbólica, que diz respeito à “manipulação de símbolos como sistema de inferências por lógica”, ou como conexionista, que “abrange modelos denominados redes neurais artificiais” (Antonelo, 2019). A IA conexionista se apropria de ferramentas das neurociências para criar modelos matemáticos que reproduzem as funções cerebrais humanas.

Quanto à tipologia, a Inteligência Artificial pode ser caracterizada como Fraca/ Limitada, Geral/Forte ou Consciente/Super IA.

A IA Fraca/Limitada representa quase toda a IA existente, é aplicada para as tarefas específicas, “*processa grande volume de dados e realiza cálculos complexos, mas não aprende novas tarefas*”. Mesmo utilizando técnicas complexas de aprendizado de máquina e aprendizagem profunda, essas máquinas só agem conforme a sua programação, como por assistentes virtuais, veículos autônomos e os mecanismos de busca na WEB (FILATRO, 2021, p. 109). Já a IA Geral/Forte combina muitas estratégias de IA, podendo aprender novas tarefas para resolver novos problemas, ensinando a si mesma novas estratégias. Essas máquinas podem compreender pessoas, objetos e ter autoconsciência (FILATRO, 2021, p. 109). E, por último, tem-se a Consciente/Super IA, que é um tipo fictício que seria mais inteligente que os seres humanos em todas as capacidades intelectuais (FILATRO, 2021). De acordo com Filatro (2021), a IA fraca promove ajuda ao pensamento humano, a IA forte mecaniza a inteligência ao nível humano e a capacidade das superinteligências em ultrapassar o desempenho dos seres humanos em todos os aspectos cognitivos ainda é inexistente (Filatro, 2021).

Taulli (2020) salienta que os principais elementos da IA são as suas variedades teóricas e tecnológicas, que são divididos em *machine learning* (aprendizado de máquina) e *deep learning* (aprendizagem profunda), conforme figura abaixo:

Figura 11.1: Principais componentes da Inteligência Artificial



Fonte: Extraído de Taulli, 2021, p. 35.

Além da composição da Inteligência Artificial por camadas combinadas de diversas tecnologias, como *Machine Learning*, *Deep Learning*, outros autores, como Filatro (2021), consideram o Processamento de Linguagem Natural também como um ramo da IA.

O *machine learning* ou aprendizagem de máquina engloba um conjunto diverso de técnicas (inclusive *deep learning*) para criar modelos computacionais a partir de dados (Antonelo, 2019). É considerado um “subconjunto da IA e utiliza algoritmos de computador para analisar dados e tomar decisões inteligentes com base no que a máquina aprendeu” (FILATRO, 2021, p. 117).

O aprendizado profundo se refere ao processo de aprendizagem realizado em redes neurais profundas que simulam o cérebro humano. Os neurônios artificiais imitam as funções dos neurônios biológicos, “funcionando como receptores de entradas, processadores da informação e emissores de sinais de saída”, podendo ser considerado um tipo de aprendizado de máquina (FILATRO, 2021, p. 123). O principal ponto positivo da DL é a imensa capacidade de representar conceitos e abstrações. Como exemplos, podemos citar os “carros autônomos, assistentes de saúde, mapeamentos por imagem, sistemas de recomendação de filmes ou livros”, entre outros (FILATRO, 2021, p. 124). E, por último, O Processamento de Linguagem Natural (PLN) tem como principal objetivo “aprender, entender e produzir conteúdo na linguagem humana” (FILATRO, 2021, p. 129). O PLN é composto pela intersecção entre a Inteligência Artificial, a Linguística e a Ciência da Computação, a fim de processar,

gerar e compreender as diversas línguas humanas em forma de texto, som ou imagem. Como exemplos, podemos citar o reconhecimento ótico de caracteres presente em softwares que escaneiam documentos de texto, tradução automática, reconhecimento de fala e sistemas Q&R (questões e respostas em inglês ou chatbots) como o google tradutor (ANTONELO, 2019, p. 216).

Mesmo com o desenvolvimento das concepções teóricas e de modelos de IA expostos acima, há outros fatores relevantes para impulsionar a tecnologia da IA moderna. Taulli (2020) destaca alguns importantes impulsionadores, como o crescimento da Ciência de Dados, sendo a internet a propulsora para a criação de “*datasets maciços*”, a infraestrutura necessária para a “indexação da web”, tendo como principal empresa o Google, que foi uma das pioneiras a adotar *deep learning* e as unidades de processamento gráfico, que é uma tecnologia de *chips* em que a velocidade de processamento é maior do que a realizada pelos CPUs tradicionais (TAULLI, 2020).

3.3 Tendências de uso da Inteligência Artificial na Educação

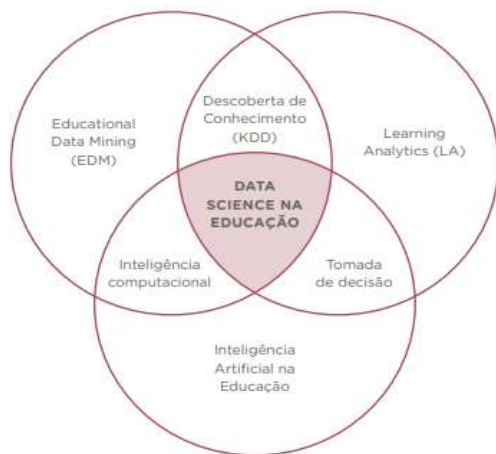
No campo educacional, há várias possibilidades de uso de Inteligência Artificial para potencializar os processos de ensino e de aprendizagem, assim como auxiliar os gestores educacionais por meio da mineração de dados educacionais. Para compreender como esses dados podem ser utilizados nos processos educativos, é preciso elucidar os aspectos relacionados à constituição da Ciência de Dados no mundo contemporâneo.

O conceito de Ciência de Dados na Educação foi estruturado a partir de 1990, com a criação da *International AIED Society*. Entretanto, os potenciais educativos da IA só têm sido explorados recentemente por educadores devido ao crescimento da base de dados massivas dos estudantes (FILATRO, 2021).

Data Science (Ciência de Dados) é uma área do conhecimento interdisciplinar que tem como campo teórico e metodológico a análise e a compreensão dos fenômenos sociotécnicos por meio de quantidade massiva de dados (FILATRO, 2021). É uma disciplina que fornece princípios, metodologias e orientações para transformação, validação, análise e criação de significado a partir de dados,

explorando os dados para identificar correlações em contraposição à abordagem científica tradicional (FILATRO, 2021, P. 24).

Figura 11.2: Áreas que compõem a Ciência de Dados na Educação



Fonte: Extraído de Filatro, 2021, p.31.

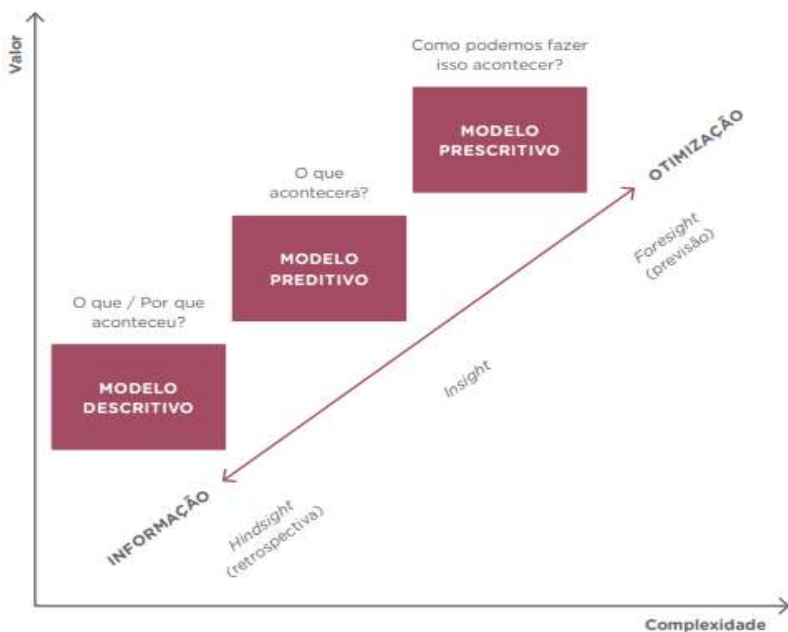
O tratamento de dados secundários, por meio de análise exploratória, pode gerar novos conhecimentos e contribuir para os processos de ensino e aprendizagem. O debate da Ciência de Dados na Educação tem início nos anos 2000, mas foi a partir de 2011 que se fortaleceu, em razão do avanço das pesquisas em Inteligência Artificial na Educação, constituindo-se como uma área interdisciplinar voltada para explorar grandes dados (*big data*) com o intuito de compreender e solucionar problemas complexos de aprendizagem (FILATRO, 2021, P. 30).

A expressão *Big Data* foi utilizada pela primeira vez em 1997 para designar “os conjuntos de dados grandes demais para serem analisados pelos sistemas tradicionais de processamento”. Com o avanço tecnológico, os dados produzidos em um dia são equivalentes a todos os dados que foram produzidos até 2003, portanto, para a análise desses dados, são exigidas novas tecnologias de “armazenamento, processamento, análise, visualização e integração” (FILATRO, 2021, P. 2).

Na Educação, as ações de estudante e docentes também geram um grande volume de dados educacionais (frequência, participação, interação, produção) que podem alimentar a base de dados para uma tomada de decisões mais otimizadas.

A Ciência de Dados na Educação (EDS) reúne, organiza, trata e interpreta fontes de dados educacionais diversas e de grande volume, criando visualizações para a compreensão de dados educacionais complexos para apoio de educadores, gestores e estudantes (FILATRO, 2021). Os dados coletados durante o processo de ensino e aprendizagem, produzidos pelos estudantes, podem contribuir para uma análise direcionada, como *“percursos, conteúdos atividades e feedbacks personalizados para criar uma experiência pessoal única”* (FILATRO, 2021, p. 18). O *Big Data* contribui para a educação a partir de três modelos de dados (descritivos, preditivos e prescritivos):

Figura 11.3: Modelos de Dados em Educação



Extraído de FILATRO, 2021, p. 19.

O modelo descritivo trata dos dados do momento presente e passado do processo de ensino e aprendizagem, tendo como base a análise dos Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem, que dão acesso à frequência dos estudantes, conteúdos mais acessados, número de visitas à determinada página, entre outros. Esse modelo pode elucidar associações que ficam ocultas com outras técnicas, como, por exemplo, a identificação de estudantes que correm risco de evadir ou podem ser reprovados no início do curso, ou até mesmo apoiar educadores a fazer correlações de melhores recursos para um melhor aprendizado (FILATRO, 2021).

O modelo preditivo possibilita o tratamento de dados massivos, podendo, assim, fazer abordagens prévias para previsão de resultados futuros com certo grau de precisão. Esse tipo de análise busca o entendimento do que acontece com o comportamento dos estudantes durante o curso. Utiliza-se de técnicas de Regressão Linear para “descobrir padrões e capturar relacionamentos em dados históricos e atuais, permitindo a projeção futura de determinado evento” (FILATRO, 2021, p. 20).

E, por último, o modelo prescritivo é obtido a partir dos dados descritivos e preditivos, e permite que tomadores de decisões percebam as melhores opções e soluções mais rapidamente (FILATRO, 2021).

Esses modelos de dados podem contribuir na educação nos seguintes aspectos, de acordo com o quadro abaixo:

Quadro 11.2: Possibilidades de uso do *Big Data* na Educação
(Extraído de FILATRO, 2021, p. 16).

Melhoria dos processos e resultados dos alunos	Com <i>Big Data</i> , é possível monitorar todas as ações dos alunos – por exemplo, analisar quanto tempo eles levam para responder a uma pergunta, que fontes preferem usar, que perguntas ignoram, que recursos didáticos funcionam melhor para quais alunos, qual é a relação entre materiais didáticos e respostas a questões etc.
Gerenciamento de programas massivos	Em programas com muitos alunos, os dados recolhidos podem subsidiar a personalização da experiência educacional – dando aos alunos oportunidades de projetar seu próprio programa personalizado, seguir aulas de seu interesse e estabelecer comunicação direta com professores, administradores e colegas.
Melhoria da experiência de aprendizagem em tempo real	Algoritmos podem monitorar como os alunos leem textos, assistem a vídeos, escutam <i>podcasts</i> etc., incluindo quantas vezes um recurso é acessado, por quanto tempo, quantas perguntas são feitas sobre determinado tópico, quantos <i>hiperlinks</i> são clicados para busca de mais informações, quantos e quais trechos são destacados ou comentados pelos alunos etc.
Melhoria do desempenho e redução de desistências	O <i>Big Data</i> permite acompanhar de perto os alunos de acordo com indicadores-chave de desempenho delineados, provendo <i>feedback</i> instantâneo, além de fornecer orientações de estudo para ajudar a reduzir o número de desistências.
Melhoria da orientação educacional por meio de estudos longitudinais	O monitoramento pode ser usado do início ao fim de um curso ou programa e ainda extrapolar os limites de um curso para verificar como os alunos se saem em situações profissionais práticas atuais ou futuras.

A partir do uso desses dados massivos, Filatro (2021) aponta três perspectivas para uso das ferramentas de IA nos processos educativos, conforme quadro abaixo:

Quadro 11.3: Perspectivas das ferramentas de IA na Educação
(Extraído de FILATRO, 2021, p. 144).

Ferramentas voltadas para o aluno	<i>Softwares</i> que os alunos usam para aprender um assunto ou Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem, adaptáveis ou personalizados ou Sistemas de Tutoria Inteligentes.
Ferramentas voltadas para o professor e tutor	Apoiam o professor e o tutor, além de reduzir sua carga de trabalho, automatizando tarefas como administração, avaliação, <i>feedback</i> e detecção de plágio. Fornecem também informações sobre o progresso da aprendizagem dos alunos, para que o professor possa oferecer proativamente suporte e orientação, quando necessário.
Ferramentas voltadas para o gestor	Fornecem informações no nível institucional (por exemplo, para monitorar índices de evasão).

A adoção da Inteligência Artificial na Educação pode possibilitar espaços de aprendizagem mais flexíveis, de acordo com a demanda dos estudantes, por meio de uma aprendizagem personalizada. Essas tecnologias podem controlar as atividades de cursos, auxiliar na curadoria de materiais didáticos na rede, fornecer atividades personalizadas, avaliar competências e disponibilizar relatórios gerenciais para docentes e gestores.

Em 2019, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2019) publicou um documento com diretrizes para gestores de políticas educacionais com o intuito de lançar luz sobre os potenciais impactos da IA na educação, tendo em vista o quarto objetivo para o desenvolvimento sustentável, proposto pela Organização das Nações Unidas, que visa promover uma educação inclusiva e de qualidade para todos.

O documento expõe diversas experiências em vários países que introduziram IA nos seus processos educativos e exemplos de como a tecnologia de IA pode contribuir na educação por meio da Ciência de Dados, a fim de melhorar a qualidade e equidade educacional de países em desenvolvimento. Inclui ainda os diversos meios pelos quais os governos estão elaborando programas educacionais para preparar estudantes num contexto de expansão das

inteligências artificiais na contemporaneidade, como a reestruturação curricular, que visa fomentar o pensamento computacional e o desenvolvimento de competências digitais nas escolas.

Há um crescente número de países que estão desenvolvendo estratégias de IA, sobretudo França, China, Coreia do Sul e Estados Unidos, que são expoentes nos investimentos em capacitação profissional, em especial no ensino superior, para Inteligência Artificial (LEE, 2019).

Na França, há um esforço em implementar políticas educacionais em IA no mestrado e doutorado, para a formação de pesquisadores nesse campo, e o incentivo a parcerias colaborativas entre as universidades e os setores industriais, promovendo uma rede universitária de estudos em IA (LEE, 2019).

Já na China está sendo desenvolvido, desde 2017, um programa intitulado “Plano de Inteligência Artificial da próxima Geração”, que pretende lançar o país ao topo mundial de inovação em IA até 2030 (LEE, 2019).

A Coreia do Sul lançou um plano diretor, intitulado “Quarta revolução industrial”, que tem como foco educativo a formação de mais de 5000 profissionais graduados em IA a cada ano, a partir de 2020, com a pretensão de atingir 50.000 profissionais de IA até 2030 (UNESCO, 2019).

Na educação profissional, Alemanha e Cingapura implementaram um sistema de créditos educativos, com o intuito de possibilitar a formação individual de profissionais desempregados ou empregados em áreas que requerem treinamento especializado (UNESCO, 2019).

Os governos desses países citados acreditam que devem estar alinhados com as demandas dos setores industriais em parcerias que visem ao desenvolvimento de habilidades relacionadas à IA. Compreende-se que o preparo de profissionais especializados em IA não deve ser apenas uma responsabilidade da educação formal, mas também de iniciativa da educação não formal e informal, como a aprendizagem por meio de cursos *on-line* abertos em massa (MOOCs) que disponibilizam, em parceria com universidades, cursos como Programação, Ciência de Dados, e Aprendizado de Máquinas.

O documento também apresenta experiências de países em desenvolvimento, como China, Uruguai, Brasil, África do Sul e Quênia, no que concerne a práticas de personalização e resultados de aprendizagem mais positivos, por meio de ambientes colaborativos e apoio de sistemas de tutores inteligentes aos professores, e, também, como a análise de dados educacionais nos Sistemas de Gestão de Aprendizagem podem melhorar a capacidade de tomada de decisões políticas.

Diante do exposto, nota-se que a inserção da Inteligência Artificial na sociedade já é uma realidade, portanto, compreendemos a importância desse debate à luz de novas perspectivas teóricas que ampliem a compreensão do desenvolvimento das tecnologias e suas relações com o conhecimento científico e a sociedade. Na Educação, consideramos fundamental debater as possibilidades, os riscos e os impactos da introdução da IA nos processos educativos, para que se possa compreender as possíveis contribuições dessas tecnologias para uma formação mais humana e igualitária.

4. Considerações Finais

Neste capítulo, tentamos lançar luz sobre a constituição da Inteligência Artificial no cenário contemporâneo e as possibilidades do seu uso nos processos educativos, por meio das ideias de Bruno Latour relacionadas aos modos de existência dos seres das técnicas.

Fica evidente a complexidade das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na contemporaneidade, tendo em vista a transgressão da Inteligência Artificial nas fronteiras entre as áreas de conhecimento. Portanto, compreende-se que a nova abordagem no campo da teoria social, proposta por Latour (2019), pode dar respostas importantes para uma releitura dos estudos CTS, contribuindo, assim, para a Educação em Ciências (FIGUEIRÊDO, 2018).

A perspectiva latouriana situa as técnicas no seu devido lugar de importância, como um modo de existência, e orienta que, para aprender a falar bem das técnicas, é preciso compreender a heterogeneidade que as compõe, e que a trajetória traçada por elas não se dá de forma linear, e, portanto, é difícil de ser seguida. Muitas vezes essas técnicas se tornam invisíveis para nós e não nos damos conta de toda a sua mediação e das redes que por elas são tecidas em

zigzague que nos “faz fazer”. Nossas ações são transformadas por esses seres quase objetos e nos tornamos seres híbridos.

A tentativa de aproximar as questões relacionadas à expansão da Inteligência Artificial do debate dos seres das técnicas, proposto por Latour, visa compreender as cadeias operatórias que constituem esses seres e dar visibilidade às mediações e agenciamentos que eles tecem.

Nesse sentido, tentamos dar visibilidade à Inteligência Artificial com intuito de compreender seus desvios, dobras e acoplamentos que dificilmente são apreendidos em razão do Duplo Clique que apaga as instaurações das mediações. Mesmo com a Inteligência Artificial permeando nossas vidas, muitas vezes, não nos damos conta de como elas afetam as nossas ações (BRUNO; BENTES; FALTAY, 2019).

A inserção da Inteligência Artificial no nosso cotidiano já é uma realidade, e, portanto, precisamos compreender os possíveis redimensionamentos das nossas interações sociais frente ao avanço dessas tecnologias.

A Inteligência Artificial é um tema controverso, pouco conhecido e debatido no campo educacional, e, embora essas técnicas já estejam sendo utilizadas na educação, é preciso compreender a composição heterogênea desses seres e a multiplicidade de combinações que é possível estabelecer. Na educação, o debate está relacionado às potencialidades da IA para a melhoria dos processos de ensino, aprendizagem, gestão, como apoio a estudantes e docentes, assim como na formulação de políticas públicas, tendo em vista que as propostas de ensino e aprendizagem por meio de IA já estão sendo produzidas e testadas em diferentes contextos.

Por se tratar de um campo de estudo multidisciplinar que combina aprendizagem profunda e linguagem natural, a Inteligência Artificial, com o processamento de grandes dados e a criação de algoritmos de programação associados a *softwares*, é capaz de auxiliar estudantes por meio Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem adaptáveis/personalizados ou Sistemas de Tutoria inteligentes. Na perspectiva do trabalho docente, a IA pode automatizar tarefas administrativas e avaliativas, assim como subsidiar informações das etapas de aprendizagem dos estudantes, possibilitando uma proposta de ensino mais personalizado. No nível

institucional, a IA pode fornecer informações para que os gestores possam monitorar, por exemplo, índices de evasão escolar

Diante dessas perspectivas de redimensionamento nos processos educativos, por meio de IA, é preciso abrir as caixas-pretas dessas técnicas para uma melhor compreensão de suas capacidades de combinações que afetam e transformam as nossas relações e práticas docentes.

Portanto, destacamos a importância de se compreender a mediação dos seres da técnica sem dicotomias, ultrapassando a noção de que apenas os sujeitos são atores sociais. Embora não saibamos dos resultados da simbiose entre homem/máquina, não devemos ter um olhar maniqueísta sobre as técnicas, voltado apenas à perspectiva de substituição das relações humanas por máquinas “inteligentes”, mas, sim, um olhar atento às concepções do que é relação, do que é social, e do que é o ser humano híbrido mediado por essas técnicas consideradas inteligentes.

5. Referências Bibliográficas

ANTONELO, Eric Aislan. **Inteligência Artificial, Educação e Trabalho: entrevista com Eric Aislan Antonelo.**

Entrevista concedida a Tacia Rocha. Disponível em: <http://periodicos.letras.ufmg.br/index.php/textolivre> Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 214-220, mai.-ago. 2019 – ISSN 1983-3652 DOI: 10.17851/1983-3652.12.2.214-220. Acesso em 01 de ago de 2022.

BRUNO, Fernanda. **Visão mediada por algoritmo: cidade, máquina e tempo.** In: FELINTO, E; MULLER, A; MAIA, A. (orgs.). Anais do Simpósio Internacional A vida Secreta dos Objetos: Ecologias da Mídia, 1 ed. Rio de Janeiro: Azougue, 2016.

BRUNO, F. G.; BENTES, A. C. F.; FALTAY, P. **Economia psíquica dos algoritmos e laboratório de plataforma: mercado, ciência e modulação do comportamento.**

Revista FAMECOS, v. 26, n. 3, p. e33095, 27 dez. 2019. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.15448/1980-3729.2019.3.33095>.

CARDOSO, T.S; SANTAELA, L. **A relevância da mediação no pensamento de Bruno Latour.** In: COUTINHO, F.;

- ALZAMORA, F.; ZILLER, J. (orgs.). Dossiê Bruno Latour. Belo Horizonte, Editora da UFMG, 2021.
- FARIA, E.S; COUTINHO, F.A. **Mapeando as conexões sociomateriais em educação em ciências**. In: COUTINHO, F.; ALZAMORA, F.; ZILLER, J. (orgs.). Dossiê Bruno Latour. Belo Horizonte, Editora da UFMG, 2021.
- FIGUEIRÊDO, Kristianne Lina. **Formação de cidadãos e a educação em ciências com enfoque CTS: uma releitura à luz da teoria ator-rede**. 2018. 199 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação Conhecimento e Inclusão Social em Educação. Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.
- FILATRO, Andrea. **Data Science na educação: presencial, a distância e corporativa**. 1. ed. – São Paulo: Saraiva Educação, 2021. 224 p.
- LATOURE, Bruno. **Investigação sobre os modos de existência: uma antropologia dos modernos**. Tradução Alexandre Agabiti Fernandez. Petropolis, RJ: Vozes, 2019
- _____. **Reagregando o Social: uma introdução à Teoria Ator-Rede**. Salvador/Bauru: EDUFBA/EDUSC, 2012.
- LEMOS, André. Prefácio. In: ANDRADE, Luiz Adolfo de. **Jogos digitais, cidade e (trans) mídia: a próxima fase**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2015. 285 p.
- LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial: como os robôs estão mudando o mundo, a forma como amamos, nos relacionamos, trabalhamos e vivemos**. Tradução Marcelo Barbão. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019.
- TAULLI, Tom. **Introdução a Inteligência Artificial: Uma abordagem não técnica**. Novatec. São Paulo, 2020.
- UNESCO. **Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development**. 2019. Disponível em:
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>

**12. RASTROS EM JOGO:
MATERIALIZAÇÃO DE UM
GAME COMO PROPOSTA DE
AÇÃO-INTERVENÇÃO EM
UM ESTÁGIO CURRICULAR
NA LICENCIATURA EM
FÍSICA**

.....
MARCIO ROBERTO DE LIMA

1. Iniciando um diálogo...

Você já parou para pensar de que forma uma pesquisa se instaura? Essa é uma questão que, apesar de sugerir uma resposta que pode ser aparentemente simples, carrega consigo entrelaçamento de eventos, sujeitos, financiamentos, instituições, normas, propósitos, materiais, métodos, interações etc., às vezes invisibilizados. Acredito que esse é um questionamento que evoca tempos e espaços constituídos a partir de relações e que transcendem o formalismo encerrado em um projeto investigativo. Assim, quando nos colocamos frente ao desafio de produzir conhecimentos no campo das ciências precisamos rever ideias estereotipadas de um (mini)mundo restrito e controlado, voltando nossa atenção para as possibilidades de composições pautadas na associação diferentes entidades que, em ação, passam a traduzir realidades.

É nesse sentido que este texto descreve um processo de pesquisa que envolveu meu estágio de pós-doutorado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), quando trabalhei na licenciatura em Física e introduzi a temática dos jogos digitais como um objeto disparador afetações na formação inicial de professores. Aqui, apresento brevemente alguns referenciais sobre jogos e seu *design*, bem como elementos da Teoria Ator-Rede³¹, assumindo-os como constructos teórico-metodológicos que subsidiaram a compreensão da experiência produzida naquela oportunidade.

Dessa forma, além de identificar elementos que formaram um coletivo híbrido e fecundo em realizações, este texto narra a instalação dessa assembleia sociomaterial e alguns de seus movimentos, os quais integraram uma realidade pedagógica que valorizou discussões, negociações, mobilização de recursos, tomada de decisões e trabalho coletivo para a materialização de um jogo digital com fins pedagógicos. O texto também assume como propósito evidenciar a Teoria Ator-Rede como uma via analítica-interpretativa de investigações no campo da Educação.

³¹ Não é objetivo deste texto prover uma introdução a Teoria Ator-Rede, trabalho esse já contemplado em outros trabalhos (COUTINHO; VIANA, 2019; LEMOS, 2013; OLIVEIRA; PORTO, 2016).

2. Mas afinal, por que aproximar jogos digitais de processos formativos?

Diferentes estudos (ALVES; RIOS; CALBO, 2014; ALVES; TORRES, 2018; ANDRADE, 2014; BEATRIZ; MARTINS; ALVES, 2009; COUTINHO, 2018; CRUZ; RAMOS, 2019; GEE, 2009; GOMES; BATISTA, 2014) já trouxeram contribuições para pensar a associação jogo-Educação como uma forma de expandir as possibilidades dos processos de ensino-aprendizagem, (re)contextualizando-os a partir de linguagens lúdicas e que propiciam alternativas para se pensar a ação docente e discente frente aos desafios pedagógicos típicos das relações socioformativas.

Assim, embora não seja novidade pensar a imbricação de jogos digitais ao campo da Educação, em outra frente de pesquisa (CRUZ; LIMA; NASCIMENTO, 2020) foi possível constatar uma necessidade de ampliação da efetivação de experiências pedagógicas incorporando *games* na formação de professores, uma vez que foram identificadas poucas iniciativas envolvendo esses objetos, o que sugere que essa proposição pode estar sendo negligenciada nas licenciaturas.

Nesse sentido, é importante entender que um

[...] jogo digital é um artefato cultural mediado por suportes informáticos, ou seja, que pode ser executado em computadores, consoles e dispositivos móveis – como *smartphones*, *tablets* etc. Assim, os jogos digitais indicam ambientes interativos, lúdicos e/ou divertidos, que visam a **atividades** com fins de entretenimento ou outros, a exemplo dos jogos pedagógicos. (ALVES, 2018, p. 381 grifo nosso)

Ao dedicarmos atenção a essa conceituação notamos a presença de um “plano de ação” previamente delimitado que, ao evocar o campo da Educação, abarca uma intencionalidade pedagógica que objetiva promover alguma afetação na aprendizagem dos jogadores. Nesse sentido, Schell (2011) esclarece que o trabalho de *design* de jogos é propiciar uma “experiência” aos jogadores a partir de estratégias motivadoras e que disparam interações. Para o autor, um *game design* parte de quatro elementos fundamentais e interdependentes: 1) **mecânica** – que compreende regras e suas

formas de operação visando alcançar um estado de vitória; 2) **narrativa** – contexto que envolve uma sucessão de ocorrências no jogo e que é responsável por possibilitar uma experiência para o jogador; 3) **estética** – que estimula os sentidos do jogador a partir de elementos audiovisuais com o intuito de lhe proporcionar uma experiência significativa; 4) **tecnologia** – diz respeito à materialidade que dá contorno de existência ao jogo e permite a interação no espaço-tempo de *gameplay*.

A partir dessas indicações percebemos que o processo de criação de um jogo é complexo e envolve diferentes frentes de trabalho. Mesmo assim, o tensionamento jogo-Educação ainda carrega consigo algo de descrença, uma vez que para “[...] instituições e educadores, o jogo ainda é visto somente como o espaço do ócio, onde a interação com ele é exclusivamente voltada para a diversão e com mínimas possibilidades para a construção de conhecimentos junto aos estudantes” (OLIVEIRA; SANTOS, 2017, p. 101).

É importante lembrar que, embora o entretenimento seja um dos elementos que perpassam qualquer jogo, as interações possíveis com ele não se encerram aí. Afinal, como um produto cultural, um jogo também pode potencializar a formação de significados a partir de sua narrativa e da experiência por ela oportunizada (SCHELL, 2011). Em aderência a essa concepção, a literatura científica já indica caminhos que encontraram no universo dos jogos maneiras para: desenvolver funções executivas (RAMOS *et al.*, 2020), ressignificar vivências formativas (LIMA; MENDES; LIMA, 2020), produzir afetações pedagógicas (LIMA; NASCIMENTO, 2021), trabalhar conteúdos curriculares de Ciências a partir de narrativas e *gameplay* (LOBO; VIANA, 2020; SOUSA; SILVA, 2021), reconceber estratégias de formação de professores a partir do projeto de jogos (PRADO; MISSEL; CRUZ, 2020) etc.

Até aqui já reunimos alguns indicadores de motivações para se investir na imbricação de jogos digitais aos processos formativos, mas não podemos ignorar as adversidades que cercam esse constructo. Para além do inevitável direcionamento de energias para superar (muitos) preconceitos e desconfianças, é preciso manter espírito aberto ao novo sem sobrevalorizar expectativas de triunfos em curto prazo.

Nesse ponto vale, então, resgatar o trabalho de Egenfeldt-Nielsen (2009) que expõe três maneiras de se incorporar jogos em processos educacionais a fim de estimular: 1) aprendizagem **por meio de jogos**, que diz respeito à incorporação de jogos pedagógicos desenvolvidos para promover o ensino de um tema específico do currículo; 2) aprendizagem **com jogos**, que abrange adaptações de práticas pedagógicas que integram jogos comerciais para explorar temas curriculares, conceitos e métodos; 3) aprendizagem **fazendo jogos**: que implica o desenvolvimento de um projeto e a implementação de um *game* (com ou sem finalidade educacional) o qual compila uma determinada temática referencial, explorando-a no formato de um jogo.

O relato que apresento na sequência é pautado na terceira vertente do pensamento de Egenfeldt-Nielsen (2009) e, portanto, descreve a produção de um projeto e a construção de um jogo digital durante uma unidade curricular na licenciatura em Física. Para ir além da concepção que trata *game* como “recurso didático”, ao me unir à rede na qual minha experiência ganhou existência, assumi(mos) “jogo” como um mediador cultural agenciador de ressignificações pedagógicas.

3. Espaço-tempo de materialização de um jogo digital como proposta de intervenção em um estágio supervisionado em Física

Antes mesmo de iniciar essa narrativa, cabe indicar que fiz a opção pela primeira pessoa do discurso para evidenciar minha presença como um dos entes que se integrou ao coletivo que a seguir será descrito e explorado. Também sinalizo que minha estratégia textual de descrição se alimentou de incertezas cuja “a ideia é simplesmente trazer para o primeiro plano o próprio ato de compor relatos” (LATOURE, 2012, p. 180), mesmo porque “nenhum pesquisador deve achar humilhante a tarefa de descrever” (LATOURE, 2012, p. 199). Nesse formato, direcionei minhas energias para conceber uma tessitura textual que valoriza a percepção, a reflexão e as afetações produzidas durante minhas ações como professor e pesquisador.

Como disse na introdução deste texto, uma pesquisa é instaurada não somente por formalismos de projeto, mas ao evocar

uma série de entidades que se relacionam, interferem e produzem trabalho com uma determinada temática de interesse de investigação. Atento às muitas interações estabelecidas nesse espaço-tempo de relações é que tive, a partir da observação e registro das expressões de ações dos envolvidos, uma forma de sistematizar indicadores que me ajudaram na produção de compreensões ligadas ao objeto de meu estudo.

Foi com essa forma de entendimento que 03/02/2020 iniciei um estágio de pós-doutorado na UFMG no qual empreendi uma pesquisa durante uma unidade curricular (UC) de estágio curricular de ensino de Física. Amparado nos aportes da Teoria Ator-Rede (LATOURETTE, 2012), um dos meus objetivos foi o de mapear afetações pedagógicas associadas à incorporação da temática de “jogos digitais” na formação inicial de professores, o que envolveu diretamente nove licenciandos em Física – três moças e seis rapazes – que colaboraram com a experiência aqui relatada. Além deles, ainda estavam conosco mais dois colaboradores: a professora supervisora do meu estágio na UFMG e um professor supervisor do estágio supervisionado dos licenciandos.

Se eu parasse por aqui, limitando-me à identificação dos 11 envolvidos na intervenção empírica, o processo de investigação estaria estritamente reduzido, sobressaindo uma perspectiva antropocêntrica. Minha narrativa teria expatriado da situação investigada uma gama de interagentes sem os quais a nossa intervenção jamais se constituiria! Mas enfim, você pode estar se questionando: o que isso quer dizer? O que desejo indicar para você é que, para além de “nós”, é preponderante explicitar que a experiência aqui sintetizada foi desenvolvida a partir de nossa associação com atores não humanos e que aqui eles são assumidos como coautores da realidade produzida.

Essa linha de trabalho investigativo considera como aporte teórico-metodológico a Teoria Ator-Rede e, a partir disso, é indispensável sermos sensíveis ao pensamento de que:

O humano, como podemos compreender agora, só pode ser captado e preservado se devolvermos a ele esta outra metade de si mesmo, a parte das coisas. Enquanto o humanismo for feito por contraste com o objeto abandonado à

epistemologia, não compreenderemos nem o humano, nem o não-humano. (LATOURE, 1994, p. 134).

Essa foi a concepção de trabalho que adotei e, ao invés de apenas examinar os atores humanos, suas habilidades e inter-relações, optei por assumir uma visão sociomaterial que os acolhe de maneira enredada e mutuamente constituída com os não humanos (FENWICK, 2014). É assim que, humanos, animais, vegetais, objetos, instituições, leis etc. estabelecem conexões vivas e, em rede, interferem mutuamente no comportamento\campo de atuação uns dos outros.

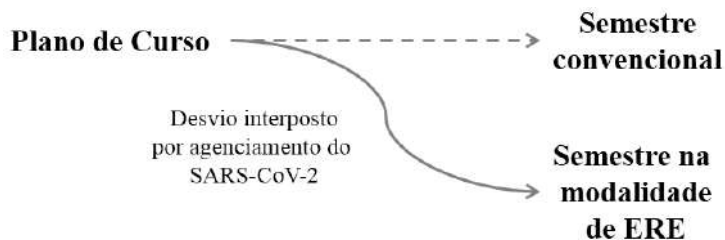
Voltando ao campo de investigação, rememoro que as ações de pesquisa do dia 03/02/2020 envolveram a concepção de um plano de ensino para uma UC da licenciatura em Física a qual seria empreendida no primeiro semestre de 2020. De fato, em 03/03/2020 nossa atividade na UC foi iniciada e, depois de ser anunciada a nossa presença como professor e pesquisador, foi realizada uma acolhida aos acadêmicos. No segundo encontro em 10/03/2020, apresentei uma proposição de plano de curso pautada na temática dos jogos digitais como uma forma de promover uma intervenção didática durante o estágio curricular daquela disciplina. Naquele encontro levantei as expectativas associadas a nossa proposição, colhi sugestões dos acadêmicos para aquele planejamento e disparei uma discussão acerca das necessidades de inovação pedagógica fomentando culturas digitais no espaço acadêmico.

Para fins de contextualização, vale registrar que em 30/01/2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) fez uso do mais elevado nível de alerta previsto no Regulamento Sanitário Internacional para anunciar que a *Corona Virus Disease* (COVID-19) representava uma emergência de saúde pública de importância internacional. E aqui chamo a sua atenção para o que veio na sequência do meu segundo encontro com os licenciandos em Física da UFMG, mais especificamente no dia 11/03/2020, quando a doença foi caracterizada como pandemia pela OMS. Notadamente, um dia após eu colocar em circulação uma proposta de trabalho junto aos alunos, surgiram os primeiros rumores de suspensão do semestre letivo na Universidade.

Todo esse esforço de narrativa tem o propósito de evidenciar como uma pesquisa extrapola aquilo que chamamos anteriormente de um “(mini)mundo restrito e controlado”. Um não humano – o *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (SARS-CoV-2) – se impôs ao nosso coletivo e sua presença e ação nos obrigaram a tarefa de reconceber nossos modos de atuação dali para frente.

Justificadamente, foi inevitável a suspensão das atividades didáticas e de pesquisa em 13/03/2020, o que não se fez ao arrepio da legislação educacional. A pandemia de COVID-19 colocou um fim àquilo que acabara de ser iniciado, interrompendo as atividades que se valiam dos espaços tradicionais de lugar na Universidade. A presença e circulação do SARS-CoV-2 disparou agenciamentos que compeliram a revisão da forma de trabalho naquele espaço público, a concepção de orientações de segurança sanitária, a formulação de aparato legal para o funcionamento das unidades acadêmicas e de seus campos de atuação etc. Após um período que envolveu essas definições, a gestão universitária disponibilizou as normativas para uma retomada das atividades didáticas seguindo a modalidade de Ensino Remoto Emergencial (ERE). Obviamente, essas normas exigiram a transposição (Figura 12.1) de nosso planejamento de maneira a assegurar legalidade, isonomia e autonomia entre os discentes objetivando a consecução e o registro de seus estágios curriculares.

Figura 12.1: Desvio de planejamento devido a pandemia de COVID-19.



Fonte: elaborado por Marcio Roberto de Lima.

A Figura 12.1 é inspirada a partir das indicações de Coutinho, Goulart e Pereira (2017) e ilustra um redirecionamento do planejamento de curso em razão dos agenciamentos interpostos pelo SARS-Cov-2. O desvio sinalizado coloca o trabalho de planejamento em um lugar distinto do original, pois novas condições de atuação –

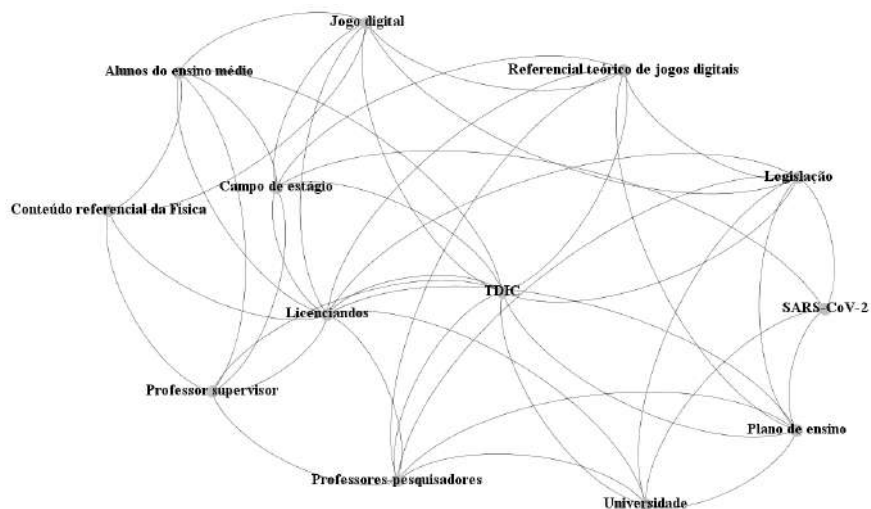
distanciamento social, mediação total do semestre por tecnologias informacionais, condições de prática no campo de estágio etc. – se estabeleceram na rede estudada. Mais uma vez chamo sua atenção para o fato de que essa reconfiguração do plano de ensino evidencia a agência de actantes não humanos como aquilo que “faz-fazer” (LATOURE, 2015) e reverbera na rede.

E foi de uma forma consciente e segura que nossas aulas foram retomadas em 04/08/2020 e se estenderam até 27/10/2020 em ERE. Durante essa intervenção, sempre observando a letra da lei, coloquei em ação o plano de ensino readaptado que incluiu: apresentações formais de conteúdos relacionados aos jogos digitais, palestras com especialistas, orientações de projeto e implementação de um jogo digital visando uma prática de estágio curricular. É impossível não reconhecer que em nossas interações e diálogos com os acadêmicos foi favorecida pela posse e disponibilidade das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e pelo fato de que éramos um grupo reduzido, aspectos que não asseveraram as muitas adversidades intrínsecas ao ERE. Também foi perceptível que o agenciamento do coronavírus interpôs uma nova lógica de presencialidade no semestre que, com o ERE, foi transposta para tempos e espaços diversos aos do regime tradicional. Ainda assim, a carga horária da UC foi empreendida e contemplou satisfatoriamente nosso planejamento de curso.

Para dar seguimento a este relato, retomo as orientações laturianas as quais valorizam a composição de um mapeamento de entidades em associação com o intuito de identificar agências e transformações. Foi nesse sentido que assumi uma atitude de “[...] seguir as **coisas** através das **redes** em que elas se transportam, **descrevê-las** em seus enredos [...] e] **estudá-las** [...] **simetricamente** [...]” (LATOURE, 2012, p. 397 grifos nossos). Aqui é significativo pontuar que essas “coisas” dizem respeito a todos os humanos e não humanos que se colocaram em associações formando um coletivo híbrido e que revela uma “rede” que “remete a fluxos, circulações e alianças, nas quais os atores envolvidos interferem e sofrem interferências constantes” (FREIRE, 2006, p. 55). Reforço que meu esforço de “descrever e estudar” as ações dos atores na rede se faz aqui de maneira a considerar uma perspectiva de simetria entre esses entes, ou seja: nesse espaço-tempo de associações a materialidade não é descartada e isso torna visível maneiras que

pessoas, substâncias, objetos, animais, documentos etc. se combinam e mobilizam para a construção do conhecimento (FENWICK, 2014). E assim, considerando essas orientações e tudo o que foi descrito anteriormente, já é possível apresentar o resultado de meu mapeamento da cena social investigada e que está ilustrada na Figura 12.2.

Figura 12.2: Mapeamento da rede sociomaterial e suas associações.



Fonte: elaborado por Marcio Roberto de Lima com o *software Gephi*.

O rizoma da Figura 12.2 exhibe os atores (ou actantes) e seus rastros associativos. Com finalidade didática, neste parágrafo optei por destacar essas entidades em negrito. Inicialmente, enfatizo que os agenciamentos estabelecidos pelo **SARS-CoV-2** transformaram a rotina da **Universidade**, pois ao atuar na rede esse coronavírus impeliu um regime de distanciamento social devido à sua capacidade de infecção e de letalidade pela COVID-19. Também é inegável que, em sua atuação e associações, o SARS-CoV-2 disparou mobilizações na esfera administrativa da Universidade, que produziu novos ordenamentos expressos na **legislação** educacional, a qual orientou regime de ERE. A consequência desses agenciamentos exigiu adaptações em meu **plano de ensino** e reconfigurou as “inter-ações” entre “nós”: **professores-pesquisadores**), **licenciandos**, **professor-supervisor** e seus **alunos do ensino médio**, durante

as práticas de **campo do estágio**. Assim, todo o trabalho entre esses últimos actantes foi mediado por **TDIC**. Como um professor-pesquisador durante o ERE empreendi junto aos licenciandos momentos de interlocução sobre parte do **referencial teórico de jogos digitais** e de sua pertinência às ações pedagógicas no campo de estágio. Nesse cenário, reitero que as atividades da UC envolveram: planejamento e construção de um **jogo digital**, orientações referentes ao projeto e desenvolvimento desse *game* e a avaliação de uma prática de ensino com o jogo no campo de estágio. Essa intervenção foi acompanhada por um professor-supervisor que elegeu a Eletrostática como **conteúdo referencial da Física** a ser trabalhado pedagogicamente com o *game* projetado e desenvolvido pelos licenciandos para os alunos do ensino médio.

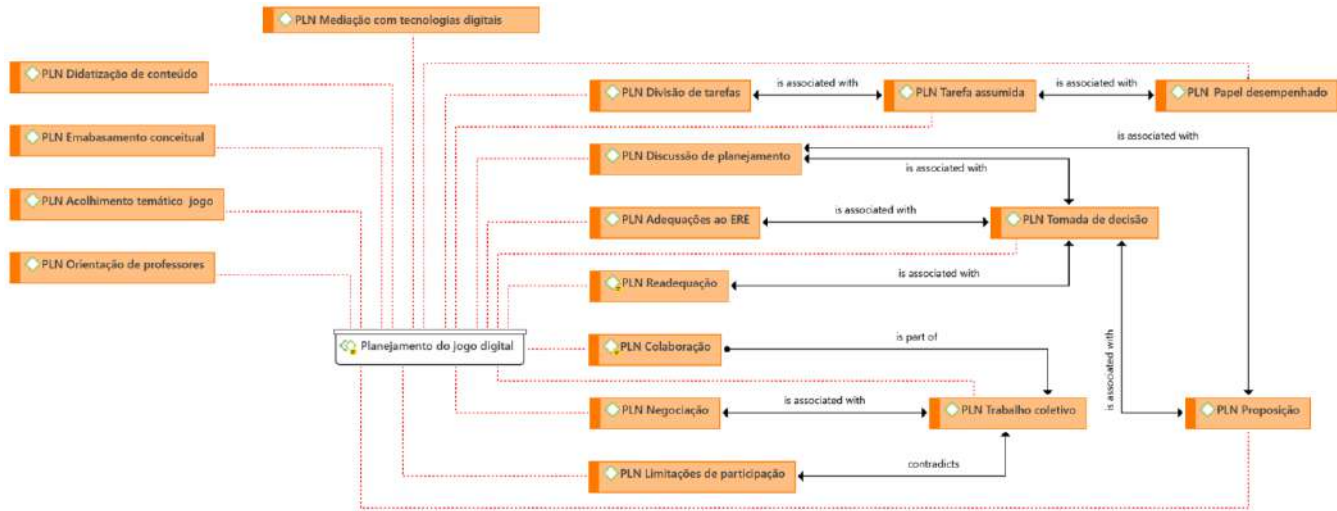
Os passos seguintes a esse mapeamento foram dirigidos à identificação das mediações (LATOURE, 2012), também ditas translações (LATOURE, 2001, p. 256), que dizem respeito ao “[...] trabalho graças ao qual os atores modificam, deslocam e transladam seus vários e contraditórios interesses” quando associados em rede. Assim, em meu trabalho de observação estive atento a aqueles, aquelas ou a aquilo que atuava e modificava um estado de coisas, produzindo modificações perceptíveis (COUTINHO *et al.*, 2016).

Nesse ponto é interessante dizer que os actantes “conteúdo referencial da Física” e “referencial teórico de jogos digitais” exigiram que os licenciandos se reunissem e se colocassem em laboração coletiva de planejamento e tomada de decisões. Isso porque para iniciar o projeto do jogo digital era necessário definir qual item de referência do currículo do ensino médio da disciplina de Física iria ser explorado no jogo a ser construído. A temática da “Eletrostática” foi escolhida a partir de uma interlocução coletiva com o supervisor externo do estágio supervisionado, que alegou que aquele seria o conteúdo da sequência de seu planejamento de aulas. Tal definição guiou a elaboração de uma narrativa para o jogo que, a partir de uma indicação de uma das licenciandas, foi pautada em questões envolvendo a eletricidade nos seres vivos. Outro licenciando colaborou com a ideia de que houvesse uma adaptação na história, incorporando uma metamorfose. Assim, ao longo do *gameplay* o jogador poderia acumular itens quando acertasse questões, formando um inventário. Ao final, com os itens de seu inventário, o jogador

conseguiria se transformar em um dos seres vivos do jogo e valer de seus poderes para salvar o mundo que corria perigo.

Em diferentes momentos, que transcenderam os encontros sincrônicos com os professores-pesquisadores e supervisor de estágio, os acadêmicos seguiram nas discussões e se enveredaram em múltiplas articulações com conteúdos e plataforma de programação de jogos. Obviamente, estava em curso uma dinâmica (Figura 3) de negociações, (re)definições e (re)construções, o que não aconteceu de maneira linear e homogênea. Todo o processo foi enredado e “[...] constituído por laços incertos, frágeis, controvertidos e mutáveis” (LATOURE, 2012, p. 49) e esteve sujeito a tensões, revisões, flexibilizações e mudanças de rota (LATOURE, 2001). Esse movimento é explicado por Latour e Venturini (2019, p. 40) que nos indicam que “os fenômenos coletivos emergem por meio do trabalho dos participantes, e se estendem tanto quanto os atores os levam adiante, e duram tanto quanto eles o aguentam”.

Figura 12.3: Intercuro de componentes de um planejamento de um jogo digital



Fonte: elaborado por Marcio Roberto de Lima com o *software* ATLAS.ti.

A Figura 12.3 apresenta um esquema com diferentes frentes mediadoras empreendidas na rede sociomaterial estudada (destacadas em negrito neste parágrafo). Nela se faz visível a articulação de múltiplas frentes de ação ligadas a um planejamento do jogo digital. Conforme já dito anteriormente, o projeto teve como ponto de partida um **acolhimento temático** (eletricidade nos seres vivos) para compor uma narrativa para o jogo, a qual organizou uma estratégia de **didatização de um conteúdo** curricular da Física (Eletrostática). A **mediação com tecnologias digitais** foi indispensável para possibilitar não somente a construção do jogo digital na plataforma *Construct*³², mas também para assegurar a comunicação entre os envolvidos e os indispensáveis cuidados sanitários exigidos pelas **adequações do ERE**, aos quais o coletivo híbrido estava sujeito. Considerando o **embasamento conceitual** de jogos e de seu *design* trabalhados ao longo do semestre letivo e a **orientação dos professores**, o agrupamento discente se envolveu em **discussões de planejamento** quando eram feitas **proposições** que exigiam **tomadas de decisões** e **readequações** de projeto. Esse **regime de colaboração** partilhado caracterizou um **trabalho coletivo** que esteve sempre sujeito a **negociações** e a **limitações de participação**. Por afinidade e da forma mais coordenada possível, cada membro do agrupamento discente se adequou a um processo de **divisão de tarefas**, o que exigia **assumir tarefas**³³ e **desempenhar um papel** a elas associados.

Todo esse trabalho forjado entre os actantes da rede estudada teve como intento a construção de um jogo digital, que foi considerado como mediador de um ambiente de ensino-aprendizagem baseado em projeto. O jogo elaborado possui mecânica simplificada e tem como meta a consolidação de um inventário de itens. Para tanto, o jogador precisa se informar no ambiente de jogo sobre as propriedades elétricas ligadas a alguns seres vivos (Figura 12.4).

³²Disponível em: <https://www.construct.net/en>

³³As tarefas eram diversas e enlearam: a) gerência de projeto; b) seleção, edição e revisão de conteúdos; c) produção e edição de audiovisual; d) design de elementos gráficos; e) programação do game; f) testagem do game; g) publicação do game em plataforma digital.

Figura 12.4: Informação de conteúdo específico sobre a aranha e cargas elétricas.



Fonte: captura de tela do jogo *Ampets*.

Posteriormente, em um desafio de associação, o jogador precisa analisar situações que envolvem as informações apresentadas ao longo do *gameplay* e fazer uma escolha entre os seres vivos e que seja compatível com o contexto apresentado (Figura 5). Em sua abertura o *game* apresenta um vídeo produzido por um dos licenciandos e introduz a narrativa. *Ampets*³⁴ é o nome do jogo digital construído e sugere um trocadilho com “Amperes” e “*Pets*”, tendo sido escolhido pelos licenciandos.

³⁴O jogo digital produzido pelos licenciandos está disponível em: <https://bityli.com/wP8Ce5>.

Figura 12.5: Desafio 1 e a escolha de um ser vivo compatível.



Fonte: captura de tela do jogo *Ampets*.

Tendo apresentado o contexto de instauração da pesquisa aqui sintetizada, a rede sociomaterial formada, as frentes mediadoras que emergiram dessa rede e do trabalho de projeto do *game*, e – ainda que de forma simplificada – algumas características do *Ampets*, é preciso destacar que os fundamentos da TAR potencializaram nossa conduta investigativa. O estágio pós-doutoral e a condução da unidade curricular da licenciatura em Física da UFMG poderiam ter seguido outro caminho: menos sensível às entidades (humanas e não humanas) que integraram o contexto de pesquisa, menos dedicado à descrição da composição de um social que é forjado nas associações estabelecidas entre esses entes e, por fim, que menos prezasse que a realidade constituída pela rede sociomaterial estudada foi produto de um trabalho situado e que emergiu das tramas do coletivo.

Mais especificamente, ao imbricar a temática dos jogos digitais e seu projeto como uma frente disparadora de afetações na formação inicial de professores, acabei por fomentar translações nos procedimentos, métodos, ideias ligadas à concepção do estágio curricular em Física. Com a Teoria Ator-Rede, estive alerta às frentes de reconfiguração das ações entre os actantes frente ao estágio em curso, pude perceber deslocamentos, rupturas, realinhamentos e movimentações ligadas ao intenso regime de inter-ações

estabelecidas em torno do objetivo de projetar, materializar o *Ampets* e disponibilizá-lo à uma frente de intervenção didática. Assim, é inegável que essa Teoria me forneceu elementos que foram decisivos para viabilizar uma compreensão da experiência produzida em conjunto com a assembleia sociomaterial que integramos na UFMG.

Ao fim desta descrição, acuso minha ciência de que a linearidade de uma narrativa pode escamotear confrontos e até mesmo sugerir uma simplificação da constituição de uma realidade que é sempre multifacetada. Entretanto, também entendo este relato como um ator-rede que, ao se colocar em associação com você e outros, pode provocar novas mediações e a produção de novos significados. Nessa trilha inspirada na Teoria Ator-Rede procurei apresentar um espaço-tempo de reflexões e múltiplas mediações, a partir do qual é impossível não reconhecer a relevância da materialidade não humana e seus agenciamentos no coletivo. Ao chegar ao fim deste caminho não carrego comigo a ingenuidade que poderia atribuir uma enganosa estabilidade à realidade que produzi junto dos demais associados na rede. De outro modo, sigo na rota disposto a olhar para o social como uma nascente de incertezas e encarando a imprevisibilidade das relações como um fluido que confere às associações o caráter da impermanência, o que é sempre instigante e surpreendente.

4. Mais (in)certezas?

Este texto relatou a instalação de uma assembleia sociomaterial no campo da formação de professores e alguns de seus movimentos. A temática dos jogos digitais imbricada às proposições de intervenção na licenciatura integrou a base de um enredo que pautou uma realidade pedagógica rica em debates, acordos, mobilizações e trabalho coletivo para a materialização de um jogo digital com fins pedagógicos.

Essa frente de ação de pesquisa e seus indicadores alimentam uma cadeia de interesses que envolvem as ações socioformativas com tecnologias, no caso específico deste trabalho com o universo dos jogos digitais. Se em nossa investigação foram evidenciadas algumas mediações que delinearam pedagogicamente uma intervenção de estágio curricular, novos questionamentos ainda aguardam novos mapeamentos e compreensões: a) pensando em um jogo pedagógico,

o ele “faz-fazer” quando circula em um ambiente de ensino-aprendizagem? b) é possível ensinar e aprender com/a partir de um jogo pedagógico? c) em que medida a legislação do campo educacional considera as/os tecnologias/jogos digitais como mediadoras do currículo? d) como o espaço e o tempo da licenciatura afetam e podem ser afetados ao elencar os objetos técnicos da cultura digital como eixos estruturadores da ação pedagógica do futuro professor?

Essas e outras questões de interesse nos inspiram a seguir em novas empreitadas de investigação e seus inúmeros desvios/recortes encontram rotas para serem percorridas e mapeadas com a Teoria Ator-Rede.

5. Referências Bibliográficas

ALVES, L. Jogos digitais. *In*: MILL, D. (org.). **Dicionário crítico de educação e tecnologias e de educação a distância**. São Paulo: Papirus, 2018.

ALVES, L.; RIOS, V.; CALBO, T. Games e aprendizagens: trajetórias de integração. *In*: LUCENA, Simone (org.). **Cultura digital, jogos eletrônicos e educação**. Salvador: Edufba, 2014.

ALVES, L.; TORRES, V. Jogos digitais e espaços de aprendizagem: desafios socioculturais e possibilidades pedagógicas. *In*: **TIC educação pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras - 2017**. [S. l.: s. n.], 2018. *E-book*. Disponível em: <https://bit.ly/3HBZlyG>. Acesso em: 17 jun. 2020.

ANDRADE, A. de A. Cidades digitais: computadores ubíquos, jogos pervasivos e novas ferramentas de aprendizado. *In*: LUCENA, Simone (org.). **Cultura digital, jogos eletrônicos e educação**. Salvador: Edufba, 2014.

BEATRIZ, I.; MARTINS, J.; ALVES, L. A crescente presença da narrativa nos jogos eletrônicos. *In*: 2009 VIII BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GAMES AND DIGITAL ENTERTAINMENT (SBGAMES 2009), 2009, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro.: IEEE, 2009. Disponível em:

https://www.sbgames.org/~sbgameso/papers/sbgameso9/culture/full/cult2_09.pdf. Acesso em: 20 ago. 2020.

COUTINHO, I. de J. Jogos digitais como espaço de aprendizagem: desafios para a formação docente. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL VIRTUAL EDUCA BAHIA*. 19., 2018, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: [s. n.], 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/y88nf6u6>. Acesso em: 27 nov. 2020.

COUTINHO, F. Â. *et al.* Seguindo uma lupa em uma aula de ciências para a educação infantil. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 381–402, 2016.

COUTINHO, F. Â.; GOULART, M. I. M.; PEREIRA, A. F. Aprendendo a ser afetado: contribuições para a educação em ciências na Educação Infantil. **Educação em Revista**, [s. l.], v. 33, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982017000100110&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 3 jul. 2020.

COUTINHO, F. Â.; VIANA, G. M. Alguns elementos da Teoria Ator-Rede. *In: COUTINHO, F. Â.; VIANA, G. M. (org.). Teoria Ator-Rede e educação*. Curitiba: Apris, 2019. p. 17–33.

CRUZ, G. R. da; LIMA, M. R. de; NASCIMENTO, S. S. do. Jogos eletrônicos na formação de professores: uma revisão sistemática no Portal de Periódicos da Capes. **Teoria e Prática da Educação**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 117–141, 2020.

CRUZ, D. M.; RAMOS, D. K. Games e formação docente. *In: SAMPAIO, F.; PIMENTEL, M.; SANTOS, E. (org.). Informática na Educação: pensamento computacional, robótica e coisas inteligentes*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019.

EGENFELDT-NIELSEN, S. **Hvordan underviser man med computerspil?** Designværkstedet: EMU, 2009.

FENWICK, T. Knowledge circulations in inter-para/professional practice: a sociomaterial enquiry. **Journal of Vocational**

Education and Training, [s. l.], v. 66, 2014. Disponível em:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13636820.2014.917695>. Acesso em: 14 jul. 2021.

FREIRE, L. de L. Seguindo Bruno Latour: notas para uma antropologia simétrica. **Comum**, [s. l.], v. 11, n. 26, p. 46–65, 2006.

GEE, J. P. Bons video games e boa aprendizagem. **Perspectiva**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 167–178, 2009.

GOMES, K. R.; BATISTA, D. L. Designer de games x Educadores: discutindo sobre jogos eletrônicos na formação de professores. *In*: LUCENA, SIMONE (ORG.). CULTURA DIGITAL, JOGOS ELETRÔNICOS E EDUCAÇÃO. Salvador: Edufba, 2014.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora**. Bauru: EDUSC, 2001.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**. São Paulo: Ed. 34, 1994.

LATOUR, B. **Reagregando o social: uma introdução à teoria do Ator-Rede**. Salvador: EDUFBA, 2012.

LATOUR, B. Uma sociologia sem objeto? Observações sobre a interobjetividade. **Revista-Valise**, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 165–188, 2015.

LATOUR, B.; VENTURINI, T. O tecido social: rastros digitais e métodos quali-quantitativos. *In*: OMENA, JANNA JOCELI. MÉTODOS DIGITAIS: TEORIA-PRÁTICA-CRÍTICA. Lisboa: ICNOVA, 2019. p. 37–46.

LEMOS, A. **A comunicação das coisas: teoria ator-rede e cibercultura**. São Paulo: Annablume, 2013.

LIMA, M. R. de; MENDES, D. S.; LIMA, E. de M. Exergames na Educação Física Escolar como potencializadores da ação docente na cultura digital. **Educar em Revista**, [s. l.], v. 36, p. e66038, 2020.

- LIMA, M. R. de; NASCIMENTO, S. S. do. Pensar e agir ‘fora da caixa’: jogo digital e produção de afetações pedagógicas na formação inicial de professores. **Ciência & Educação (Bauru)**, [s. l.], v. 27, 2021. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ciedu/a/Dnpfvb4wfyb7CLStGyyTcm/?lang=pt>. Acesso em: 6 out. 2021.
- LOBO, S. I. S.; VIANA, G. M. Análise da experiência com o jogo “Galápagos” para o ensino de conteúdos de evolução biológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 405, 2020.
- OLIVEIRA, K. E. de J.; PORTO, C. de M. **Educação e teoria ator-rede: fluxos heterogêneos e conexões híbridas**. Ilhéus: EDITUS, 2016.
- OLIVEIRA, A. C. de; SANTOS, W. de S. Pokémon Go: trilhas para a aprendizagem. In: ALVES, L.; TORRES, V. (org.). **Jogos digitais, entretenimento, consumo e aprendizagens: uma análise do Pokémon Go**. Salvador: Eudfba, 2017.
- PRADO, L. A. R. do; MISSEL, F. de A.; CRUZ, D. M. Game design e educação: formação docente e produção de jogos para alfabetização. **Revista Intersaberes**, [s. l.], v. 15, n. 36, p. 988–1009, 2020.
- RAMOS, D. *et al.* Digital games, cognitive skills, and motivation: : children’s perception in the school context. **International Journal for Innovation Education and Research**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 123–135, 2020.
- SCHELL, J. **Arte de game design: o livro original**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- SOUSA, R. G. de; SILVA, F. A. R. e. Elaborando uma análise ator-rede sobre o Role Playing Game “energizando”. **Revista Insignare Scientia - RIS**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 194–210, 2021.

**13. SEGUINDO OS RASTROS
DA COVID-19 NA
LITERATURA CIENTÍFICA:
O QUE NOS INDICAM AS
PALAVRAS-CHAVE?**

.....

**GABRIEL MENEZES VIANA
RODOLFO DIAS DE ARAÚJO
FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO**

1. Introdução

Essa segunda década do novo milênio se inicia com o alastramento de um novo vírus que infecta as vias respiratórias dos humanos e das humanas causando impactos em proporções pandêmicas nessas populações que ainda buscam entender e controlar essa nova doença, a Covid-19. A Covid-19 é uma entidade que produziu (e ainda produz) realidades provocando (re)configurações de mundo. Para este texto³⁵, propomos emular uma experiência de um cidadão comum interessado em buscar por informações científicas sobre a Covid-19 na literatura acadêmica de três campos do conhecimento: Biologia, Educação e Saúde.

Seguimos a Covid-19 e outras entidades (actantes) que estiveram associadas a essa doença e encontraram-se listadas nas redes de três campos científicos buscando entender que realidades estão sendo produzidas (LATOURE, 2020, LAW, 2012; MOL, 2008) e que conhecimentos emergem por/nessas associações (FENWICK; EDWARDS, 2010). Nesse estudo da literatura científica observamos atores humanos e não humanos interagindo e construindo realidades que essa doença tencionou (e ainda tenciona) a produzir na ciência. Nossa estratégia se fixou na busca e estudo das palavras-chave listadas nos artigos científicos. Afinal, quer seja sinalizando o objeto de estudo, os sujeitos de pesquisa, a metodologia, os referenciais teóricos, o contexto de pesquisa ou o próprio campo, as palavras-chave são partes interessadas e importantes de um estudo sendo um dos modos que os pesquisadores têm de estabelecer associações entre suas produções e o público interessado.

Há tempos, estudiosos do campo da sociologia, história e epistemologia da ciência tem se interessado por este que é um dos arautos da ciência, o artigo científico. Latour (2011), por exemplo, debruçou-se vigorosamente no estudo dos artigos produzidos pelo laboratório do professor Guillemin para entender como se organizava o campo e eram construídos os fatos científicos por esses pesquisadores da área da neuroendocrinologia. Latour (2017) também analisou as produções de seu compatriota Louis Pasteur, e

³⁵ Este capítulo apresenta dados parciais de uma pesquisa mais ampla intitulada “*Investigações sobre performances do Coronavírus e da Covid-19: implicações para a educação científica*” contemplada com financiamento na Demanda Universal – Chamada 01/2021 – Fapemig, coordenado pelo primeiro autor.

percebeu que em seus experimentos ocorria a alteração do status ontológico do objeto de estudo (do nome da ação para o nome da coisa) até que ela adquiria uma substância definida, os conhecidos micróbios de Pasteur.

Neste capítulo, partimos da premissa de que a pesquisa em educação em ciências deve passar, necessariamente, por um reconhecimento e entendimento das relações sujeito-mundo as quais, na contemporaneidade, envolve também entender a produção do conhecimento científico situado na complexidade do mundo. No campo da pesquisa em educação em ciências, alinhamo-nos, portanto, às propostas de investigações que reforçam a dialogia e a contextualização do ensino em questões sociais urgentes dos aprendizes (por exemplo, COUTINHO *et al*, 2016; MARTÍNEZ-PÉREZ; CARVALHO, 2012; MORTIMER, 2002; RATCLIFFE; GRACE, 2003; ZEIDLER *et al.*, 2019). Coutinho *et al* (2016) propõem que sejam feitas reconfigurações na educação em ciências para que os aprendizes sejam capazes de deliberarem sobre os “riscos” e “incertezas” nas sociedades, devendo considerar as dimensões ontológicas que estão intimamente associadas às configurações das realidades.

Nesse escopo, interessa-nos saber como e o quê é/foi preciso acontecer para que uma realidade se tornasse visível (LATOURE, 2002, 2011, 2012, 2017, 2020) e fomos assim provocados pelas seguintes questões: que realidades a Covid-19 está produzindo? Quem são os atores humanos e não humanos que compõe as redes com a Covid-19? Como atores humanos e não humanos se associam? Como tais realidades impactam no conhecimento científico e na pesquisa em educação em ciências?

2. Contribuições da Teoria Ator-Rede (ANT) e dos estudos de Bruno Latour e colaboradores.

A Teoria Ator-Rede (ANT³⁶) entende que o social é formado pelas associações entre entidades que atuam no mundo e, nesse sentido, a perspectiva da simetria generalizada devolve à cena social

³⁶ Do inglês *Actor-Network Theory*. Optamos por manter o nome original pela sua referência a ação do pesquisador como uma “formiga” (ANT) o qual segue rastros de perto. Assim como, pela referência ao campo da Antropologia de onde esse aparato teórico-conceitual também tem suas raízes.

a ação dos atores não humanos. Na ANT, há um abandono de macroestruturas já que elas podem aparecer somente depois (e se) as associações entre as entidades se tornarem estabilizadas (LEMOS, 2013). O social é pensado a partir de desvios, transformações, movimentos, translações, fluxos de associações e agregações entre sujeitos e objetos que o delinham (FREITAS, 2017). Nessa perspectiva, é enfatizada a incerteza da ação para seguir os rastros e observar aquilo que está acontecendo (ou aconteceu); portanto, não se deve tomar como princípio as ideias pré-concebidas e essencialistas (ALLAIN, 2015), uma vez que, estamos deixando de lado a ideia de “causa e efeito”.

A ANT compromissada com os princípios da antropologia assume a simetria generalizada para explicação dos fatos e processos sociais. Dessa forma, ela adota a agência dos não-humanos e o quê a sua incorporação nos estudos sociais poderia contribuir para nos revelar mais sobre as nossas associações políticas e morais (SAYES, 2014). Para os humanos e não-humanos, Latour confere o nome de actantes sendo entendidos como aqueles que proporcionam ação, movimento e diferença. (LEMOS, 2013) O rótulo para os atores da cena social é conferido somente após a identificação das ações e as análises de seus efeitos locais. Para a ANT, os mediadores são os actantes que foram capazes de imprimirem alguma modificação na informação que transportaram. Latour (2012) afirma que mediar para a ANT significa modificar a produção de um efeito da rede. Os mediadores “transformam, traduzem, distorcem e modificam o significado ou os elementos que supostamente veiculam” (ibidem, p. 62). Quando eles têm essa função, podem ser rastreados. Ao investigador, o ponto central passa ser “o que atua e como” (LATOURE, 2012). Já intermediário, é o termo que se confere ao actante que não foi elemento principal de análise – embora possa vir a ser – uma vez que não produziu modificação no curso da ação, ele simplesmente a transportou sem quaisquer modificações, sem transformar (LEMOS, 2013, p. 46).

Latour (2012) entende que os actantes se articulam em redes de vínculos. Assim, sua constituição se dá por relações entre as entidades, ou seja, sua ação é o que define seus efeitos, podendo ser modificado por ela ou a modificando. Na ANT a ação não tem lugar especial e único, ela é “deslocada”, com uma distribuição ampla e diversa. Para que seja possível rastreá-la é necessário seguir os

actantes, não tendo em vista a escolha de um lugar privilegiado, mas considerando onde a ação é abundante (LATOURE, 2008). Latour (1999) apresenta o conceito de *translação de interesse* compreendido como o deslocamento, a invenção e criação de um novo *link* que não havia anteriormente e que traz modificações nos agentes. Segundo Coutinho e Viana (2019, p. 20) “o termo denota um processo no qual dois actantes se tornam de tal modo relacionados que um exerce força sobre o outro.” É, portanto, um processo que relaciona, ao mesmo tempo, o desvio de uma rota em uma ação e a articulação em que os elementos expressam interesses de outros elementos. Sendo assim, toda translação envolve actantes e oferece possibilidades de interpretação de interesses (LATOURE, 1999).

O resultado dos movimentos das (des)associações dos actantes gera efeitos na rede evidenciando que alguma realidade se fez anunciar e, sendo assim, passível de análise de pesquisadores das associações. Entender a realidade como construída nesse sentido não é o mesmo que sustentar sentidos corriqueiros de “fabricação” ou “invenção”, os quais denotariam um tom de fetichismo. Tão pouco é sustentar uma relativização de “versões da realidade” em uma pulverização de pontos de vista entre os quais manter-se-ia uma realidade absoluta. Em outra direção, construir a realidade é defender que a realidade é produzida por uma série de atores que compõem os locais e que ganha forma na medida em que essas disputas vão sendo resolvidas. (LATOURE, 2009; LAW, 2012; MOL, 2008)

Na educação em Ciências observamos que ainda são raras investigações com foco nas ontologias enquanto produtoras de realidades nas quais diferentes formas de conhecimento podem emergir. É este o caminho que este texto visa construir.

3. Referenciais Teórico-Metodológicos

A pesquisa aqui apresentada se orientou também pelos aportes teóricos e metodológicos oriundos da Teoria Ator-Rede. A ANT proporciona seguir as coisas que habitam o mundo, sendo elas atores humanos e não humanos que atuam de modos diversos se associando e produzindo redes que podem ou não se estabilizarem em processos de composição de realidades.

A Teoria Ator-Rede (ANT) se distancia de um quadro conceitual hermeticamente bem delimitado em que se coloca em uma

posição de explicar a realidade de um ponto de vista privilegiado. Para isso, Latour (2012) propõe que o pesquisador ator-rede saia da posição de observar o mundo através da vidraça de uma janela para se imiscuir com as entidades que investiga tentando entender o quê e quem está atuando, assim como, os efeitos dessas associações.

Foi investigada a literatura científica entendendo-a enquanto um lócus social em que o a Covid-19 também exprimiria suas ações deixando seus rastros. Nesse espaço, a pesquisa se desenvolveu nas seguindo as etapas: (i) identificar os atores humanos e não humanos que os compõem; (ii) observar as associações que se ergue entre os atores; (iii) perceber o que se faz emergir dessas associações enquanto performances do da Covid-19.

O nosso propósito na pesquisa era o de emular a experiência de uma pessoa comum que se propusesse a buscar por maiores informações sobre a Covid-19 em artigos acadêmicos por meio da mais conhecida plataforma de buscas *on-line*, o *Google*.

O desenvolvimento da pesquisa teve como foco as palavras-chave presentes em artigos publicados em alguns campos científicos (a saber: Educação, Biologia e Saúde) e que estavam associados ao termo Covid-19. Entendemos que esses indexadores foram atentamente escolhidos pelos pesquisadores atuando como uma das portas de entrada neste lugar considerado de grande prestígio na ciência, o artigo científico. Nossa pesquisa se pôs então a representar a associação entre os actantes como propõe a Teoria Ator-Rede por meio de redes e ver que mundo (ou mundos) é (são) apresentado(s) ao leitor leigo que, por motivos diversos, busca por informações que os meios acadêmicos oferecem sobre a Covid-19. No item a seguir detalharemos com maiores detalhes a construção do processo analítico e da produção dos dados de pesquisa.

4. A Covid-19 e a literatura científica nos campos da Biologia, Educação e da Saúde: o que nos indicam os estudos?

O processo para a construção dos dados da pesquisa se iniciou com uma busca no site *Google Acadêmico* de artigos acadêmicos que contivessem os termos “Covid-19”; “Covid-19 Biologia”; “Covid-19 Educação” e “Covid-19 Saúde”. Com esses indexadores foram

encontrados 63 artigos para cada campo científico investigado, sendo 21 para cada um, no período compreendido de 29/04/2021 até 02/05/2021.

Em seguida, iniciamos uma busca por artigos em que o termo “Covid-19” era um dos descritores dentro do campo das palavras-chave e com esses termos, fomos os inseridos em uma tabela com auxílio do *Google* planilhas. Na tabela, cada palavra recebeu um código com um número criando um arquivo que foi exportado para outro *software* que elaboraria as redes, o *Gephi*. Para a composição da rede no *Gephi* adotamos três parâmetros de análises que eram calculados pelo próprio *software*, a saber: i) o peso de arestas; ii) a centralidade de intermediação e, iii) a modularidade de índices. O primeiro nos indicou que por meio de um gradiente que ia da cor branca a preta, quão vinculado um nó estava a outro, e isso evidenciava a qualidade do vínculo entre os actantes, quanto mais próximo da cor preta mais forte era essa associação. O segundo, nos forneceu uma indicação da frequência do termo no texto, sendo representado nas redes pelo tamanho do nó, quanto maior o nó maior a probabilidade de ao se seguir as associações na rede termos que passar por ele para se chegar até um outro actante. Ao mesmo tempo, esse actante se mostra com uma importância mais relevante para a própria estabilização da rede. O terceiro parâmetro de análise foi o uso da modularidade que evidenciou a formação de grupos dentro da rede, sendo assinalado pelas cores dos nós. Assim, a distribuição geral dos nós na rede foi feita de acordo com o algoritmo do *Gephi*, o *Force Atlas 2*.

4.1 A Covid-19 na literatura do campo da Biologia

Nas análises das palavras-chave da literatura do campo da Biologia e durante a elaboração do processo analítico de produção das redes notamos que alguns actantes foram apresentando significativa relevância, tais como: *Brasil*, *SARS-CoV-2*, *Diagnóstico*, *Pandemia*, *Ensino remoto*, *Ensino de Biologia*, *TICs*, *Competência Digital*, como se pode observar na figura 13.1 a seguir:

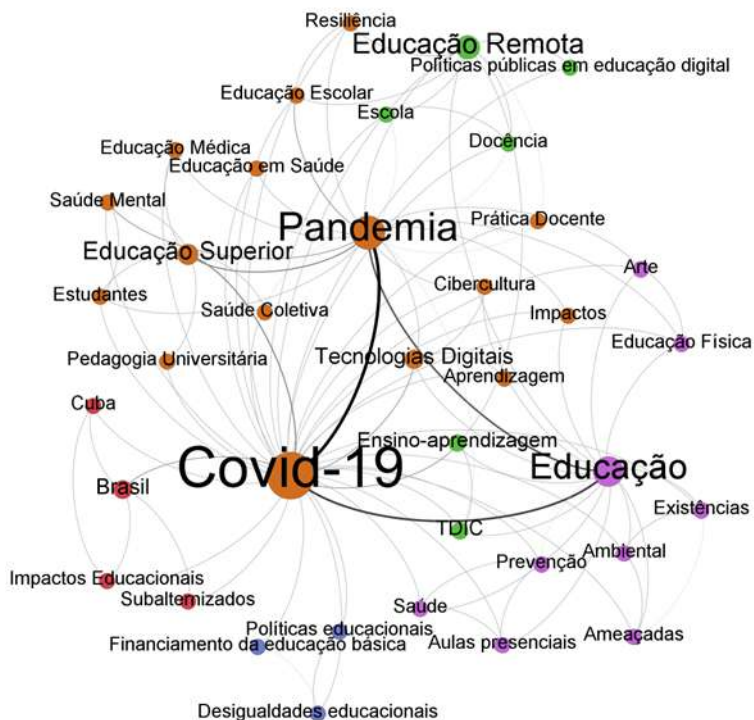
Biológicas estivessem interessados com o agente causador da doença, com as formas de detecção, seu carácter pandêmico, formas de tratamento da doença e a ciência envolvida nisso. Portanto, não por acaso tais actante surgem com tanta expressão na rede.

No entanto, também nos chamou a atenção o surgimento e relevância de outros actantes, tais como: *Ensino remoto*, *Ensino de Biologia*, *TICs*, *Competência Digital*. Dentro do grupo de cor verde, por exemplo, há dois actantes que, usando a métrica de centralidade de intermediação, evidenciam que o actante *Educação* para se associar com a *Covid-19* teve que frequentemente passar pelas *TICs* e pela *Competência Digital*. Isso nos sugere, por exemplo, uma atenção que o campo demonstra para com o impacto da Covid-19 nos sistemas educacionais demandando de docentes, dirigentes e discentes ter que lidar com competências para o uso de tecnologias da informação e da comunicação em virtude das políticas de distanciamento social e do ensino remoto. Torna-se curioso que durante uma pandemia de um vírus o campo das Ciências Biológicas esteja também preocupado e interessado em se associar de forma vigorosa a actantes que fazem emergir questões educacionais.

4.2 A Covid-19 na literatura do campo da Educação

Nas análises das palavras-chave da literatura do campo da Educação e durante a elaboração do processo analítico de produção das redes notamos que três actantes foram apresentando significativa relevância, a saber: *Covid-19*; *Pandemia* e *Educação*.

Figura 13.2: Rede de Atores com a Covid-19 na literatura do campo da Educação.



Fonte: os autores.

A Figura 13.2 nos apresenta de forma bem explícita um vínculo forte entre três actantes: *Covid-19*, *Pandemia* e *Educação*. Estes actantes organizam a rede de tal forma que fazem com que os demais se disponham em torno de três pilares. Isso nos indica que a Covid-19 impacta a Educação quando esta se torna um evento de proporções globais, pandêmica. Em torno disso, vemos o surgimento de um conjunto de actantes se associando a esses três eixos, tais como: *TDIC* (*Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação*), *Ensino-aprendizagem*, *Tecnologias digitais*, *Cibercultura*, *Escola*, *Políticas públicas em educação digital*, entre outros. Não por acaso, todos remetem a atores que estiveram envolvidos na árdua tarefa de

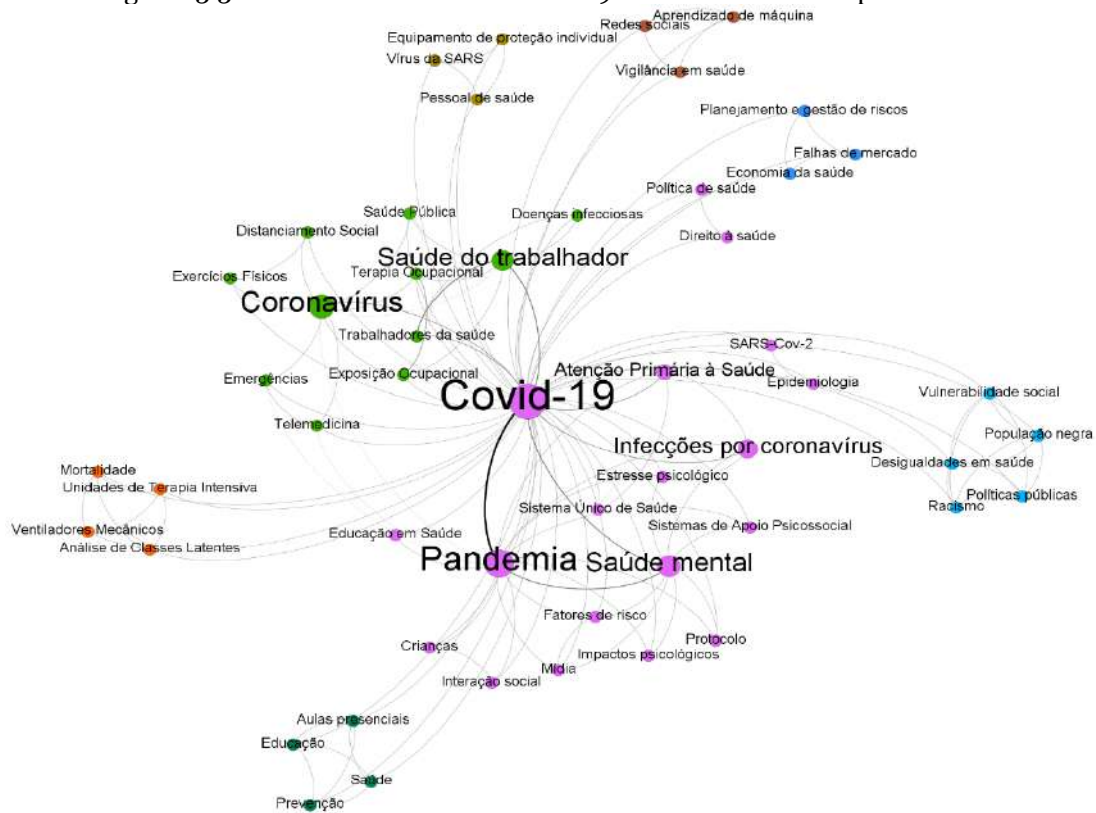
adequar o ensino em virtude do impacto das Covid-19 nos sistemas educacionais.

Nos chama a atenção o surgimento dos atores *Saúde Coletiva*, *Educação em Saúde* e *Saúde Mental* que compõem o mesmo agrupamento na cor laranja. Embora não seja possível reflexões mais aprofundadas somente pelas análises das palavras-chave, é possível inferir que o impacto da Covid-19 na literatura do campo da Educação pode ter promovido o ensino de conteúdos para uma vida em tempos pandêmicos e/ou uma preocupação para com a própria saúde (física e mental) de professores e alunos durante tempos de pandemia de Covid-19.

4.3 A Covid-19 na literatura do campo da Saúde

Nas análises das palavras-chave e durante a elaboração do processo analítico de produção das redes que compuseram a literatura do campo da Saúde notamos que alguns actantes foram apresentando significativa relevância, em especial os seguintes: *Covid-19*, *Pandemia*, *Saúde mental* e *Coronavírus*.

Figura 13.3: Rede de Atores com a Covid-19 na literatura do campo da Saúde.



Fonte: os autores.

Evidenciado pelo peso das arestas que ligam os nós (o traço na cor mais escura em preto) e pelo tamanho considerável dos nós, salta aos olhos a forte associação do actante *Covid-19* com o *Pandemia*. Isso nos indica que este campo se encontra também impactado pelo caráter pandêmico da doença, tal como na rede da Educação. Ainda neste mesmo agrupamento (na cor roxa), vemos surgir actantes como *Saúde Mental*, *Sistemas de Apoio Psicossocial*, *Impactos psicológicos* e *Estresse psicológico* que nos indicam uma preocupação dos profissionais da saúde em torno de cuidados nessa pandemia para além de suas consequências fisiológicas, mas com seu impacto nas dimensões psicológicas e emocionais dos indivíduos. Ainda, essa preocupação pode estar relacionada a uma atenção para com os próprios profissionais da saúde (médicos, enfermeiros, fisioterapeutas e técnicos) já que os actantes *Saúde do Trabalhador*, *Exposição Ocupacional* e *Trabalhadores em Saúde* encontram-se representados na rede associados à Covid-19 e ao Coronavírus.

Suspeitamos que a rede da Saúde-Covid-19 apresenta um conhecimento do agente causador da Covid-19 o qual se mostra em outras ontologias *Coronavírus*, *Sars-Cov-2*, *Infecções por coronavírus*, *Vírus da SARS*, afinal, agentes causadores de infecções respiratória são conhecidos a tempos (KAHN; MCINTOSH, 2005). Além disso, não é por acaso que essa rede já aponta um conjunto de medidas para lidar com esse tipo de patógeno *Distanciamento Social*, *Equipamentos de Proteção Individual*, *Ventiladores Mecânicos*, *Unidades de Terapia Intensiva*, *Análises de Classes Latentes*, *Protocolo*, *Fatores de Risco*, entre outros.

Um agrupamento que nos chama a atenção nessa rede é o na cor ciana no qual emergem os actantes *Vulnerabilidade social*, *População negra*, *Desigualdades em saúde*, *Políticas públicas* e *Racismo*. Isso nos mostra que a rede da Saúde percebe que o impacto da Pandemia se deu de modo diferenciados nos corpos de indivíduos negros e pobres e devendo ter uma atenção especial para essas populações. Além disso, há nessa rede o surgimento de um agrupamento (na cor verde) que sinaliza para os efeitos da Pandemia de Covid-19 nos sistemas de ensino, a emergência dos actantes *Aulas Presenciais*, *Educação Saúde* e *Prevenção* nos aponta uma preocupação do campo para com a prevenção nesses espaços sociais.

Diante dos resultados apresentados, nota-se que a Covid-19 teve substantivo impacto também nos três campos científicos

sinalizados nesta pesquisa, tanto pelo número de artigos quanto pelas associações propostas pelos actantes que surgem nas palavras-chaves. A Covid-19 não é, portanto, exclusividade de uma única ciência já que essa entidade adentra os laboratórios e centros de pesquisas da Biologia, da Educação e da Saúde provocando reações de tal modo que há uma pulverização de atores e diversificação de efeitos nos conhecimentos produzidos.

As respostas produzidas por essas ciências sobre a invasão do vírus e da doença demandam competências que não seriam específicas de cada campo científico-profissional. Afinal, as questões socioeducacionais passaram a ser alvo de interesse para além de professores e gestores educacionais, mas também de biólogos e profissionais da saúde. As questões de saúde (física e mental) dos humanos interessam também aos trabalhadores em educação, assim como, a preocupação com os corpos e mentes sadias pelos profissionais da saúde passa a estar localizada também em um contexto de questões étnico-raciais.

Os resultados nos indicam também que a Covid-19 embora esteja marcada nas redes pelo seu forte carácter pandêmico, ela também divide as populações humanas, havendo aquelas que carecem de maior atenção, como as comunidades pobres e negras. Para estas comunidades, o campo científico sinaliza uma preocupação especial dado o potencial da doença de asseveração de desigualdades sociais. Como lembrado por Latour (2012) o global necessita de ser sempre realizado e redistribuído entre locais, a Pandemia embora possa se espalhar para os corpos de todos os humanos, esses corpos não são os mesmos para o vírus e para a doença. Afinal, há aqueles que poderão se prevenir e se tratar mais e melhor que outros.

Sobre as realidades produzidas por/com essa entidade, também se percebe que o ensino remoto se configura como uma das ontologias mais significativas da Covid-19 dessa época. Algo que seria impensável há quatro anos.

5. Considerações Finais

O objetivo desse capítulo foi o de entender do que é/foi feita (ontologia) e o que se sabe/soube (epistemologia) sobre a Pandemia de Covid-19 com suas implicações para a pesquisa em educação em ciências. Como vimos, os efeitos que o vírus e a doença causaram são

de tamanha proporção que são de interesse para todas as ciências aqui analisadas. Entendemos que as redes nos sugerem que para lidar com essa realidade é demandada a produção de pesquisas trans e interdisciplinares já que essa entidade atravessa os limites clássicos do conhecimento em disciplinas estanques. Nesse sentido, a teoria ator-rede tem muito a contribuir e o que aqui se enuncia de modo acelerado pode vir a se tornar um programa de pesquisa em educação e ciências.

Para a pesquisa em educação em ciências entendemos ainda que essa discussão se faz importante quando ela nos leva a perguntar o quê e como um cidadão comum, possível aprendiz de ciências, poderia se sentir quando se coloca diante dessas realidades? Como estar diante de tais realidades pode afetar seu corpo (LATOURE, 2004; MELO, 2011)? Que diferenças elas tenderiam a construir e quê conhecimentos poderiam emergir das relações desse sujeito com elas?

Ainda sem possibilidades de apresentar respostas mais elaboradas para essas questões, ponderamos que acessar essas redes é se colocar diante de diferentes realidades que são performadas na existência social dos humanos, que invariavelmente são complexas e complicadas. Por complexa e complicada entendemos tomando emprestado os sentidos que próprio Latour (2015) confere, o seguinte: “complexa” é a presença simultânea, em cada interação, de um grande número de variáveis que não se pode distinguir corretamente e a “complicada”, a presença sucessiva de variáveis discretas que se pode tratar uma por uma e dobrar em outra sob a forma de uma caixa preta.” (p. 171) Com isso, queremos dizer que ao mesmo tempo em que é apresentada uma gama de actantes nas redes, quando eles se envolvem com os humanos e seus artefatos técnicos promovem deslocamentos abruptos misturando atores e efeitos. Portanto, fica o convite para tornar o que é complexo e complicado objeto de pesquisa na área de educação em ciências.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fapemig e a Capes pelo apoio financeiro concedido. Coutinho é grato ao CNPq pelo apoio financeiro e pela bolsa de produtividade em pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

- ALLAIN, L. R. **Mapeando a identidade profissional de licenciandos em Ciências Biológicas**: um estudo ator-rede a partir do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. 2015. 217 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-A3NEYP>>. Acesso em: 16 out. 2019.
- COUTINHO, Francisco Ângelo; FIGUEIREDO, Kristianne Lina; RODRIGUES E SILVA, Fábio Augusto. Proposta de uma configuração para o ensino de Ciências comprometido com a ação política democrática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.9, n. 1. 2016. p. 380- 406.
- COUTINHO, Francisco Ângelo; VIANA, Gabriel Menezes. Alguns elementos da Teoria Ator-Rede. In: **Teoria Ator-Rede e Educação**. COUTINHO, Francisco Ângelo; VIANA, Gabriel Menezes. (Org.) .1. ed. Curitiba: Appris, 2019. p.17-37
- FENWICK, Tara; EDWARDS, Richard. Actor-Network **Theory in Education**. London: Routledge, 2010.
- FREITAS, A. P. da S. **A materialidade do espaço-tempo na formação de professores de ciências da vida e da natureza no âmbito da licenciatura em educação do campo**: um estudo a partir da teoria ator-rede. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação)-Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-AWGNLD>>. Acesso em: 18 out. 2019.
- KAHN, J. S.; MCINTOSH, K. History and recent advances in coronavirus discovery. **The Pediatric Infectious Disease Journal**, v. 24, n. 11 Suppl, p. S223-227, discussion S226, nov. 2005.

- LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. 34.1994.
- LATOUR, Bruno. **Reflexão sobre o culto moderno dos deuses fe(i)tiches**. Bauru, SP: EDUSC, 2002.
- LATOUR, Bruno. How to Talk About the Body? The Normative Dimension of Science Studies. **Body & Society**, v. 10, n. 2-3, p. 205-229, 2004
- LATOUR, Bruno. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. 2. ed. São Paulo: Ed. Unesp. 2011
- LATOUR, Bruno. **Reagregando o social**. Bauru, SP: EDUSC/Salvador, BA: EDUFBA. 2012.
- LATOUR, Bruno. Uma sociologia sem objeto? Observações sobre a interobjetividade. Revista-Valise, Porto Alegre, v. 5, n. 10, ano 5, dezembro de 2015. 2015. [Trad. Rafael Leandro Götz]
- LATOUR, Bruno. Une sociologie sans objet? Remarques sur l'interobjectivité. **Sociologie du Travail**, 4, p. 587-607, 1994. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/RevistaValise/article/view/61073>
Acesso em: 15 de fev. de 2022.
- LATOUR, Bruno. **A esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. Bauru: EDUSC, 2017.
- LATOUR, Bruno. **Imaginando gestos que barrem o retorno ao consumismo e à produção insustentável pré-pandemia**. (Trad.) Déborah Danowski. Entrevista ClimaInfo em 3 de abril de 2020. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2020/04/02/barrar-producao-insustentavel-e-onsumismo/> Acesso em: 25 de mar. de 2021.
- LAW, J. Collateral Realities. In: BAERT, O; RUBIO, F. D. (Ed.). **The Politics of Knowledge**. England: Routledge, 2012.
- LEMONS, A. **A Comunicação das coisas**: Teoria ator-rede e cibercultura. São Paulo: Annablume, 2013.

- MARTÍNEZ-PÉREZ, L.; CARVALHO, W. L. P de. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v38, n. 3, p. 727-741, 2012.
- MELO, M. F. A. Q. Discutindo a aprendizagem sob a perspectiva da teoria ator-rede. **Educ. rev.**, Curitiba, n. 39, p. 177-190, abr. 2011.
- MOL, A. Política ontológica: algumas ideias e várias perguntas. In: NUNES, J. A; ROQUE, R. (Org.). **Objectos impuros: experiências em estudos sociais da ciência**. Porto: Edições Afrontamento, 2008. p. 63-78.
- MORTIMER, E. F. atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta Sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, V7(3), pp. 283-306, 2002.
- RATCLIFFE M.; GRACE M. **Science education for citizenship: teaching socioscientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.
- SAYES, E. Actor Network Theory and methodology: Just what does it mean to say that nonhumans have agency? **Social Studies of Science**, Kingston, v. 44, n.1, p. 134-149, 2014.
- ZEIDLER, D. L.; HERMAN, B. C. & SADLER, T. D. New directions in socioscientific issues research. **Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research**, 1 (11): 1-9, 2019

**14. O MÉTODO FOTOVOZ E
ABORDAGEM DE SABERES
POPULARES NA EDUCAÇÃO
EM CIÊNCIAS EM ESCOLAS
DO CAMPO:
RASTREANDO MODOS DE
EXISTÊNCIA CAMPESINOS**

.....
**ANA PAULA DA SILVA FREITAS
FRANCISCO ÂNGELO COUTINH**

1. Introdução

Diversos trabalhos destacam a importância de considerar “a voz da realidade local” no ensino de Ciências no âmbito da Educação do Campo³⁷, conforme investigado por Souza et al. (2020), em periódicos nacionais e internacionais.

São pesquisas que, por meio da valorização de tradições orais, problemas ambientais das comunidades e/ou questões socioculturais, buscam inserir conhecimentos e práticas camponesas no processo educativo em sala de aula (SOUZA et al., 2020) e desenvolver um diálogo de saberes (SILVA; FREIXO, 2020). Entende-se por saberes populares os conhecimentos construídos nas experiências de trabalho, na comunidade ou os que estão diretamente associados às vivências familiares (CONTE; RIBEIRO, 2017).

Os saberes populares no âmbito do Ensino de Ciências podem ser investigados, por exemplo, na perspectiva de novas alternativas didáticas, da troca de conhecimentos com a comunidade, da investigação de transformações ocorridas com os saberes ao longo do tempo e de reflexões teóricas que articulam saberes populares com o Ensino de Ciências (XAVIER; FLÔR, 2015).

Especificamente no âmbito de novas alternativas didáticas, Xavier e Flôr (2015) apontam o desenvolvimento de materiais, experimentos e sequências didáticas que insiram e discutam os saberes populares, nos diferentes níveis de ensino. Já a troca de conhecimentos com a comunidade tem como foco a devolutiva para a comunidade, por meio do estudo e do aperfeiçoamento de práticas investigadas.

O presente capítulo se propõe a apresentar uma estratégia metodológica que utiliza fotografias e áudios como possíveis

³⁷ Modalidade de educação cujo vínculo de origem no Brasil são os movimentos sociais camponeses em estado de luta, sobretudo o Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra. Surgiu no final da década de 1990 como uma crítica projetiva de transformações, sejam no âmbito do direito à educação, da luta pela terra, pelo trabalho, pela igualdade e pela dignidade de condições de vida no campo (CALDART, 2009). Atualmente, a Educação do Campo é pautada por políticas públicas e abrange os diferentes níveis de ensino, da Educação Básica à Educação Superior como, por exemplo, os cursos de Licenciatura em Educação do Campo.

mediadores de saberes populares campesinos, presentes em realidades vivenciadas por estudantes de uma escola do campo³⁸.

Trata-se do método fotovoz, por meio do qual os participantes tiram fotos e fazem relatos a partir delas para contar histórias sobre fenômenos particulares (RODRIGUEZ et al., 2021). Além de possibilitar o engajamento dos estudantes de escolas do campo com questões importantes de suas comunidades, em nosso entendimento, o fotovoz pode se configurar como um potente recurso para a investigação de modos de existência pelos quais os estudantes campesinos transitam, além de poder contribuir para a produção coletiva de conhecimento no contexto escolar.

Modos de existência são compreendidos como valores que circulam em redes e que possuem suas próprias condições de felicidade e veridicção³⁹, conforme apontado por Bruno Latour⁴⁰ em sua obra *Investigação sobre os modos de existência: uma antropologia dos modernos* (2019). Cada modo de existência tem o seu modo de julgar o que é verdadeiro, o que é falso e o que tem sentido.

Desse modo, ao invés de considerar os diversos saberes dos povos campesinos como “diferentes interpretações da natureza” ou como “questões culturais e/ou visões de mundo”, é pertinente reconhecer que podem se tratar de modos de existência diferentes, sendo todos ontologicamente importantes.

Este capítulo apresenta dados parciais de uma pesquisa de Doutorado em andamento. A partir de registros de fotografia e áudio feitos por dois educandos do Ensino Médio de uma Escola Família Agrícola⁴¹ (EFA) de Minas Gerais, foram identificados saberes

³⁸ Escola situada em área rural, conforme definida pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE ou aquela situada em área urbana, desde que atenda, predominantemente, às populações do campo (Resolução SEE 2820/2015).

³⁹ Modos de veridicção são modos de reivindicar uma verdade dentro de um ato de fala.

⁴⁰ Sociólogo e antropólogo da Ciência que escreveu mais de 20 livros e publicou mais de 150 artigos. Sua obra é referência para diversas áreas de investigação como a antropologia, a filosofia, a educação, a comunicação, história, dentre outras (ALZAMORA et al., 2021).

⁴¹ As EFAs são escolas comunitárias cuja gestão fica a cargo da Associação das Famílias existente em cada escola, a qual envolve a participação dos agricultores, estudantes, entidades e organizações parceiras (SILVA, 2012).

campepinos que, ao nosso ver, estão associados a modos de existência que diferem do “científico”.

Além de apresentar dados do fotovoz, discutiremos como os diferentes modos de existência dos camponeses podem emergir nas aulas de Ciências e, a partir de relatos de um professor da escola parceira, buscaremos compreender o papel do ensino de Ciências na valorização desses modos e na colaboração para que não sejam julgados a partir de uma única chave de interpretação do mundo: aquela dada pela Ciência Moderna.

2. Apontamentos sobre os modos de existência de Bruno Latour

A obra *Investigações sobre os modos de existência: uma antropologia dos modernos* (ISME) de Bruno Latour (2019) é um livro propositivo que oferece subsídios para o mapeamento de realidades a partir do rastreamento de fluxos de ação que passam por diversas entidades heterogêneas (humanas e não humanas).

Cada modo de existência corresponde a uma ontologia local e singular. De acordo com o Dicionário Básico de Filosofia (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2008, p. 259), ontologia é a ciência do ser ou metafísica geral, a teoria da essência do real.

Nesse sentido, cada modo explicitado na obra de Latour é uma forma de afirmar existências particulares, as quais possuem as suas próprias condições de felicidade e de infelicidade. Essas condições dizem respeito àquilo que é considerado verdade ou falsidade e ao que realmente importa na vigência de um modo de existência específico.

Não será objetivo deste trabalho explicitar as particularidades de cada um dos modos⁴² de existência da ISME de Latour. Apenas para citar alguns exemplos, podemos destacar os modos da Política [POL], da Religião [REL], da Técnica [TEC] e da Organização [ORG].

⁴² Na obra de Latour (2019), estão indicados os seguintes modos de existência: Reprodução, [REP]; Metamorfose, [MET]; Hábito, [HAB]; Técnica, [TEC]; Ficção, [FIC]; Referência, [REF]; Política, [POL]; Direito, [DRO]; Religião, [REL]; Apego, [ATT]; Organização, [ORG]; Moralidade, [MOR].

Para encontrar um modo, é preciso identificar seu hiato, sua trajetória e suas condições de veracidade (felicidade e infelicidade), bem como os seres que o modo institui e a alteração a que esses seres estão sujeitos.

O conceito de hiato refere-se a uma descontinuidade e da ação de superá-la. Os hiatos variam de um modo de existência para outro, caracterizando-os. Se não fossem as pequenas interrupções (pequenos hiatos), a continuidade do curso de uma ação não estaria garantida (Latour, 2019).

Já a trajetória significa tanto o percurso quanto a travessia das descontinuidades (hiatos) de um modo de existência. A trajetória é o sentido no qual se deve compreender um curso de ação, a direção na qual convém se engajar e é ela que define se algo é jurídico, científico ou religioso.

Um outro conceito importante é o de seres, os quais são os existentes que ficam nos rastros das trajetórias e que ficam mudando, articulando-se para garantir a sua própria continuidade (LATOURE, 2019).

O conceito de alteração, diz respeito às alteridades que garantem a subsistência dos seres de cada modo de existência.

Além dos modos de existência, Latour apresenta três metalinguagens de sua investigação: Rede [RES]; Preposição, [PRE]; e Duplo Clique, [DC]. A RES é um modo de exploração das entidades necessárias à existência de outra, isto é, permite que um ser passe por outros para existir.

A PRE é considerada a chave de interpretação de um modo, a posição de julgamento que vai permitir a comparação entre modos diferentes, bem como a extensão e a trajetória da rede. Ela tem relação com indícios, pegadas ou rastros que indiquem o modo de existência em que se está.

Já o DC é um “gênio maligno” que promove todo e qualquer processo de purificação, anulando as mediações e a rede. Ele “mantém o mesmo, apesar do outro” e sempre coloca causa e consequência em uma linha reta.

A partir dos dados produzidos por dois estudantes de uma EFA, pretendemos rastrear preposições de alguns modos de

existência e os saberes que esses modos veiculam, bem como discutir como eles podem passar a Educação em Ciências no âmbito da Educação do Campo.

3. O método Fotovoz e o contexto da pesquisa

O fotovoz é mais frequentemente utilizado em pesquisas de saúde pública, mas tem sido adaptado para vários campos acadêmicos (SPRAGUE et al., 2021). Trata-se de uma abordagem que, a partir de questões norteadoras, estimula os participantes a conhecerem questões relevantes da sua realidade por meio de fotografias, áudios e discussões coletivas. Com o fotovoz, há o intuito de que as discussões alcancem pessoas e/ou entidades estratégicas no âmbito de criação de políticas (COOK, 2016).

Lemos (2021, p. 182) ressalta que, por meio da fotografia, os objetos não estão mais isolados no soterramento e que “desvelados, esses objetos ganham novas trajetórias e, assim, são trazidas à discussão pública, à circulação da palavra, à política, portanto”.

Os dados apresentados neste capítulo são de uma pesquisa de Doutorado sobre práticas ontológicas da Educação em Ciências em escolas do campo. Será apresentado um recorte com dados de uma das escolas parceiras, uma EFA localizada na Zona da Mata Mineira.

Todas as EFAs têm o seu funcionamento pedagógico pautado na alternância⁴³ de tempos-espacos de aprendizagem. Os estudantes alternam entre períodos na escola (Tempo Escola) e períodos junto à família (Tempo Comunidade), com uma interação entre meio socioprofissional e meio escolar, em que um intervém no outro, promovendo o desenvolvimento pessoal e comunitário (PETRI; FONSECA, 2020). Especificamente na EFA participante da pesquisa, a alternância pedagógica é de duas semanas na escola (regime de internato) e duas semanas junto aos familiares.

⁴³ A Pedagogia da Alternância permite a integração de períodos de formação na escola e de períodos de formação na família/comunidade, o que possibilita a adequação do processo formativo à realidade dos educandos, sobretudo à realidade de vida e de trabalho no campo. Tendo surgido na França em meados da década de 1940, no âmbito das *Maisons Familiales Rurales* (MFR), a Pedagogia da Alternância foi adotada posteriormente em escolas de outros países (SILVA, 2012). As experiências pioneiras no Brasil ocorreram no final da década de 1960, com as primeiras Escolas Famílias Agrícolas (PETRI; FONSECA, 2020).

O engajamento de estudantes do Ensino Médio da EFA parceira com a proposta só foi possível devido ao contato inicial entre eles e a pesquisadora em fevereiro e março de 2020 (antes do início da pandemia de Covid-19), quando a pesquisadora visitou a instituição durante um Tempo Escola das turmas de Ensino Médio.

Em meados de março de 2020, as aulas presenciais na escola foram suspensas e, depois de dois meses, as atividades escolares passaram a ser encaminhadas para os educandos por meio do WhatsApp.

No segundo semestre daquele ano, foi solicitado aos estudantes do segundo e do terceiro⁴⁴ ano do Ensino Médio que, a partir de uma questão proposta pela pesquisadora, tirassem fotos que tivessem relação com a questão enviada e gravassem um áudio explicando a (s) fotografia (s). As orientações para o envio do material foram dadas por meio de um vídeo explicativo gravado pela pesquisadora e inserido em seu canal do Youtube⁴⁵.

Foram enviadas quatro propostas para os estudantes registrarem por meio do fotovoz: 1) O que existe em seu território e que me relaciona com a EFA; 2) Saberes que foram passados de geração em geração; 3) Problemas ambientais da comunidade e/ou soluções; 4) Perspectivas futuras.

Para este capítulo, foram selecionados os registros da proposta 2 (saberes tradicionais) feitos por um estudante do segundo ano (Júnior) e por uma estudante do terceiro ano do Ensino Médio (Brisa). A orientação para os registros de fotografia e áudio no que diz respeito a essa proposta teve como base uma situação problema que surgiu no período em que a pesquisadora acompanhou algumas aulas presenciais de uma turma do terceiro ano do Ensino Médio da EFA.

⁴⁴ Apenas estudantes do segundo e terceiro ano enviaram o termo de compromisso livre e esclarecido assinado por um responsável, logo, apenas estes estudantes participaram do processo de coleta de dados.

⁴⁵ Optou-se por colocar os vídeos explicativos no Youtube para facilitar a visualização dos estudantes, uma vez que dessa forma eles precisariam apenas estar conectados à internet e não seria necessário fazer o download do material. Os vídeos foram inseridos no canal da pesquisadora no modo “não listado”, ou seja, apenas quem tivesse o link conseguiria ter acesso.

Em uma aula de Agricultura⁴⁶, o professor estava explicando sobre escalonamento de plantio e, em um determinado momento, foi falado sobre o plantio da abóbora. Segundo o professor, a abóbora mais aceita no mercado é muito sensível às chuvas intensas, requer bastante adubação e as flores precisam de fecundação manual. Nesse momento, um estudante comentou que se ele fosse fazer a fecundação manual na flor de abóbora da casa da avó dele, certamente a avó iria “surtar”. Segundo o estudante, a avó comenta que ele não pode nem ver a abóbora, porque esta pode cair do pé.

A partir desta situação-problema, pediu-se para os estudantes identificarem saberes que foram passados de geração em geração, no âmbito de suas famílias, e que são marcantes para eles.

Os registros foram feitos pelo celular pessoal dos estudantes e enviado para a pesquisadora pelo aplicativo de mensagem WhatsApp. Os áudios foram transcritos na íntegra para facilitar o processo de análise dos dados.

É válido ressaltar que, na pesquisa de Doutorado em questão, o método fotovoz precisou ser adaptado em função das limitações impostas pela pandemia de Covid-19 e o consequente fechamento da escola. Nesse sentido, não foi possível ter encontros com os estudantes para discutirem as fotografias e gerarem reflexões coletivas a partir destes materiais.

4. Resultados

No segundo semestre de 2020, o estudante Júnior enviou para a pesquisadora as imagens abaixo e, em seguida, é possível ler o seu relato sobre as fotografias (Figura 14.1):

⁴⁶ Disciplina do curso técnico de Agropecuária ofertado pela instituição, de modo integrado ao Ensino Médio regular.

Figura 14.1: Fotos enviadas pelo estudante Júnior – 2º ano do Ensino Médio - 06/10/2020.



Fonte: banco de dados da autora.

“A primeira foto é de um cacho de banana e a segunda é de uma abóbora, tudo daqui de casa mesmo. Isso foi para exemplificar o dito popular que é bem... muito similar, do exemplo que você citou no vídeo. É... Minha mãe, minha vó, costumam falar que não pode ficar olhando muito, elogiando sem falar ‘Benzadeus’, tanto para as frutas quanto para abóbora, chuchu, essas coisas... porque senão eles murcham ou dá bicho, é... só que não é igual do vídeo, que era só com a abóbora... A minha mãe fala que não pode fazer com nada, tudo que você for elogiar desse tipo, tem que falar ‘Benzadeus’, e essas coisas assim.” **(Júnior, estudante do 2º ano do E.M).**

Já a estudante Brisa, do terceiro ano do Ensino Médio, escolheu um saber popular ligado à produção artesanal de queijos. Vejamos a fotografia e o relato da estudante (Figura 14.2):

Figura 14.2: Foto enviada pela estudante Brisa – 3º ano do Ensino Médio - 04/09/2020.



Fonte: banco de dados da autora.

“Essa foto é na minha casa. A minha mãe sempre quando está fazendo queijo, ela sempre reza para as três pessoas da Santíssima Trindade, que é para o queijo ficar bom” **(Brisa, 3º ano do E.M.)**.

Em uma entrevista feita com um dos professores da EFA (Diego) durante uma visita realizada em novembro de 2020, a pesquisadora perguntou se ele costuma identificar saberes populares levados pelos estudantes para a sala de aula. Diego disse que isso é mais comum entre os estudantes quilombolas⁴⁷ e da Educação de Jovens e Adultos.

Quando informado sobre os dados que a estudante Brisa enviou por meio do fotovoz, vejamos o que o professor comentou:

⁴⁷ Estudantes que residem em comunidades remanescentes de quilombos, as quais possuem direitos territoriais coletivos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2019 existiam 5972 localidades quilombolas no Brasil. Fonte: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/21311-quilombolas-no-brasil.html>. Acesso em 16 jun. 2022.

Diego: Minha avó foi professora, ela tem um conhecimento, ela fala disso mesmo, não lembro agora a quantidade que tem que rezar. Mas o rezar é o quê? Porque vai dar o tempo que você tem que ficar lá apertando a massa. Entendeu? Ela sempre falava isso comigo, minha bisã, no caso... Eu acho que tinha que rezar um tanto lá, não sei quanto que é mesmo não. Você não pode apertar um pouquinho e sair, você tem que ficar ali apertando a massa mais tempo, então são coisas assim, mas você vai falar com a pessoa que está errado? Não, é o jeito dela contar o tempo dela, né? É muita coisa assim. Muita coisa que você for ver tem um fundo de verdade, mas eu não tinha... não entro nesses assuntos não.

5. Análise dos dados e discussões preliminares

Como ponto de partida para quaisquer análises no âmbito da ISME de Latour, é importante destacar os cursos de ação que, neste trabalho, foram evidenciados por meio das fotografias e dos relatos dos estudantes. No caso do estudante Júnior, o curso de ação diz respeito à lida com plantações e ao processo de elogiar a produção agrícola. De acordo com a avó e a mãe dele, para que esse curso de ação se concretize, é necessário sempre passar pela expressão “Benzadeus”.

O conteúdo da trajetória em questão é o pensamento de adoração e/ou reverência a Deus. Ainda que mais dados sejam necessários para análises aprofundadas, a partir do relato de Júnior sobre as fotografias, é possível identificar uma Preposição [PRE] que marca o modo de existência da Religião [REL]. Especificamente na situação relatada, as condições de felicidade desse modo dizem respeito ao fato de colocar Deus em presença e proteger a produção agrícola. Já as condições de infelicidade estão ligadas a afastar Deus e a possibilidade de perder a produção (os frutos podem cair do pé, “dar bicho”, etc.).

Apenas as fotografias não iriam nos dar subsídios suficientes para o rastreamento dos modos de existência relacionados às plantações da família de Júnior. A bananeira e o pé de abóbora podem, por exemplo, passar pelos modos ligados à Economia, pelo modo da Técnica, da Organização, dentre outros. No entanto, o relato

de Júnior nos permite fazer um cruzamento entre os modos da Reprodução [REP] e da Religião [REL].

O modo REP diz respeito aos existentes que obedecem às condições de felicidade “ser ou não ser mais”. Compreender os existentes da REP diz respeito a tudo o que se mantêm: um idioma, um corpo, uma ideia ou até mesmo uma instituição (Latour, 2019). As plantações evidenciadas por Júnior, por exemplo, se mantêm com o passar do tempo, já que são feitas no âmbito da agricultura familiar⁴⁸ e o modo agroecológico de produzir é passado de geração em geração.

Muito mais do que nutrientes do solo, gás carbônico, água, luz solar, dentre outros fatores ambientais importantes para a subsistência, as plantações da família de Júnior também precisam ser abençoadas pela expressão “Benzadeus” antes de qualquer elogio com relação ao bom desenvolvimento dos vegetais. Trata-se de conexões entre os existentes (plantas alimentícias) e a crença. Ao fazermos o cruzamento [REP]-[REL], é possível identificar os valores do cuidado com a terra e com as plantas e, concomitantemente, os valores da fé.

Segundo Latour, é necessário realizar cruzamentos entre os modos, sempre dois a dois. Somente assim será possível entender quais são os valores de cada um. O cruzamento geralmente se revela pela prova dos erros de categoria⁴⁹ referentes a uma ou outra das condições de felicidade.

Um cruzamento permite comparar dois modos, duas conexões, dois tipos de condições de felicidade, revelando, por meio de uma série de provas, os CONTRASTES que tornam possível definir o que eles têm de específico, bem como a história, muitas vezes atormentada, de suas relações. Devemos nos ater a tratar cada cruzamento, cada contraste, como um assunto à parte que cada situação solicitará sua própria

⁴⁸ Júnior e a família residem em um assentamento do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST) na Zona da Mata de Minas Gerais. Eles produzem diversos itens agrícolas e artesanais que são comercializados em cestas agroecológicas, por meio de uma cooperativa de famílias assentadas.

⁴⁹ Erros que ocorrem quando são utilizadas condições de felicidade de um modo de existência para ler ou julgar as condições de existência de um outro modo (Latour, 2019).

elaboração (LATOURE, 2019, p. 63, grifo no original).

No caso apresentado pela estudante Brisa, o curso de ação a ser analisado é a produção de queijo artesanal. Segundo sua mãe, para que a produção seja bem-sucedida, é necessário rezar para a Santíssima Trindade⁵⁰. Pela trajetória da ação evidenciada pela fotografia e pelo relato de Brisa, é possível identificar também a Preposição que marca o modo de existência da Religião. A condição de felicidade é colocar entidades superiores em presença (especificamente na fé católica, é o Pai, o Filho e o Espírito Santo) e as condições de infelicidade é a perda de qualidade do queijo produzido.

Os seres que perpassam o curso de ação fazem parte do modo de existência da Reprodução [REP] tendo em vista que eles também são existentes que se mantêm com o passar do tempo, por exemplo, de uma geração para outra da família de Brisa. Fazem parte da rede (RES) de produção de queijo artesanal as vacas, o leite, o coalho, as mãos da produtora, as fôrmas para colocar a massa do queijo, dentre outros. Todavia, para que o queijo fique bom (sabor, textura, etc.), um ser de outro modo de existência precisa estar presente: a oração.

Nesse sentido, também é importante fazermos o cruzamento [REP]-[REL] para que os valores de cada um dos modos de existência envolvidos sejam identificados e compreendidos.

É pertinente ressaltar que a prática de produção de queijo artesanal é muito diferente de uma produção conduzida pelo agronegócio, por exemplo. Na produção artesanal, o tempo de preparo, o modo de vida das vacas que produzem o leite, a proporção dos ingredientes e a participação das pessoas no processo são muito particulares.

Já no âmbito do agronegócio, tudo é voltado para a produção em larga escala e não há espaço, por exemplo, para saberes populares como o da mãe de Brisa, apenas para saberes ligados à Ciência Moderna e/ou à Economia, com foco nos lucros.

Ao analisar o comentário do professor Diego, é válido destacar que a produção de queijo associada às orações também fez parte da

⁵⁰ Crença em um Deus que se manifesta em três pessoas consubstanciais, sendo todas elas sagradas.

experiência de sua bisavó a qual, segundo ele, comenta sobre esse saber com os familiares. Nesse sentido, pode-se inferir que é um saber e uma prática passada de geração em geração.

Xavier e Flôr (2015) destacam alguns trabalhos que discutem, no âmbito da educação escolar, a produção artesanal de queijos. Alguns deles evidenciam conceitos químicos envolvidos no processo de obtenção do coalho, ao pH, acidez, etc. Outros abordam, além que aspectos científicos e tecnológicos da produção de queijo, questões sociais que são marcantes como, por exemplo, a identidade de uma comunidade e questões de gênero (a produção de queijo artesanal costuma ser essencialmente feminina em muitas regiões do Brasil).

O material do fotovoz enviado pela Brisa, bem como o comentário do professor Diego, evidenciam que a oração é parte importante no processo de produção de queijo. Em sua interpretação, Diego afirma que a oração é uma forma de contagem do tempo e que, enquanto docente de disciplinas relacionadas às Ciências da Vida e da Natureza, ele não pode falar que esse saber é errado.

O fato de o professor Diego ter a consciência de que “não pode falar que determinado saber está errado” demonstra uma postura respeitosa frente aos saberes e práticas de seus alunos e de suas famílias. Tal postura indica que o professor, nesse caso específico, não está cometendo erros de categoria julgando, por exemplo, a relação entre reza e a qualidade do queijo como irracional.

Latour (2019) afirma que o termo “religioso” implica o apelo a outro mundo. Todavia, segundo o autor, não existe outro mundo, mas outros mundos alterados de diferentes maneiras por cada modo de existência.

Tanto o material do fotovoz produzido por Júnior quanto o produzido por Brisa deixam explícito que o modo de existência da Religião envolve palavras muito particulares, portadoras de seres capazes de renovar aqueles a quem são dirigidas (LATOUR, 2019, p. 249). A expressão “Benzadeus” e a “Reza”, por exemplo, têm o poder ressuscitar a qualidade das plantas alimentícias e do queijo, no sentido de “suscitar de novo”, e evitar que as plantas murchem ou “deem bicho” ou que o queijo fique ruim.

Seria de pouca utilidade falar que os seres religiosos são mais do que palavras, pois são as

palavras que transportam os seres que convertem, ressuscitam e salvam as pessoas. Os seres vêm do exterior, eles nos tomam, nos habitam, nos falam, nos convidam; nós nos dirigimos a eles, nós rezamos a eles, nós imploramos a eles (LATOURE, 2019, p. 253).

Segundo Latour (2019, p. 254), os seres da Religião têm a particularidade de serem maneiras de falar e, “se você falha na maneira de falar bem, de falar bem delas, se você não o disser no tom certo, na tonalidade correta, você retira todo o conteúdo”. Falar bem, no âmbito da ISME, é respeitar os valores daquele modo de existência específico.

É importante destacar que os seres religiosos “dependem constantemente da renovação da interpretação que permite repetir, no entanto, exatamente a mesma coisa que fora dito antes” (LATOURE, 2019, p. 257). Nos relatos de Júnior e de Brisa fica evidente essa necessidade de retomada das palavras ligadas aos seres da Religião tendo em vista que precisam ser pronunciadas sempre quando alguém vai fazer um elogio para a produção agrícola ou durante a produção do queijo.

A religião é a própria RETOMADA, a incessante retomada da palavra pela própria palavra. É a sua luz própria: ela se recupera, recomeça, tenta várias vezes, se repete, insiste, inova; além disso, ela não cessa de descrever a si mesma reflexivamente, como *Palavra* (LATOURE, 2019, p. 251, grifo no original).

Diante do que foi exposto, é importante destacar que o método fotovoz foi capaz de levantar questões específicas de realidades campesinas ligadas ao modo de existência da Religião. As fotografias e os áudios dos estudantes atuaram como mediadores dessas realidades, tendo em vista que permitiram um acoplamento, uma vinculação e um agenciamento capaz de alterar as redes (RES) da produção agrícola e da produção de queijo.

Segundo Latour (2012, p. 65), os mediadores são aqueles que “transformam, traduzem, distorcem e modificam o significado ou os elementos que supostamente veiculam”. Em contraposição aos

mediadores, encontram-se os intermediários, elementos que não promovem quaisquer transformações quando algo passa por eles.

Voltando o olhar para o ensino de Ciências em escolas do campo, apenas as fotografias de Júnior e de Brisa poderiam suscitar inúmeras discussões acerca da fisiologia vegetal, de técnicas de manejo de cultivares de banana e de abóbora ou sobre a microbiologia associada à produção de queijos. Todavia, os áudios de ambos os estudantes enriquecem as possibilidades de análise ao trazerem à tona seres vinculados ao modo de existência da Religião.

Em nosso entendimento, quando ocorre a emergência de seres desse modo (assim como de outros) nas salas de aula de Ciências, é de extrema importância que os (as) docentes permitam que eles se expressem, uma vez que são igualmente racionais. Segundo Latour (2019, p. 252), não há nada atrás do religioso, já que “cada modo é em si mesmo sua própria explicação, completa em seu gênero”.

Ao comentar sobre o processo de produção de queijo associado à reza, evidenciado no fotovoz de Brisa, o professor Diego afirma que “se for ver tem um fundo de verdade”. No âmbito da ISME, realmente existe essa verdade (específica do modo de existência da Religião) e ela pode ser discutida com os estudantes de escolas do campo como igualmente válida às verdades defendidas pela Ciência.

Ainda que não tenha sido possível discutir as fotografias e os relatos dos estudantes em um grupo focal, por exemplo, uma possibilidade pedagógica do fotovoz é fomentar discussões sobre a complexidade das realidades camponesas e sobre a riqueza dos modos de saber e de existir dos camponeses.

Quando a escola do campo permite a entrada desses diferentes modos, sobretudo na Educação em Ciências, os estudantes podem encarar, com naturalidade, as diferentes verdades que perpassam as suas vidas e de seus familiares.

6. Considerações finais

Este capítulo discutiu sobre as potencialidades do método fotovoz para registrar realidades específicas vivenciadas por estudantes de escolas do campo. Tais realidades podem estar vinculadas a saberes populares que, ao serem trazidos para a sala de aula de Ciências, podem promover discussões não somente sobre o

modo de existência da Religião, mas sobre os múltiplos modos de existência aos quais os camponeses estão vinculados.

O fotovoz pode se configurar como uma tendência metodológica no Ensino de Ciências não apenas no âmbito da Educação Básica do Campo, como também de escolas urbanas já que, a nível comunitário, por exemplo, as fotografias e relatos dos estudantes podem gerar elementos importantes para aulas e/ou sequências didáticas ligadas à educação ambiental ou educação em saúde.

O fotovoz pode, inclusive, ser ferramenta de discussões interdisciplinares e de projetos que envolvam a escola como um todo, tendo em vista que um de seus objetivos é atingir pessoas estratégicas para o fomento de políticas e/ou ações transformadoras.

Latour, ao desenvolver a ISME, em momento algum exige que nós, leitores, abandonemos a lógica mais comum. Ele nos pede apenas que, “com os mesmos raciocínios comuns, a mesma língua natural, sigamos outros fios” (LATOURE, 2019, p. 252).

No que diz respeito ao ensino de Ciências, seguir outros fios implica em dar espaço aos seres de outros modos de existência e às suas formas de produção de saber; em ter cuidado para não nos rendermos à tentação de acreditar na Ciência Moderna como passível de produzir uma “chave neutra e universal”.

A própria sociedade, segundo Latour (2019, p. 244), é a concatenação de todos os modos de existência. Nesse sentido, a Educação em Ciências pode dar inúmeras contribuições para que encontros ontológicos ocorram e que, não apenas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade sejam colocadas em pauta, mas também as relações entre Religião, Política, Direito, Economia, Ficção, dentre tantos outros modos que constituem as múltiplas redes que passam a educação e a escola.

Agradecimentos

O segundo autor é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa e pelo apoio financeiro.

7. Referências Bibliográficas

- ALZAMORA, Geane; ZILLER, Joana; COUTINHO, Francisco Ângelo (orgs.). **Dossiê Bruno Latour**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2021, 310p.
- CALDART, Roseli Salete. Educação do Campo: Notas para uma análise de percurso. **Trabalho, Educação e Saúde**, v.7, n.1, p.35-64, 2009.
- CONTE, Isaura Isabel; RIBEIRO, Marlene. Escola do campo: relação entre conhecimentos, saberes e culturas. **Educação e Pesquisa**, v. 43, n.3, p. 847-862, 2017.
- COOK, Kristin et al. Using Photovoice to Explore Environmental Sustainability Across Languages and Cultures. **Discourse and Communication for Sustainable Education**, vol. 7, n. 1, p. 49-67, 2016.
- JAPIASSÚ, Hilton; MARCONDES, Danilo. **Dicionário Básico de Filosofia**, 5 ed. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2008, 399p.
- LATOUR, Bruno. **Reagregando o Social. Uma introdução à teoria ator-rede**. Salvador/Bauru: EDUFBA/EDUSC, 2012.
- LATOUR, Bruno. **Investigação sobre os modos de existência: uma antropologia dos modernos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2019 (Coleção Antropologia). Tradução de Alexandre Agabiti Fernandez.
- LEMONS, André. Comunicação, mediação e modo de existência na cibercultura. In: ALZAMORA, Geane; ZILLER, Joana; COUTINHO, Francisco Ângelo (orgs.). **Dossiê Bruno Latour**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 179-206, 2021.
- MINAS GERAIS. **Resolução SEE nº 2820, de 11 de dezembro de 2015**. Institui as Diretrizes para a Educação Básica nas escolas do campo de Minas Gerais. Educação do Campo do Estado Disponível em:
<https://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Dir>

[ettrizes%20da%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20do%20Camp
o%20do%20Estado%20de%20Minas%20Gerais.pdf](#). Acesso
em: 26.mar. 2022.

PETRI, Mariana; FONSECA, Alexandre Brasil. Entre a Educação Ambiental e a Agroecologia: Um olhar sobre as Escolas Famílias Agrícolas (EFAs). **Ambiente & Educação - Revista de Educação Ambiental**, v.25, n.2, 2020.

RODRIGUEZ, Louie et al. You'll Still Make it to the Top": Using Photovoice to Explore Latina/o/x Excellence from the Perspectives of Latina/o/x Youth. **The High School Journal**, v. 104, n. 2, p. 104-124, 2021.

SILVA, Iêda Tanan da.; FREIXO, Alessandra Alexandre. Ensino de botânica e classificação biológica em uma Escola Família Agrícola: Diálogo de saberes no campo. **Revista Ensaio**, v.22, e16334, 2020.

SILVA, Lourdes Helena da. Educação Rural em Minas Gerais: origens, concepções e trajetória da Pedagogia da Alternância e das Escolas Família Agrícola. **Educação em Perspectiva**, v. 3, n. 1, p. 105-125, 2012.

SOUZA, Josiane et al. Educação do Campo na voz da pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Ensaio**, v.22, e12275, 2020.

SPRAGUE, Nadav L. et al. Enhancing Educational and Environmental Awareness Outcomes Through Photovoice. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 20, p. 1-11, 2021.

XAVIER, Patrícia Maria Azevedo; FLÔR, Cristhiane Carneiro Cunha. Saberes populares e Educação Científica: Um olhar a partir da literatura na área de Ensino de Ciências. **Revista Ensaio**, v.17, n.2, p. 308-328, 2015.

**15. TECNOCIÊNCIAS
AFRODIASPÓRICAS:
OS OBJETOS DE
AFRICANIDADES E SUAS
POSSIBILIDADES DE
AGÊNCIA**

.....

**GEISELI RITA DE OLIVEIRA
FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO**

1. Introdução

Cosmos, histórias, ciências, tecnologias, inovações, ontologias, estratégias de existências e objetos são coletados para compor esse relato. Crescemos escutando e estudando histórias sobre o Brasil. Essas histórias contadas em monumentos, construções, artefatos e livros escolares, desfrutam do status de oficial, são obcecadas pela totalidade (SIMAS; RUFINO, 2019), correm nos perigos das histórias únicas (ADICHIE, 2019) engendradas por “códigos ocidentais” (MIGNOLO, 2011) estabelecendo um projeto monológico de mundo onde existe apenas uma única epistemologia e uma única ontologia válida.

Essas histórias conduzem ao “*sentimento de inexistência*” (FANON, 2008, p. 125) das lógicas diaspóricas que atravessam e assentaram nas terras de Pau-brasil. Esse controle tem por efeito o que se denominou epistemicídio, isto é, desapropriação dos/das negros/negras de sua condição de sujeitos epistêmicos (SILVA, 2013) e forjadores/forjadoras de ontologias. Assim, nessa concepção, os colonizadores produziram a ciência, fatos, conhecimentos e verdades e os/as negros/negras produziram mitos, crenças e feitiches, ou seja, “saberes inferiores próprios de seres inferiores” (SANTOS; MENESES, 2009, p. 10).

Contudo, como Latour (2001) discute, tanto fato quanto fetiche são práticas e, portanto, são fabricados. Ao invés de opor fatos a fetiches, Latour sugere a utilização do termo fatiches, com o qual ele propõe que levemos “a sério o papel dos atores em todos os tipos de atividade e, portanto, eliminemos a noção de crença” (LATOURE, 2002, P. 349). Desse modo, não havendo distinções entre fatos e fetiches, mas sim fatiches fabricados e imersos na prática, diferenças surgem como coexistentes na mesma rede, sem necessariamente que uma delas seja a referência ou a correta (LATOURE, 2001), “trata de seguir as coisas através das redes em que elas se transportam, descrevê-las em seus enredos, entre um e outro” (LATOURE, 2004, p. 397).

Esse é nosso objetivo, seguir as africanidades através das redes que lhes transportam. Entretanto, nas linhas destinadas a esse texto, não seria possível descrevê-las de forma a honrar sua multidimensionalidade. Todavia, tomando como base o argumento de Latour (2006, p.345), de que o texto deve ser compreendido como

o equivalente funcional do laboratório “*local dos testes, experimentos e simulações*”, assumimos este escrito como um experimento particular, em que tentamos articular *insights* que obtivemos através de estudo de obras de Bruno Latour, com nosso desassossego em pensar a agência de objetos de africanidades na educação em ciências.

Enquanto como ontologia combativa (MAFEJE; 2000), as Africanidades emergiram da recusa colonizadora à contribuição epistemológica endógena. Assim são ecologias de práticas (STENGER, 1997, 2006) que, por serem afrodiaspóricas, engendram redes de associações sem fronteiras rígidas, o que significa que essas entidades e suas ações são compreendidas sempre em movimento e determinadas por performances de diversos actantes⁵¹, agenciados por questões sociorraciais⁵², diante das circunstâncias sócio-históricas impostas pelas diásporas forçadas.

Ao nosso ver, as africanidades são modos de produções tecnocientíficas, ou seja, articulam permanentemente a ciência, a técnica e a organização. Constituem as associações, desassociações tecnocientíficas, uma rede que conecta e compartilha a ancestralidade africana que pode ser expressa como objetos que se apresentam como organizações complexas, mediadores, intermediários de ações e performances.

Nossos estudos vão de encontro aos objetos de africanidades. Eles não apenas estabelecem relações, mas também as mantêm (ainda que temporariamente). Assim, os objetos de Africanidades merecem mais atenção, pois são máquinas do tempo que representam coisas em diferentes ordens temporais simultaneamente⁵³. As performances desses objetos são em si complexas, seguem como uma forma de produzir e estar no mundo “uma perspectiva que celebra a existência

⁵¹ Actante é refere-se a toda e qualquer entidade (pessoa, objeto, organização) provocadora de ação. Para o autor, distintos tipos de atores são capazes de levar uma ação “adiante graças a outros modos de agir, a outros tipos de forças” (ibidem, p. 107) que não são exclusivamente humanas.

⁵² Aqui usamos o termo sociorraciais para representar as associações do social, quando as características fenotípicas, os traços negróides ou a cultura negra é ponto interseccional.

⁵³ Sobre as diferentes versões do tempo que podem funcionar ao mesmo tempo (por assim dizer), e particularmente sobre a naturalização do tempo linear, ver : Bowker (2006) e Mirmalek (2009).

de todos os tipos de seres que colocam especificamente a questão, do que conta para o seu próprio modo de vida” (STENGER, 2005, p. 37).

Contudo, para descrever melhor nossa perspectiva, neste relato nos inspiramos no conceito de “*objeto dobrado*” de Michel Serres e enfocaremos no fazer e o refazer do noz-de-cola. A escolha de um componente botânico é propositiva. Santos e Branquinhos (2020), argumentam que as plantas são marginalizada, “a vida vegetal é geralmente percebida por nós humanos como imóvel, não senciente e passiva, ocupando o limbo entre o vivo e o não vivo” (SANTOS; BRANQUINHOS, 2020, P.44). Nossa proposta é mostrar o noz-de-cola e como ele agenciou políticas ambientais, sociotécnicas e raciais.

Consideramos o noz-de-cola como objeto de Africanidades, nos termos proposto por Michel Serres ([1989] 2014), quando o autor utiliza a metáfora do satélite para dizer sobre a objetividade dos objetos e sobre como os objetos constrói o “social” que consiste em humanos e não-humanos.

Impulsionado pelo Columbiad, um canhão gigante, um projétil em forma de bala carregando três astronautas e dois cachorros, atinge a lua. Na viagem um dos cães, Satellite, morre. Como é impossível manter o corpo do cachorro morto a bordo, e não obstante as leis da física, os astronautas decidem abrir uma escotilha e descartar o cachorro e alguns outros resíduos no espaço. Então, após uma longa discussão sobre álgebra e balística, um dos viajantes observa um objeto passando. É o cadáver de Satellite, circulando em torno deles a uma distância constante, aparecendo agora à vista e depois desaparecendo de vista novamente.(Baseado em SERRES, [1989] 2014 , p.35-38)

Serres ([1989]2014) faz uma distinção entre a coisa e o objeto. O ato de jogar fora os mortos – corpo do cão – constitui o coletivo, mas é também uma passagem da coisa (o cadáver) ao objeto (o cadáver orbitando a uma distância constante). O cadáver torna-se um objeto porque se tornou um marcador de relações entre sujeitos (SERRES, [1980]2007).

A morte do cachorro é instantaneamente seguida pela exclusão do cão do social. Nesse processo, o cadáver é colocado *lá fora*, ou assim esperam os astronautas. À primeira vista, este é o mecanismo bem conhecido dos *objetos*. Uma vez feitos, parecem ser independentes da ação humana, lançados sobre nós, assumindo um estado supostamente estável (DASTON, 2000). No entanto, para Serres (2014) não há exterioridade dada (o objeto lá fora) ou interioridade (o sujeito aqui). Neste universo, os objetos voltam para nós. Ao invés de entidades mudas, dependentes de humanos para reanimá-los, os objetos estão ativamente envolvidos no social. Na verdade, a circulação contínua de objetos é o que faz e mantém o coletivo unido. Pode-se caracterizar a história deles como ilimitada.

Objetos nos fazem. Mas eles fazem isso de maneiras intrincadas. O objeto, para nós, torna nossa história lenta (BROWN, 2002), pois não apenas dão uma base material às relações sociais, mas também *capturam* a história. O tempo não flui mais linearmente, mas “passa de maneira turbulenta e caótica, ele se infiltra” (SERRES; LATOUR, 1995, p. 58). A noção de tempo de serres está ligada a uma noção topológica de espaço.

Se você pegar um lenço e espalhá-lo para passá-lo a ferro, poderá ver nele certas distâncias e proximidades fixas. Se você esboçar um círculo em uma área, poderá marcar pontos próximos e medir distâncias distantes. Em seguida, pegue o mesmo lenço e amasse-o, colocando-o no bolso. Dois pontos distantes estão subitamente próximos, até mesmo sobrepostos. A ciência da proximidade e das fendas é chamada de topologia (SERRES; LATOUR, 1995, P. 60).

Em contraste com o tempo linear, que está relacionado à geometria, o tempo topológico é amassado e dobrado de várias maneiras. O tempo é reunido e dobrado em objetos. “Um objeto, uma circunstância, é, portanto, policrônico, multitemporal, e revela um tempo reunido, com múltiplas pregas” (SERRES; LATOUR, 1995, p. 60). Um efeito de dobrar o tempo é que a história pode ser recuperada em objetos. A história nunca fica para trás. O cachorro morto continua voltando.

Mas como podemos recordar a história que os objetos carregam consigo? Como os objetos fazem o tempo? Queremos usar esses insights sobre tempo e objetos para pensar sobre histórias que não são lineares, encadeadas ou bem ordenadas, pois a história pode revidar caprichosamente. Mais precisamente, queremos atentar para a relação através do noz-de-cola, as relações entre ciências e Africanidades e como ambas estão reunidas em um objeto. Isso se baseia na ideia de que tornar as coisas presentes é tornar outras coisas ausentes. Pense no cadáver no espaço!

2. Noz-de-cola: Muito mais do que uma noz

A semente do noz-de-cola é considerada como “*o batimento cardíaco da África Ocidental*” (APAKAMA, 2012, p.32), visto que três maiores grupos étnicos da região se relacionam e se associam a ela. O noz-de-cola deixar-se afetar e ser afetado. Isso requer conexão. Um refrão comum diz que os Iorubás produzem Cola, os Hausa consomem Cola, e os Igbos a adoram. Devido ao fato de ser colhido predominantemente no sudoeste de língua iorubá, muito é exportado para o Hausa norte, onde se diz que os homens têm um pedaço constantemente em suas bocas, e serve a funções sociais cruciais no leste Igbo (UKAEGBU, 2005).

Para ordenar nossos escritos sobre o noz-de-cola e seu entrelaçamento com o tempo, as diásporas e as Africanidades, apresentaremos três descrições que capturam momentos específicos de sua história. A primeira diz sobre sua origem botânica e utilização botânica, a segunda sua sobre origem cósmica e a terceira sobre os “Brisis”.

2.1 O Nascimento do noz-de-cola: Origens botânicas

O nascimento botânico é sem gemido. O sangue vegetal começa a correr da terra. Temos dificuldade em perceber as plantas, os frutos e as sementes como agentes. Contudo como cachorro em órbita, elas também formam o social. Em um planeta vivo, elas, conectam céu e terra, são muito mais que testemunhas silenciosas da história da Terra (SANTOS; BRANQUINHO, 2020).

Narrar o nascimento botânico do noz-de-cola é narrar as formas “modernas” de classificação botânica e como o noz-de-cola pode nos revelar sobre nosso mundo.

O noz-de-cola não é uma noz verdadeira, mas sim um fruto das plantas pertencentes ao gênero *Cola* da subfamília *Sterculioideae* (*Malvaceae*) que se originam da África Centro-Oeste tropical, de Serra Leoa ao Congo (LOVEJOY, 1980; CARNEY, 2001; ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2009). A maioria da produção mundial de noz-de-cola é cultivada no sudoeste da Nigéria (FAOSTAT, 2018) e inclui a variedade conhecida em iorubá como *obi abata* (*Cola acuminata*), que é nativa da região, e a variedade conhecida como *obi gbanja* ou *goro* (*Cola nitida*).

Já no século XII, um médico árabe recomendou o noz-de-cola para o alívio de vários problemas estomacais (ABAKA, 2000) e, no século XVI, foi incorporada à *matière médicale* da ciência islâmica (LOVEJOY, 2007). Comerciantes de escravos carregavam nozes de cola em seus navios “como um agente profilático médico ou como um artigo comum de comida, para evitar, na medida do possível, aqueles ataques de desânimo” (ABAKA, 2001, p. 684). Esse fato é revelado também na obra “*Relação do Reino do Congo e das Terras Circunvizinhas*”,⁵⁴ escrito em 1591, por Duarte Lopez:

Há árvores que produzem uns frutos denominados “cola”; os quais são do tamanho de uma pinha, e têm dentro outros frutos à guisa de castanhas, em que há quatro polpas separadas, de cor roxa e encarnada; trazem-nos na boca e mascam-nos e comem-nos para mitigar a sede e fazer saborosa a água, conservam o estômago e o ajustam, e sobretudo valem ao mal do fígado. E diziam que, borrifando-se com aquela matéria um fígado de galinha, ou de outra símile ave, que esteja já putrefacto, o torna fresco e quase no primeiro estado; e este alimento é em uso comum de todos e em cópia grandíssima, e por isso é boa mercadoria (LOPES, [1591] 1989, p. 209)

No que tange as revoluções anti escravagistas, as nozes-de-cola eram tradicionalmente entregues às tropas nos campos de batalha africanos (ABAKA, 2000), pois se acreditava que a Cola “Combatia a covardia e tornava os homens ansiosos pelo combate”

⁵⁴ Maiores informações ver: OLIVEIRA, Mário António Fernandes de. *Reler África*. Coimbra, Instituto de Antropologia da Universidade de Coimbra, 1990, p.200-209.

(LOVEJOY, 2007, P.98). Além disso, o noz-de-cola é conhecida por ser um antídoto para envenenamento, que era uma preocupação central para os proprietários de escravos, que temiam ser envenenados por aqueles que eles mantinham em cativeiro, quando notícias da independência haitiana e rebeliões como as de Denmark Vessey e Nat Turner se espalharam (CHIREAU, 2006).

Contudo os proprietários de escravos estavam longe de ser os únicos que estavam interessados no potencial do noz-de-cola. Na Grã-Bretanha vitoriana, o “*chocolate de cola*”, uma preparação feita de cola, açúcar e baunilha, era distribuído aos inválidos e recomendado aos viajantes para “aliviar a fome e aliviar a exaustão” (FREEMAN, 1982, P. 46), enquanto o “champanhe de cola era anunciado como tônico e estimulante dos nervos” (EMMIS, 2000 , p. 11).

O extrato do noz-de-cola também teve e têm importante papel na indústria alimentícia e de medicamentos. Mark Pendergrast (1994) descreve os Estados Unidos do século XIX como uma “nação de neuróticos” e observa que a preocupação sobre ‘neurastenia’ – uma nova doença dos nervos pensada ser causada pelo excesso de trabalho e tensão mental que veio com um país em rápida modernização – levou a uma proliferação de “tônicos nervosos” destinados a tratar a condição. O mais popular deles, Coca-Cola®– a coca veio de Peru e Cola da “África”- foi inventado em maio de 1886 por John Pemberton, descrito como um curandeiro do sul obcecado por criar remédios e bebida para serem servidos nas fontes de refrigerante de sua farmácia

Enquanto muitos tônicos nervosos do tempo incluíam ingredientes semelhantes, a formulação ultrassecreta – conhecida como X7 – conferia a Coca-Cola um sabor único, usando propagandas que exaltavam “virtude incomum” fazendo com que a bebida ganhasse popularidade. Além disso, a Coca-Cola não era alcoólica, ao contrário do vinho de coca em que se baseava a formulação. Concomitante com o surgimento da fonte de refrigerante, a coca e o noz-de-cola passaram a ser de uso popular como panaceias “exóticas” e foram elogiados por sua capacidade de evitar fadiga e fome, curar dor de cabeça, esgotamento mental e físico, desânimo em mulheres, e também pelo seu efeito positivo na virilidade masculina

No final de 1800, um médico americano escreveu sobre os usos terapêuticos do noz-de-cola fresca que muitos médicos usavam “para se sustentar por meio de trabalho extra e prolongado, e

especialmente se seus deveres exigirem perda de sono” (YARBROUGH, 1899, p. 33). Ele também alegou que curava alguns casos de coqueluche, asma, melancolia, dependência de álcool e morfina, inércia uterina e choque cirúrgico, e que era "utilizável" na doença de Bright, hidropisia cardíaca e renal, condições reumáticas e reumatoides e em casos de choque com colapso e *delirium tremens* (LOUIS, 1980).

Na atualidade, estudos mostraram que o extrato do noz-de-cola contém os estimulantes cafeína, teobromina, colatina e glicose, e é capaz de neutralizar a fadiga, aliviar a sede e a fome, e possivelmente aumentar a atividade intelectual, agir como substância psicoativa e suprimir a tosse. (MOKWUNYE, 2009; ATANDA ET AL, 2011), mimetização da morbidade da malária (ALARIBE; EJEZIE; EZEDINACHI, 2003), síntese verde de nanopartículas de prata com ação antimicrobianas e antioxidantes em cepas multirresistentes de *Klebsiella granulomatis*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*, demonstrando potenciais aplicações biomédicas e industriais (LATEEF, 2016), dentre outras aplicações.

Ao seguir, ainda que brevemente, a história do noz-de-cola ao longo dos tempos e através dos continentes, fica claro que as práticas tradicionais demonstram uma extensa compreensão das plantas, produzindo políticas e técnicas. Hoje, milhões de pessoas ingerem extrato do noz-de-cola como um dos ingredientes em produtos criados por indústrias farmacêuticas, biomédicas e de alimentos.

O nascimento botânico do noz-de-cola revela um de suas faces de objeto de Africanidades ao qual se prende um curso de ação coletiva de produção do conhecimento sobre a realidade. O noz-de-cola está enredada em um *coletivo*⁵⁵, onde é capaz de provocar transformações. Tendo descrito uma noção do lugar do noz-de-cola no mundo botânico, voltamos agora para as narrativas sagradas que fornecem a visão mais profunda de seu lugar no cosmos. Assim, na próxima seção, usaremos o Obi para nos referir ao noz-de-cola.

2.2 Os Nascimento de Obi: Origens Celestiais

Nascer na cosmovisão africana é a fonte do poder universal que fez todas as coisas acontecerem no passado, faz as coisas

⁵⁵Esse termo se refere às associações de humanos e não-humanos. Para mais ver (LATOURE, 2001, p. 358).

acontecerem hoje, e, sobretudo, fará as coisas acontecerem amanhã. Esse poder do todo-no-todo é a vida em si mesma. A ciência não pode explicá-lo, completamente, por ter surgido muito depois que moyo (“vida”) passou a existir na Terra.

Uma narrativa sagrada sobre a origem do obi nos diz que chegou um ponto no tempo em que Olodumare, o Deus Todo-Poderoso, tomou conhecimento de que os orixás estavam lutando uns contra os outros. Ele chamou quatro dos orixás diante dele em *orun* (a morada dos espíritos) para discutir o assunto, com *Aiye* (terra) sendo a única mulher entre os quatro. Eles começaram a discutir o fato de que os jovens pareciam não respeitar mais os mais velhos e todos concordaram que este era um grande problema que levaria ao colapso da sociedade.

Olodumare ficou particularmente incomodado com isso, pois decretaram o respeito dos anciãos como parte da lei divina. O orixá presente começou a orar fervorosamente pelo retorno de respeito e paz, falando alto suas orações no ar, tocando seus sinos, batendo palmas e batendo os pés. Enquanto fazia isso, Olodumare agarrou o ar com as duas mãos. Dentro de ambas as mãos esquerda e direita, ele pegou o ar e com as mãos bem fechadas, enterrou suas mãos no solo divino liberando as orações em suas profundezas.

No dia seguinte, uma árvore brotou exatamente no local onde Olodumare havia liberado as orações. A árvore cresceu rapidamente e deu frutos, e quando o fruto estava maduro, começou a cair no chão. *Aiye* e as outras divindades presentes tentaram preparar as frutas de várias maneiras, mas cada vez descobria que a textura e o sabor da fruta assadas, cozidas ou fritas eram desagradáveis.

Depois de algum tempo e provações, *Elenini*, o orixá dos obstáculos, deu um passo à frente e se ofereceu para guardar todas as frutas até que pudessem descobrir o que fazer com elas. Ele removeu-os de suas vagens, limpou-os e embrulhou-os em folhas para mantê-los úmidos. Depois de alguns dias, ela teve a ideia de experimentar um e comeu-o cru. Depois de comê-los ao longo de vários dias e não sentindo nenhum efeito negativo - sentindo-se melhor, na verdade - ele voltou para Olodumare e os outros orixás e os aconselhou que o fruto de suas orações, que eles chamavam de obi, deve ser comido cru.

Como obi havia nascido de orações pelo retorno do respeito aos mais velhos, Olodumare decretou que as orações sempre devem

vir antes do consumo de obi e que deve ser oferecido primeiro ao mais velho presente. Declararam ainda que a árvore só cresceria em lugares onde as pessoas respeitassem os mais velhos.

Olodumare pegou um obi e o quebrou e achando que tinha dois pedaços, deu uma peça para Elenini em homenagem à sua descoberta e porque ela era a divindade mais antiga presente. Eles pegaram outro obi e o quebraram; descobrindo que tinha três peças, distribuíram para as divindades masculinas presentes, de cujas orações Olodumare capturou e plantou. Ela pegou e quebrou ainda outro, que tinha quatro pedaços. O quarto pedaço dado a Aiyé, a única orixá feminina presente durante as orações. O obi seguinte continha cinco peças, sendo a quinta peça representando Oriyá-Nlá, o grande oriyá. O obi final tinha seis peças, sendo este o que representava a harmonia e o poder das orações divinas; deste, todos os presentes comeram. Tendo resolvido o assunto, o orixá afastou-se da presença de Olodumaré.

A Aiyé é atribuído o fato de levar obi de volta à terra, onde floresceu desde então.⁵⁶

Além de situar o obi como uma presença exaltada, a narrativa acima também delinea a criação de cada tipo diferente de obi. Como cada planta tem sua própria personalidade, cada tipo de obi sustenta sua função. O tipo monocotiledôneo ou não segmentado de obi, por exemplo, é chamado *de akiriboto* e é para fins medicinais, principalmente para “abertura” ou “fechamento” de útero de uma mulher ou afetar o poder reprodutivo de um homem. Notável é que embora essa variedade de obi não seja mencionada na história, ela exemplifica a única fonte da construção e destruição, na medida em que tem o poder de abrir um útero “fechado” removendo os bloqueios que impedem a procriação, e também tem o poder de remover o poder de criação ou “fechar” o útero ou tornar um homem impotente. Por esta razão, este obi não segmentado é mantido altamente guardado e, como é extremamente raro, especiais precauções são tomadas para preservá-lo quando é encontrado.

⁵⁶ Essa contação da história é adaptada da versão contada por Mãe Manuela do Ilê Axê Quiilombo dos Palmares que aparece no site *Candomblé: O Mundo dos Orixas* (<https://ocandomble.com/2009/05/29/a-lenda-de-obi/>). Desde então, confirmei com um babalawo que esta é uma história de Ifa originária da Nigéria (e não do Brasil) e acredita-se que venha do odu Ifa Oturupon meji.

A segunda variedade de obi citada na história, *gbanja* ou *goro*, tem dois segmentos e diz-se que foram compartilhados por Elenini, o orixá dos obstáculos, e Olodumare. Tradicionalmente, este tipo de obi era consumido por suas propriedades medicinais, mas não usado para adivinhação.

A terceira variedade contém três segmentos e é apropriadamente chamada de *eta* (três). Pela narrativa, este obi é quebrado e dado aos três orixás masculinos que estavam presentes e, na terra, é usado principalmente para comunicar-se com orishas guerreiros como Exu e Ogum. Exu é o mensageiro divino que leva orações para Olodumare e, de maneira semelhante, o obi também é usado para passar mensagens entre as pessoas. Se um babalawo quer ver outro, tradicionalmente ele poderia enviar um eta obi por meio de um de seus filhos ou assistentes e que alertava o destinatário que o remetente deseja urgentemente vê-lo e que é um assunto importante.

A quarta variedade de obi, a *Aiyê*, é assim chamada por ser a primeira variedade que é perfeitamente equilibrada, contendo os princípios masculino e feminino, com dois segmentos sendo classificados como *ako* (masculino) e dois como *abo* (feminino). Devido a estas características, esse equilíbrio que torna o obi de *Aiyê* sagrado e capaz de falar e comunicar com os humanos em nome do orixá e, portanto, é o tipo mais frequentemente usado para oferendas e adivinhações.

A quinta variedade de obi, é chamada e além dos quatro lóbulos do *iya obi*, contém um segmento adicional chamado o *ofa* que deve ser removido antes de ser usado para adivinhação. Na narrativa, esta quinta peça representa Oriyanla (também Obatalá) o pensamento orisha responsável por moldar o mundo físico a mando de Olodumare. Por fim, a narrativa identifica a sexta variedade, *iwarefa*, como representando a harmonia e o poder das orações divinas.

O noz-de-cola ocupa uma posição importante na vida cultural da nação Igbo na Nigéria, desempenhando funções políticas, sociais, econômicas e religiosas. Essas funções básicas são manifestadas durante a apresentação, bênção, quebra, distribuição e celebração do noz-de-cola como um todo. Mayaki (2011) observa que tradicionalmente a noz de cola é considerada uma noz sagrada usada para se comunicar com os deuses, foi escolhida pelos mais velhos

como a cabeça ou rei de todas as sementes. O noz-de-cola atua como agente comunicativo e intermediário entre o povo e os deuses. É, portanto, a primeira coisa a ser apresentada em todas as ocasiões. Nwachukwu (2015), referindo-se a um trabalho de pesquisa que realizou entre o povo Igbo da Nigéria, afirma que, Para Timothy Nnubia, um igbo de 80 anos :

A noz de cola é o nosso livro de orações. Acordamos para rezar com noz de cola e a usamos para invocar o espírito de nossos ancestrais. Também a usamos para apelar ao Deus do céu para nos guiar em nossas atividades diárias. Depois de nossa petição, nós a quebramos e comemos, e se houver vinho de palma ou gim, nós bebemos para engolir.” (NWACHUKWU, 2015, s/p)

Nas funções sociais o noz-de-cola desempenha um papel muito importante à medida que as pessoas se reúnem. Cola é o primeiro porto de escala no recebimento de visitantes em terras Igbo. Isso mostra o valor e o respeito que se tem pelo próximo. A visão de Ukaegbu (2005, p.89) é que “Aquele que se recusa a trazer kola, nega não apenas a kola, mas também a bênção e a ação de graças que a acompanham”. Orações de agradecimento são feitas a Deus cada vez que a noz de cola é trazida. Também são pedidas orações pelos favores, orientação e proteção de Deus. As pessoas expressam seus sentimentos, trocam gentilezas, se conhecem melhor e têm conexões umas com as outras.

Ukaegbu (2005, p. 155) observa que o Obi “expressa, comunica e unifica os ideais do povo de fraternidade, aceitação, realização, produtividade e riqueza, alegria, tristeza; de cada família, aldeia e clã; unidade e diversidade do mundo Igbo”. A noz de cola cria uma oportunidade para um bom relacionamento, e o autor continua “Por causa da história mítica e lendária de origens e migrações que moldam a história de muitos constituintes étnicos do país, a noz de cola é usada para rastrear a antiguidade”. Entre os Igbo (Nigéria), o direito de quebrar o Obi está inextricavelmente ligado aos conceitos tradicionais de liderança baseados na idade.

Este é o caso da cidade de Ogwashi-ukwu, no oeste do Níger, onde a influência do Benin é mais notável na instituição da monarquia com forte tradição Edo. Três grandes grupos compõem o

assentamento: o Adama, um estoque aborígene, representado na aldeia de Ikeliike, um grupo Aboh na aldeia de Umuokwe, e o grupo majoritário Nri encontrado na maioria das outras aldeias. A realeza é encontrada em uma das aldeias que traçam suas origens de Nri, enquanto a prerrogativa tradicional real de liderança está com o 'okpala' de Ikeliike. Ao mesmo tempo, membros do Umunri (subgrupo Nri) reivindicam o direito de quebrar a noz de cola em relação a todo o grupo de cultura Igbo. Outro exemplo de uso das árvores de Cola plantadas pelo povo Nri é o plantio quando uma menina completa seis ou sete anos, em preparação aos rituais de puberdade (LOVEJOY, 1980).

2.3 Noz-de-cola e Obi no Brasil.

O consumo e circulação de obi, mostra como a diáspora transatlântica fomenta arranjos e reinvenções nas comunidades afrodiaspóricas. De acordo com Voeks (1997), as sementes foram plantadas no Brasil no século XVI. Durante o século XIX, o noz-de-cola já era empregada em cerimônias religiosas como obi e como estimulante. Entre os que lucraram com a comercialização de Obi estava José Francisco do Santos, escravo brasileiro que comprou sua liberdade e retornou ao Daomé (Benin). Ele manteve um negócio de sucesso entre as décadas de 1840 e 1870, transportando óleo de palma e nozes de cola para a Bahia (VERGER, 1952).

O noz-de-cola no Brasil pode ser encontrada na mata atlântica, assim como em casas de folhas e feiras-livres na forma de extratos e/ou desidratadas, sendo indispensável no cerimonial de candomblé de nação jeje-nagô. No Brasil, conhecem-se duas espécies: o obi-abatá (*Cola acuminata*), também chamado obi-de-quatro-bandas, e o obi-banjá (*Cola nítida*), de duas (CASCUDO, 1988). Ao ato de confirmação de um iniciado, mediante a colocação de um obi partido sobre sua cabeça, chama-se “plantar o obi” (LOPES, 2003).

De acordo com Silva (2017), na comunidade quilombola de Conceição das Crioulas, em Salgueiro-Pernambuco, no pátio interno da escola tem uma árvore de noz-de-Cola. A semente dessa árvore foi presenteada por um africano de Moçambique que passou um período na comunidade como cooperante para assuntos técnicos em agricultura. Embaixo da copa dessa árvore, os estudantes e as professoras sentam em círculo e estabelecem vários tipos de relação:

contação de história, brincam, conversam, fazem refeições, aprendem mutuamente e também constroem conhecimento.

Talvez, esperassem que agora traçássemos uma grande rede sociotécnica do noz-de-cola ou do Obi. Pode parecer desencorajador trazermos poucas histórias sobre o noz-de-cola nas terras de pau-brasil. Essa ausência é proposital, é para causar incômodo e torna-se a ausência presente. Isso porque, quando se trata dos objetos de Africanidades, todas as vezes que o corpo em órbita está para surgir, os astronautas fecham os olhos, insistem em não o enxergar. Contudo o cadáver sempre volta, constantemente, como na história de Michel Serres.

Aqui nos concentramos em um objeto e sua história para mostrar que a normatividade e a política racial não são articuladas exclusivamente por atores humanos. As práticas tecnocientíficas não são dadas lá fora, no corpo ou na natureza, nem camadas ideológicas que podem ser removidas cirurgicamente; precisamos prestar atenção aos objetos e práticas que encenam. Neste caso, o noz-de-cola e o Obi mostra-se emaranhada na tecnologia e nas políticas raciais e ajudam a sublinhar determinadas versões do tempo.

Trata-se de 'natureza' carregando e exibindo seu caráter tecnicamente mediado e tendo o potencial de revelar uma história contínua. Isso diz muito sobre a história da escravização de corpos negro, do racismo científico, as histórias oficiais do Brasil, mas sobretudo sobre os “Brasis” que enxergam através de objetos de africanidades, isso pois suas tecnociências estão em nossos modos de fazer a vida. Contudo, não torna os objetos de Africanidades menos 'naturais' ou 'biológicos', mas sim diferentemente naturais e biológicos. A natureza (e o biológico) não é uma entidade singular lá fora, mas sim um nó em outro lugar. Os objetos de Africanidades são feitos em um campo de ação normativamente carregado. Além disso, os objetos não são um ou singulares, mas sim, como nos ensinou Annemarie Mol (2002), múltiplos.

3. O Objeto Dobrado

Sugerimos nesse relato que as Africanidades podem ser melhor entendidas como *objeto dobrado*, que como o lenço de Serres, reúne em si muitos lugares e tempos. Os objetos de africanidades, se os tomamos como inacabados e em construção afrodiásporica, ainda

que não apenas para invocar uma resposta, não podem deixar de ser anacrônicos (ver SERRES; LATOUR, 1995), são máquinas do tempo que representam coisas em diferentes ordens temporais simultaneamente.

As histórias contadas aqui, ao nosso ver são metodologicamente úteis neste caso, mas outros casos podem convidar e precisar de outras histórias nos “Brasis”, isso pois, ao invés de deixar sua história para trás, os objetos de Africanidades indexam e encenam suas histórias, trazem as práticas tecnocientíficas, e quando traçados em suas próprias redes, são *ruído políticos* que deixaram rastros que não podem ser apagados, “ dão origem a um novo sistema, uma ordem mais complexa que a simples cadeia.”(SERRES, [1980]2007, p.14).

O ruído é produtivo. Ele interfere com o sinal real, produz padrões surpreendentes de interferência e produz *multiplicidade*, onde *pli* significa literalmente 'dobra' (Serres, [1980], 2007, p.245). O tempo se materializa em objetos espacialmente dobráveis. Em nossas pesquisas, os objetos de Africanidades dobrados não são políticos por causa do *que* é colocado neles, mas por causa de *como* eles são dobrados, por isso nossas pesquisas aterram nos “Brasis”, com janelas maiores, de olhos abertos.

O cosmos do noz-de-cola e do Obi, tanto natural quanto de origens celestiais-embora os dois dificilmente possam ser separados, traz uma totalidade espaço-temporal, na qual todas coisas existem e através do qual todas as coisas estão conectadas (WIREDU, 2011). Suas histórias e práticas tecnocientíficas, não se encerraram quando chegaram na terra-de-pau Brasil-, aqui eles contam outras histórias, nascida de solos cósmicos e terrestres que são, em certo sentido, um no mesmo. Essas histórias estão para serem narradas, e acreditamos que no ensino de ciências na educação básica, elas se desenrolam de maneiras ainda não investigadas, não saberemos quantas e quais dobras podem acontecer. Por isso cogitamos e seguimos a rede dos objetos de Africanidades.

Nossas pesquisas buscam entender os objetos de Africanidades: O que fazem? Como fazem? Quem atua? Quais tipos de afetações, associações e dissociações? Quem são os actantes quando esses objetos são levados para as aulas de ciências? Quais “Brasis” vão emergir com os objetos de Africanidades? Quais e

quantas histórias um objeto de Africanidade pode trazer para a educação?

Contudo, nossas pretensões são modestas. Investigar o ensinar e aprender, com os objetos de Africanidades, não é criar uma ciência que sobreponha aos produtos do colonialismo, mas colocá-la no cruzo como diferentes formas de “criação de mundos”, pluriversos, multicosmos e coexistência, para uma reflexão sobre possíveis pedagogias que funcionem por dentro, ciências, aspectos e práticas das comunidades afro-brasileiras no ensino e aprendizagem de ciências.

Trata-se de um exercício de olhar as entrelinhas, as dobras do tempo, do fazer ciências, das formas como produzimos conhecimentos na/para educação básica. Ponderamos que o envolvimento dos/das estudantes com objetos de Africanidades enquanto saberes tecnocientíficos que dobam, compõe um caminho que proporciona o que Latour (2004) chamou de “*matters of concern*”⁵⁷, fenômenos que envolvem simultaneamente questões morais, científicas, políticas, pedagógicas, as quais a razão e a objetividade moderna não dão conta de classificar.

4. Onde estamos e para onde vamos

Pensar a ação de objetos de Africanidades na pesquisa em educação é um campo de pesquisa incipiente, o que torna nossos estudos inovadores. Inspirados nos estudos das tecnociências nos incita a não apenas estudar as cidadelas científicas (laboratórios e instituições científicas relacionadas) e com isso reproduzir as relações de poder, mas também prestar atenção à ciência popular e outras práticas cotidianas em um mundo povoado por objetos, ciência e tecnologia.

Indo além, nos inquieta e estimula pensar na sociomaterialidade da aprendizagem em ciências *com* os objetos de Africanidades, de modo a considerar os corpos, espaços, tempo e materialidades *ao lado e com* o humano. Como habitantes de um solo afrodiaspórico, estamos inseridos e enredados com essas teias e,

⁵⁷ Latour utiliza “*matter of concern*” em contradição com “*matter of fact*”, que seria uma questão modernamente purificada, um fato rígido/estabelecido, inquestionável e naturalizado (LATOUR, 2004).

assim, cogitamos que a performance e os rastros das africanidades podem nos indicar modos próprios de ensinar e aprender.

Essa escolha se justifica, pois, para adentrar no mundo dos objetos em afro-perspectiva, torna-se necessário entender objetos como os actantes “fazem-fazer” – ação que gera ação – ou seja, são articuladores e produzem efeitos. Funcionam como a força motriz de um conjunto de afetações. O desafio proposto aqui é pensar, a partir da noção de mediação de Bruno Latour, os vínculos dos actantes no processo de aprendizagem, “pessoas-objetos transformam o mundo. As pessoas e os objetos são a educação” (LEMOS, 2013, p. 267).

Assim, discutir as vertentes de nossos estudos de maneira simétrica não é pouco e tampouco simples. Contudo, compreender a política desse caráter mutante e indomável das Africanidades, uma presença ausente por excelência, tende a contribuir com o campo de estudos orientados aos objetos na educação. Nossos estudos têm o objetivo de contribuir para a rica literatura em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e para a Teoria ator-rede (ANT), em particular, na qual a topologia espacial é abraçada para descentralizar o objeto (e o sujeito) nas práticas (conhecimento) ocidentais, africanas e das diásporas.

O potencial de agência objetos de africanidades reside em honrar um saber-estar com as plantas, os animais e uma ampla gama de corpos não-humanos que são professores com/nas ecologias de relações afro-brasileiras. Por meio de pedagogias que funcionam dentro, contra e além da epistemologia e da ontologia hegemônicas, trazendo a atenção para outros que não sejam eurocêntricos e para possibilidades de abrir espaço para formas plurais de ser e saber podem conduzir a procedimentos frutíferos de conhecer e estar com o espaço, o tempo e a matéria de outra forma, em um mar de relações, associações e traduções que testemunha relações já existentes e fomentar a possibilidade de novas. Ao invés de tentar imaginar que enterramos as violências coloniais de nossas ciências no passado, que possamos imaginar um futuro científico que nos permita viver com os fantasmas, as elisões e rasuras de nossas ciências, compreendendo que outras ciências e outros futuros sempre foram e são possíveis.

5. Referências Bibliográficas

ABAKA, E. **kola nuts** Cambridge University Press, 2000.

- ADICHIE, C.N. **O perigo de uma história única**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III**. Bot. J. Linn. Soc., 2009. doi: 10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x
- APAKAMA, L. M. Igbo kola nut: its Socio-Cultural significance for Peace. In Alex A. O. Anedo & Thecla N. Udemmadu. **The Ideal Man**. Awka. Apple Book Publishers, 2012.
- ATANDA, O.O; OLUTAYO, A; MOKWUNYE, F.C; OYEBANJI, A.O; ADEGUNWA, M.O. **A qualidade das nozes-de-cola nigerianas**. Afr J Food Sci, 2011.
- BROWN, SD. Michel Serres: Science, translation and the logic of the parasite. **Theory, Culture & Society**, v.19 n.3, p.1–27, 2002.
- CASCUDO, L.C. **Dicionário do Folclore Brasileiro**. Belo Horizonte / Rio de Janeiro: Editora Itatiaia Limitada, 1988.
- CHIREAU, Y. **Magia Negra: Religião e a Tradição de Conjuração Afro-Americana**. Berkeley, CA:University of California Press, 2006.
- DASTON, L.**Biografias de Objetos Científicos**. Chicago: University of Chicago Press, 2000.
- EMMIS, C. Refrigerantes . In: Kiple, KF, Ornelas, KC (eds). **The Cambridge World History of Food, Reino Unido** : Cambridge University Press , 2000.
- FANON, F. **Pele negra, máscaras brancas**. Salvador: Edufba, 2008.
- FREEMAN, RA. **Uma viagem a Bontuku no interior da África Ocidental**. Royal Geographical Society, 1892.

- LATEEF, A. Síntese biogênica de nanopartículas de prata usando um extrato de vagem de Cola nitida: atividades antibacterianas e antioxidantes e aplicação como aditivo de tinta. **Journal of Taibah University for Science**, v.10 n.4, p.551-562, 2016.
- LATOUR, B. **A esperança de Pandora: Ensaios sobre a realidade dos estudos científicos**. Bauru: EDUSC, 2001.
- LATOUR, B. **Políticas da Natureza: como fazer ciência na democracia**. Bauru: EDUSC, 2004.
- LATOUR, B. **Reflexão sobre o culto moderno dos deuses fe(i)tiches**. Bauru: EDUSC, 2002.
- LOPES, N. **Enciclopédia Brasileira da Diáspora Africana**, São Paulo: Selo Negro, 2003.
- LOPEZ DUARTE, A.; PIGAFETTA, F, **Relação do Reino do Congo e Terras circunvizinhas**. Lisboa: Alfa, [1591]1989.
- LOUIS, JC; YAZIJIAN, H. **The Cola Wars**, Nova York : Everest House , 1980 .
- LOVEJOY, PE. Nozes de Kola: o café do Sudão central. In: Goodman, J, Lovejoy, PE, Sherratt, A (eds). **Hábitos de Consumo: Drogas na História e Antropologia**, Oxon: Routledge, 2007.
- MAFEJE, A. **Africanity: a combative ontology**. CODESRIA Bulletin, 2008.
- MIGNOLO, W. D. **The darker side of western modernity**. London: Duke University Press, 2011.
- MOKWUNYE, F. C. **Caracterização Funcional do Pó de Noz de Kola para Produção de Bebidas**. Abeokuta, 2009.
- MOL, A. **The body multiple: ontology in medical practice**. Durham: Duke University Press, 2002.

NWACHUKWU, M. **Kola nut: Nigeria Seed of Togetherness.**
Retrieved October, 2015.

PENDERGRAST, M. **For God, Country and Coca-Cola: The Unauthorized History of the Great American Soft Drink and the Company That Makes.** Collier Books ed. Nova York: Collier Books, 1994.

SANTOS, B.G; BRANQUINHO, F.T.B. Humanos, sempre-vivas e outros-que-não-humanos: coletando e compondo o mundo comum no Espinhaço Meridional-MG., **Anuário Antropológico** [Online], v.45 n.3 , 2020,. Consultado o 06 junho 2022. URL: <http://journals.openedition.org/aa/6591>; DOI: <https://doi.org/10.4000/aa.6591>.

SANTOS, B.S; MENESES, M.P. (Orgs.). **Epistemologias do sul.** São Paulo: Cortez: 2010.

SERRES, M, LATOUR, B. **Conversations on Science, Culture and Time, Ann Arbor:** University of Michigan Press, 1995.

SERRES, M. **Estátuas: Le Second Livre des Fondations,** Champs: Flammarion, [1989] 2014.

SERRES, M. **The Parasite, trans, Schehr LR.** Minneapolis: University of Minnesota Press, [1980] 2007.

SILVA, D.J. Referenciais Epistêmicos que Orientam e Substanciam Práticas Curriculares em uma Escola localizada na Comunidade Quilombola de Conceição das Crioulas. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-graduação em Educação, 2017.

SILVA, J. F. Geopolítica da educação: tensões entre o global e local na perspectiva dos Estudos Pós-Coloniais Latino-Americanos. **XXI Encontro de Pesquisa Educacional do Norte e Nordeste** (Mesa Temática "Geopolítica da educação: tensões entre o global e local"), p.1-16. Recife, 2013.

- SIMAS, L.A.; RUFINO, L. **Fogo no mato. A ciência encantada das macumbas.** Rio de Janeiro: Mórula, 2018.
- STENGERS, I. **Inventer une écologie des pratiques.** La Recherche, 1997. Recuperado de: www.larecherche.fr/isabelle-stengers-«-inventer-une-écologie-des-pratiques-».
- STENGERS, I. The Cosmopolitical Proposal. In: LATOUR, B.; WEIBEL, P. (eds), **Making Things Public**, p. 994-1003. Cambridge, MA: MIT Press, 2005.
- STENGERS, I.. **La Vierge et le neutrino. Quel avenir pour les sciences ?** Paris, France: Les Empêcheurs de penser en rond, 2006.
- UKAEGBU, F. N. **The Igbos; The Afrikan Root of Nations.** Ibadan: Heinemann Educational Books, 2005.
- VERGER, P. **Cartas de um Brasileiro estabelecido no século XIX na Costa dos Escravos.** Anhembi,1952.
- VOEKS, RA. **Folhas sagradas do Candomblé: magia africana, medicina e religião no Brasil.** Austin, TX: University of Texas Press, 1997.
- WIREDU, K. Decolonizing African Religion: A Short History of African Religions in Western Scholarship. Nova York: **Diasporic Africa Press**, 2011.
- YARBROUGH, CC. **Terapêutica da cola.** JAMA 1899.

**16. ESTUDOS ATOR-REDE
NA INTERFACE COM A
ARTE:
EM BUSCA DE TERRA**

.....
**LÍGIA DANIELLE AZEVEDO LACERDA
FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA
GABRIEL MENEZES VIANA**

1. Introdução

A intenção de produzir este capítulo vem dos nossos interesses e desejo de refletir sobre como produtos da Arte e das Ciências podem ser mobilizados em aulas e por meio de nossas práticas educacionais na produção de coletivos e mundos. Somos Educadores em/com Ciências, que buscam novos materiais e propostas, os quais nos possibilitem produzir oportunidades de aprendizagem com abertura para a percepção da agência de atores humanos e não humanos, compreendidos como produtores de diferenças, as quais seriam essenciais para os aprendizes em ciências serem afetados (LATOUR, 2004; MELO, 2011).

Ao assumirmos a aprendizagem na Educação Científica como “aprender a ser afetado”, distanciamos-nos de uma concepção mentalista de aprendizagem. Ou seja, afastamos-nos da noção de aprendizagem baseada na visão dualista entre corpo/mente, sujeito/objeto, interno/externo, pilares, que moldam o sujeito cartesiano (COUTINHO *et al.*, 2014). Desse modo, aproximamos-nos, então, de perspectivas da aprendizagem enquanto um fenômeno situado no mundo (LAVE; WANGER, 1991; SØRENSEN, 2009), propiciando incorporar seres, equipamentos, objetos e ambientes, que também estão politicamente envolvidos nos processos de ensino aprendizagem de Ciências.

Tal perspectiva é consonante com nossos estudos sobre a Teoria Ator-Rede (TAR), desenvolvida pelo antropólogo francês Bruno Latour e outros cientistas sociais, que têm como proposta primordial a redefinição do termo “social”. Para Latour (2012), o social não pode se constituir em uma explicação para todas as nossas questões e não pode ser considerado uma solução *Deus ex-machina*, que resolve todos os nossos problemas de forma mirabolante e definitiva. Ele nos propõe estudar a “Modernidade” por meio da identificação das associações entre humanos e não humanos, também denominados de actantes. Um estudo que se faz, portanto, por meio de descrições densas, exaustivas e, até certo ponto, hesitantes. Afinal, não precisamos ter pressa em estabelecer conclusões definitivas e generalizáveis. Essas descrições nos levariam a mapear e compreender as mais diferentes redes sociomateriais em que estamos imbricados.

Nesse sentido, a TAR tem nos facultado investigar as redes sociomateriais, que se estabilizam nos processos de formação de professores e nas aulas de Ciências e Biologia. Ela tem nos oferecido a oportunidade de desenvolver um “instrumental” teórico e metodológico, que nos propicia compreender a aprendizagem como um efeito de uma rede. É uma rede, na qual temos diferentes actantes humanos e não humanos, que são mobilizados continuamente e que tencionam nossos corpos e expandem os nossos limites de interação com as entidades do mundo (COUTINHO; VIANA, 2019).

Nessa busca por expandir os limites de nossos estudos, trazemos este capítulo, que apresenta as nossas experiências e reflexões sobre as possibilidades de associações entre os elementos da Ciência e da Arte, os quais, muitas vezes, são considerados distintos; ou seja, estão submetidos aos processos de purificação dos modernos (LATOURE, 1994). Entretanto, esses mesmos elementos – e as redes que se associam – não resistem ao exame do pesquisador ator-rede, que pode perceber como os processos de hibridização se mantêm ativos, resistindo a categorizações apressadas e essencialistas.

É importante, leitores, que tomem este capítulo como um encontro de ideias, que se deu a partir de pontos convergentes entre os autores. O primeiro ponto parte do olhar sensível de um dos autores para a inserção de elementos da arte no ensino de ciências, o segundo surge do olhar de outro autor para provocar outros modos de afetar os corpos dos aprendizes e o terceiro emerge da confluência de ideias e inquietações trazidas pelos estudos dos grupos de pesquisa, nos quais os autores estão inseridos: o ConectAR⁵⁸ e o GEHBio⁵⁹. Ambos os grupos de pesquisa se debruçam sobre os estudos da TAR no contexto da Educação em Ciências e se dedicaram aos estudos sobre o livro *Onde aterrar? Como se orientar politicamente no Antropoceno* (LATOURE, 2020), que aborda, a partir de ensaios, temas que interseccionam política, ciência, tecnologia e sociedade, promovendo possíveis soluções para a mutação climática⁶⁰. *Onde*

⁵⁸ ConectAR é o grupo de pesquisa, que teve início no ano de 2020 com o objetivo de discutir a TAR na perspectiva do Ensino de Ciências.

⁵⁹ O Grupo de Estudos em Humanidades Biológicas (GEHBio) é o grupo de pesquisa formado em 2015 na Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), que se dedica aos estudos da TAR na perspectiva do Ensino de Biologia e Ciências.

⁶⁰ Mutação climática   o termo que Latour (2020) utiliza para o evento climático, que ocorre atualmente no planeta, alegando que crises são passageiras e, portanto, não   o termo mais apropriado para o momento.

aterrar? nos convida a compreender as raízes das mudanças climáticas e o momento atual. Por fim, propõe um direcionamento para onde caminhar e onde aterrar quando pensamos no agora projetando o futuro.

Pensando na TAR como embasamento teórico, com ênfase nos livros *Onde aterrar?* (LATOURE, 2020) e *Investigação sobre os modos de existência* (LATOURE, 2019), buscamos, ainda, nos dedicar à letra da canção “Terra”, de Caetano Veloso (VELOSO, 1978), composta no ano de 1978, que se remete à lembranças do período em que o artista se encontrava preso durante a ditadura militar e prestes a ser exilado (VELOSO, 1997). A canção descreve, de forma poética, as percepções e sentimentos de Caetano ao ver, pela primeira vez, imagens de satélite do planeta Terra. Nosso objetivo ao relacionar a obra de Latour com a canção de Caetano Veloso é tentar compreender como o compositor arregimenta e associa actantes, que nos mobilizam e nos geram percepções sobre a história do seu autor e do seu território, algo imprescindível quando pensamos na abordagem e no ensino com temas socioambientais.

2. Sobre nossas relações entre Ciência e Arte na Educação em Ciências

Na tentativa de purificar o mundo, os modernos costumam colocar em seus relatos que ciência e arte seriam esferas distintas da experiência humana. Na sua antropologia dos modernos, Latour (2019) identifica que estes apresentam alguns modos de existências, que se constituem em torno da mobilização de atores humanos e não humanos heterogêneos, os quais se associam permitindo que algo passe, flua, através de pequenos hiatos. A diferença entre os modos estaria naquilo que passa de maneira contínua nessa série de descontinuidades. Para o modo de ser da ciência, o autor nos apresenta os “seres da referência”, que produzem uma cadeia através da qual o argumento científico vai se constituindo. Já as artes, por sua vez, seriam os “seres da ficção”, que multiplicam subjetividades ao nos transportar em suas diferentes figurações da realidade. Dessa maneira, Latour identifica que, para os modernos, ciência e arte apresentariam valores e modos de verificação distintos, os quais devem ser tomados como verdadeiros somente no interior de cada forma de existência.

Todavia, no cotidiano, estamos cercados por movimentos de hibridização. Os seres da ficção, que se espalham por todos os lados, escapam das obras de arte e emprestam algumas de suas virtudes a outros modos, permitindo figurar sua própria realidade (LATOURE, 2019). Assim, tudo pode ser estetizado, até as ciências, que, no encontro com os seres da ficção, produziria expressões, tais como: “Como é belo esse teorema! [...] Que bela sentença! (LATOURE, 2019, p. 208)” Além do que, as cadeias de referência demandam uma narrativa, que é povoada por seres, que só podem vir da ficção. Afinal, como poderíamos ser transportados por galáxias distantes, partículas de matérias, DNA e ribossomos sem ter à nossa disposição personagens suscetíveis de experimentar tais aventuras? (LATOURE, 2019, p. 208) Portanto, conclui o autor que o cruzamento entre ciência e arte é extremamente rico, já que, ao construirmos grande parte do que sabemos sobre o mundo, estamos também sensíveis à sua beleza (LATOURE, 2019).

Para este capítulo, propomos fazer um exercício de identificar os atores, as mediações, os efeitos e os mundos, que são mobilizados em uma música intitulada “Terra”, de Caetano Veloso (1978). No entanto, antes de nos debruçarmos sobre a letra do compositor baiano, neste momento, apresentamos algumas de nossas experiências com trabalhos, que interseccionaram ciência e arte em busca de agregar outros sentidos e contrastes para os processos de ensino-aprendizagem em Ciências.

Em nosso primeiro estudo, dedicamo-nos a um questionamento sobre vida e morte nas aulas de Biologia. Escrevemos um capítulo de livro, que traz uma análise de um episódio da série *Black mirror*, intitulado “*San Junipero*”. A análise buscou mobilizar discussões relacionadas aos conceitos de vida e morte por meio da TAR e a partir de princípios de análise da etnografia de tela (SILVA; VIANA, 2021). No decorrer do texto, os autores descrevem o episódio e trazem recortes de cenas relatando a história de duas mulheres em estado terminal, que são “transportadas” para uma outra dimensão que não a real, mas sim virtual, com o objetivo de viverem em sua forma plena e saudável.

A partir do fluir e refluir da história, levantamos questionamentos sobre como podemos ser afetados pelas questões emocionais da trama a partir da exposição de vídeo, imagem e sons mobilizados por um enredo, que traz a transhumanidade como um

ponto de inflexão e reflexão em cenário utópico. A partir do episódio e das nossas reflexões, sentimos-nos autorizados a pensar em um ensino de Biologia ou em um processo de formação de professores, que é possível transcender as definições científicas um tanto engessadas sobre morte e vida. Ao contrário, a nossa compreensão desses fenômenos se articula a partir do sentir e da possível experiência dos espectadores imersos em um universo criado pelas escolhas de roteiristas, diretores, atores e dos elementos cênicos, que compõem os eventos retratados na história apresentada na tela (SILVA; VIANA, 2021).

Em outro trabalho, dedicamo-nos a investigar a poesia com a Teoria Ator-Rede. Em Silva, Reis e Viana (2021), exploramos a potencialidade de fazer emergirem as agências de atores humanos e não humanos e os efeitos de suas associações, que são relevantes na instauração de um mundo extrativista presente no poema “A Lira Itabirana”, de Carlos Drummond de Andrade, publicado em 1984. Nos versos do poeta, rio, mineradora, ferro e dívidas são arregimentados, produzindo sentimentos, espaços e tempos, que poderiam nos aproximar do poeta e da comunidade afetada pela extração mineral. Em nossas mãos e por nossos olhares, somos estimulados a pensar esse texto como um recurso didático, que, em nossas aulas, nos propicia extrapolar as definições e conceitos de ecologia e/ou de educação ambiental. Temos um material, que nos leva ao encontro com memórias e com um território onde pessoas vivem e sofrem as tragédias associadas à extração mineral; ou seja, “um recurso para compreender a mineração e seus efeitos em uma tentativa de estabelecer aproximações com realidades atuais” (SILVA *et al.*, 2021, p. 3).

Em nosso experimento de pensamento (LATOURE, 1994), exploramos os versos do poema de Drummond, como, por exemplo, ao identificar que a estrofe “O Rio? É doce. A Vale? Amarga. Ai, antes fosse Mais leve a carga” apresenta a resistência anunciada por meio de um discurso crítico acerca da atuação da mineradora. Afinal, “[...] os dois primeiros versos associam ao elemento da natureza, o rio, a sensação de sabor agradável, e a empresa, uma percepção desagradável. E que também ressoa no emprego da interjeição ‘ai’ que sinaliza a dor a que está sujeito o poeta” (SILVA *et al.*, 2021, p. 4).

Ao trazer o olhar do poeta acerca de suas histórias e memórias e da sua capacidade de arregimentar actantes para falar poeticamente

de seu território e das suas experiências, podemos ser transportados por um mundo de dor, mágoas, desesperança e permeado por interesses econômicos, que extrapolam a pequena Itabira. Identificamos, no poema, um material com potencial para nos afetar e trazer a diferença entre o discurso oficial das mineradoras e o daqueles que sofrem por seus impactos e crimes socioambientais (SILVA *et al.*, 2021).

Seguindo esta perspectiva da aprendizagem enquanto o corpo afetado e suas relações com arte, apresentamos reflexões construídas em uma outra pesquisa acerca da materialidade produzida pelo conteúdo do som no ensino de ciências para as séries finais do Ensino Fundamental (VIANA; SILVA; GOMES, 2021). Nessa investigação, que toma como empiria o Currículo Referência do Estado de Minas Gerais, pontuamos que as propostas para o ensino desse conteúdo ainda se caracterizam por uma dimensão substancialmente visual. A dimensão sonora/auditiva do som é pouco representada e, assim, pouco oferece oportunidade de afetar os corpos dos estudantes. Em outra direção, propomos formas, que sejam mais articuladas e interessadas, evocando outras associações entre seus corpos, conhecimentos e mundos. Uma dessas possibilidades é trazer para o ensino de ciências perspectivas de corpo e mundo adotadas, por exemplo, na educação artística, na qual a dimensão da estesia proporciona evocar sensibilidade, percepção, instituição e emoções, dimensões ainda carentes de atenção na educação em Ciências para esse nível de ensino.

A partir da concepção de corpos afetados, compreendemos como estes aprendem e como, quanto mais os corpos aprendem, mais geram diferenças e interações (LATOURE, 2008). Diante disso, os autores argumentam por meio de uma aprendizagem a partir da afetação do corpo presente no mundo, entrelaçando ciência e arte (VIANA *et al.*, 2021).

O que desejamos, ao trazermos exemplos dessas pesquisas que envolvem arte e ciências, é, juntamente, demonstrar a relevância desse olhar para o ensino de ciências. Pensar em como os recursos artísticos, o sentir e o movimentar-se no mundo podem dialogar com a ciência e serem levados até as salas de aula de maneira a contribuir para a aprendizagem dos estudantes; uma aprendizagem, que propicia novas formas de “registrar, manter, respeitar o maior

número de possibilidade de pertencimento ao mundo” (LATOURE, 2020, p. 25).

3. A obra: “Terra”, de Caetano Veloso

Caetano Veloso, brasileiro, nascido em 1942, em Santo Amaro, município do Recôncavo baiano, foi um dos artistas perseguidos pelo regime militar instaurado no Brasil em 1964. Em 1968, ele e seu parceiro Gilberto Gil foram presos por terem supostamente desrespeitado o hino e a bandeira brasileiros. Parte da sua detenção foi cumprida em uma cela do Quartel de Paraquedista do Exército. Em um dos seus momentos de cárcere, ele teve acesso a uma edição da revista *Manchete* com fotos do planeta Terra obtidas pelos astronautas Frank Borman, Jim Lovell e William Anders, que fizeram um voo ao redor da Lua, na missão Apollo 8, em 21 de dezembro de 1968 (CORDEIRO; SOUZA; BUDANT, 2021). Segundo o próprio compositor:

Eram as primeiras fotos em que se via o globo inteiro – o que provocava forte emoção, pois confirmava o que só tínhamos chegado a saber por dedução e só víamos em representações abstratas – e eu considerava a ironia de minha situação: preso numa cela mínima, admirava as imagens do planeta inteiro, visto do amplo espaço. Anos depois, já de volta à Bahia, compus uma canção de que ainda gosto muito (“Terra”) e cuja letra começa por referir-se a esse momento. Dirigindo-me à Terra, nos primeiros versos da canção, comento as tais fotografias ‘onde apareces inteira, porém lá não estavas nua e sim coberta de nuvens’. Esse acercamento sensual que se insinua na consideração de que a Terra não estava ‘nua’ nas páginas da revista, embora no instante de fazer a canção eu não me desse conta, me veio à mente sem dúvida por causa das outras fotografias que mais me impressionavam na cela do PQD: as de mulheres seminuas que me enchiam de desejo e com que sonhava todas as noites (VELOSO, 1997, p. 393).

A canção “Terra” é a primeira das faixas do álbum *Muito (Dentro da Estrela Azulada)*, lançado em 1978, que também contém outra música muito famosa desse compositor, “Sampa”. A nossa escolha para análise dessa canção se relaciona a vários fatores. Um destes se associa ao fato de que ela foi inspirada a partir do contato de Caetano com uma fotografia, ou seja, um não humano, que o afetou e expandiu o seu corpo para uma percepção mais ampla (LATOURE, 2008). Uma percepção que lhe permitiu ultrapassar os limites de sua privação tanto da cela onde se encontrava encarcerado quanto do acesso ao espaço, algo inerente à maioria dos terrestres. Para Jungk (2019, p. 235):

A fotografia é uma arte do olhar, de registrar através de instrumentos aquilo que se percebe, vê ou quer ver de determinada maneira, bem como daquilo que se quer mostrar. Juntamente com esse caráter imagético de produção de imagens, que é vago, icônico e poético, a fotografia também possui um intenso caráter indexical [...]. Isso implica no seu caráter fortemente indicial, pelo qual ela mostra aspectos e direciona a atenção do observador para o objeto particular da realidade captado pelos processos fotográficos.

Especificamente, as primeiras fotografias de nosso planeta nos ajudaram a confirmar as representações anteriores construídas a partir de mapas e modelos feitos por vários estudiosos ao longo da história da humanidade (JUNGK, 2019). Em abordagem latouriana, podemos pensar nessas fotografias integrando a rede sociomaterial de produção de fatos e de inscrições sobre o nosso planeta (LATOURE; WOOLGAR, 1997) e se constituindo em um móvel imutável⁶¹, o que propiciou a Caetano uma viagem para pensar os nossos limites, a nossa insignificância, e, também, expressar o seu encantamento com o nosso planeta.

⁶¹ Um móvel imutável consiste em um conjunto de actantes, que se remetem a outras redes (LATOURE, 2000). Eles nos propiciam mover por diferentes espaços e tempos. São o resultado de redes estabilizadas com certa durabilidade e podem agir em outros locais, tempos e domínios (FENWICK; EDWARDS, 2012).

Antes de nos dedicarmos à letra, apesar de não sermos estudiosos de artes ou de música⁶², mas condizentes com a nossa proposta de acreditarmos que a dimensão sonora/auditiva deve ser considerada nos processos de ensino e aprendizagem de Ciências, concentramo-nos em compreender alguns elementos musicais dessa composição (VIANA *et al.*, 2021). Por exemplo, Lima (2010, p. 28) argumenta que a canção tem um refrão, que nos propicia flutuar, ou como explícita, “num certo estado de flutuação melódica”. Afinal, certas músicas teriam essa capacidade de gerar movimento a partir das metáforas, que são construídas por seus compositores.

Em um estudo sobre o uso do violão nas canções de Veloso, Nascimento (2013) escolhe a gravação de “Terra”, do álbum de 1978, como um dos seus objetos. Ele ressalta que Caetano não é reconhecido como um exímio violonista, mas teria uma grande intimidade com o instrumento. O pesquisador identifica que, na introdução, se apresenta apenas um violão, o qual executa repetidamente o acorde Sol maior, que é o centro tonal da canção. Tanto a escolha do acorde quanto a presença de apenas um instrumento remetem a imagens que o compositor nos parece querer proporcionar: primeira, a ideia do movimento de translação de nosso planeta; e, posteriormente, a sensação de solidão vivenciada por Veloso em sua cela.

Nascimento (2013, p. 19) destaca também o dedilhado, a alternância de notas mais graves, que pode remeter tanto ao caminhar em círculos em uma cela quanto à sensação de ausência de gravidade.

A melodia inicia-se em modo lídio com 7^a Menor⁷ e no registro grave da voz de Caetano, evoluindo gradativamente e chegando a extrapolar uma oitava no final da primeira estrofe. Inicia-se o jogo de sedução: ao mesmo tempo em que fica evidente o vislumbramento que a Terra quase nua provoca no compositor/intérprete, este tenta também seduzi-la (Terra como signo de mulher) através de um contorno melódico misterioso e envolvente que chega ao ápice em ‘de nuvens’, com a primeira mudança harmônica que surge desde o começo da canção – um acorde de Dó Maior. Surge também um segundo instrumento, um violão de 12 cordas,

⁶² Para outros detalhes e informações acerca dessa melodia, indicamos o estudo de Tatit e Lopes (2004).

fazendo harmônicos que, nesse contexto, sugerem a imagem de estrelas brilhando. Neste momento, a melodia relaxa e volta a descer suavemente, transitando entre o modo lídio e o jônio. A letra passa a se dirigir diretamente ao objeto desejado por Caetano, formando o refrão que se repetirá durante toda a música (“Por mais distante / O errante navegante / Quem jamais te esqueceria?”) (NASCIMENTO, 2013, p. 19).

Nascimento (2013) identifica, ainda, que Caetano apresenta todos os elementos melódicos e harmônicos da composição, que são carregados de uma simplicidade, característica de alguém que está privado do seu contato com o mundo devido à sua prisão⁶³. Portanto, mais do que a beleza e a sensação ao ouvir os acordes e a forma como são tocados no violão, a partir de uma associação entre homem e instrumento, somos convidados a imaginar situações, que nos trazem uma mensagem que nos anima, mas que também se mantêm vivas por conseguirem constituir a nossa subjetividade (LATOURE, 2019).

Ao nos aproximarmos com olhares interessados à letra da canção, munidos dos instrumentos mínimos da bagagem do analista da TAR e inspirados por nossa leitura que nos motiva a busca pelo nosso aterrar (LATOURE, 2012, 2020), logo, na primeira estrofe, nos é perceptível que a letra se remete a uma vivência pessoal. Dessa forma, Caetano situa o ouvinte no espaço-tempo de que se trata sua canção. Observemos as duas primeiras estrofes da canção:

Quando eu me encontrava preso
Na cela de uma cadeia
Foi que eu vi pela primeira vez
As tais fotografias
Em que apareces inteira
Porém lá não estavas nua

⁶³ Em gravações mais recentes, a música é apresentada com o acompanhamento de vários músicos e instrumentos, o que pode gerar uma sensação de expansão, interação e coletividade, algo que a liberdade e a democracia podem nos proporcionar.

E, sim, coberta de nuvens

Terra, Terra

Por mais distante

O errante navegante

Quem jamais te esqueceria?

No primeiro verso, “Quando eu me encontrava preso”, o compositor apresenta um tempo que já passou e, a partir disso, expõe seu primeiro contato com as imagens fotográficas do planeta Terra obtida por astronautas no voo da Apollo 8. Aqui, identificamos o actante “eu”, que se torna presente na canção a partir do relato do compositor. É possível identificarmos, também, que há outro actante central sobre o qual o é narrado. Ao ouvirmos o restante da canção, principalmente pelo refrão que irá se repetir em vários momentos, temos a mobilização do actante “Terra”. Pela letra, somos transportados ao momento e ao ambiente quando/onde se dá esse encontro.

No refrão da canção, Caetano demonstra certo distanciamento temporal da Terra, uma percepção causada pelas imagens de satélite do planeta (TATIT; LOPES, 2004). Ao contrastar esses versos: “Por mais distante. O errante navegante” com as ideias de Latour (2020), entendemos que o actante “eu” se encontra distante do actante “Terra” em uma posição externa ao planeta. Entretanto, por mais que nos distanciemos de nosso lugar de origem, ao nos estabelecermos como errantes por diferentes territórios, como imigrantes e exilados políticos, como no caso do compositor baiano (VELOSO, 1997), sempre podemos mobilizar elementos de nossas memórias construídas nas relações com as mais diferentes entidades, que nos cercam, nos afetam e nos impedem de esquecer. Ou, ainda, como apresentam Cordeiro *et al.* (2021, p. 2840), a repetição do termo “Terra” faz com que “o enunciador, a cada verso, traga para mais perto de si a terra que é objeto de seu desejo, seu lar e sua prisão”.

Dessa forma, identificamos como os actantes “eu” e “Terra” estão intimamente ligados em uma relação, que, inicialmente, se faz distante. Todavia, logo em seguida, há uma aproximação. No fluir da

canção, percebemos que Caetano retoma o refrão diversas vezes, dando ênfase a esse distanciamento e essa reaproximação do actante “eu” com o actante “Terra”. No que concerne à narrativa, os estados conjuntivo e disjuntivos são o que une o sujeito ao seu objeto de valor (TATIT; LOPES, 2004), levando-nos a considerar o actante “Terra” como o objeto de valor do actante “eu”. Em nossa percepção, esse objeto de valor pode ser considerado, talvez, como o ponto de partida para a construção de novas relações com a Terra.

Voltando ao verso “Quem jamais te esqueceria?”, temos a sensação de retorno, do planar à Terra (LIMA, 2010). Esse retorno nos leva a essa possibilidade de aterramento (LATOURE, 2020), o momento quando o actante “eu” não mais se vê alheio ao actante “Terra”. Em nossa percepção de análise da canção entendemos que, ao planar, o actante “eu” se reconecta com o actante “Terra”, extinguindo a distância entre o que o afeta e que o faz diferente, único; um ser apaixonado por uma Terra, objeto de desejo dos exploradores marítimo, Terra que lhe oferece firmeza, uma Terra a que ele oferece carícia: “Eu estou apaixonado/ Por uma menina, terra/ Signo de elemento terra/ Do mar se diz: Terra à vista/ Terra para o pé, firmeza/ Terra para a mão, carícia”

Esse ser único nos convida a viajar por suas memórias, composta por referências musicais, como no caso dos versos: “Mando um abraço pra ti/ Pequeninha/ Como se eu fosse o saudoso poeta, E fosses à Paraíba”; e “Nas sacadas dos sobrados/ Da velha São Salvador/ Há lembranças de donzelas/ Do tempo do Imperador/ Tudo, tudo na Bahia/ Faz a gente querer bem/ A Bahia tem um jeito”, dos compositores Luiz Gonzaga e Dorival Caymmi, respectivamente. Ao trazer essas letras de outras músicas de artistas nordestinos, Veloso explicita a saudade e seu amor pela sua terra de origem. Um território peculiar, que se apresenta na figura de mulheres jovens, pequeninhas e donzelas, das quais sente a sua ausência, mas ainda resiste nas memórias das experiências que vivenciou. E mais do que isso, existem, naquele local, experiências, que mudam como nós podemos nos sentir, algo que só pode ser vivenciado naquele território, que age diretamente sobre os seus terrestres (LATOURE, 2020).

Em outros versos, Veloso enuncia: “Eu sou um leão de fogo/ Sem ti me consumiria/ A mim mesmo eternamente/ E de nada valeria/ Acontecer de eu ser gente/ E gente é outra alegria/ Diferente

das estrelas”. Nesses versos, o “eu” é personificado na imagem do seu signo no zodíaco, um animal, cuja ferocidade se atenua na presença da “menina terra” por quem nutre a paixão (MELLO, 1993). Uma posição que lhe permite identificar o seu pertencimento ao planeta, o que o remete à nostalgia e à alegria de ser diferente (LIMA, 2010). Um ser gente, que nos permite pensar em respostas sobre “onde estamos, se esse ‘sobre’ ou esse ‘quem’ nos encontramos” (LATOURE, 2020, p. 53): em uma Terra, que reage às nossas ações, nos enclausura e nos domina, mas que também nos constitui.

Esta perspectiva do reconhecimento e da clausura se fortalece nos próximos versos: “De onde nem tempo, nem espaço/ Que a força mande coragem/ Pra gente te dar carinho/ Durante toda a viagem/ Que realizas no nada/ Através do qual carregas/ O nome da tua carne”. No jogo de situar os actantes “tempo” e “espaço”, remetendo-nos ao lugar aonde o planeta viaja e nos leva, ou seja, no nada, o compositor solicita o que nos falta (coragem) para cuidar da terra (dar carinho). Um cuidado que, muitas vezes, implica reconhecer essa carne, que constitui o nosso planeta como o nosso território, algo que nos impõe um desafio vital e existencial, que é defender o ambiente onde construímos as nossas memórias, os nossos vínculos e os nossos modos de vida. Um território pelo qual podemos nos apaixonar e desejar como este “eu” se apaixonou pelas imagens de uma menina terra.

4. Considerações finais

Neste texto, partimos da premissa de que as obras de artes assim como o conhecimento científico e a produção tecnológica podem ser assumidos como uma produção cultural de e para toda a humanidade. Com respeito à obra, aos artistas e aos estudiosos das artes, consideramos que as obras de artes também podem ser apropriadas por professores e professoras de Ciências em determinados contextos escolares e de ensino. Portanto, nosso propósito, neste capítulo, não foi promover uma educação artística nas aulas de Ciências e tão pouco produzir uma análise científica de obras de arte; menos ainda, sustentar alguma perspectiva por nós desenhada sobre arte e música a serviço da ciência ou do seu ensino. Mas, sim, ao percebermos os diferentes modos de existência, de instauração e de subjetividades dos modernos com a Teoria Ator-Rede, apontarmos alguns limites no que entendemos sobre educação

em ciências. Em nossa perspectiva, é com as considerações para aquilo e aqueles que nos apresentam outras possibilidades de ser e de produzir mundos que a aprendizagem em ciências cria potencialidades de ser mais interessante, interessada e articulada.

Nessa direção, as produções artísticas se apresentam como um território muito fértil, já que: “Se a obra exige uma interpretação subjetiva, é nesse sentido muito particular do adjetivo que estamos sujeitos a ela, ou melhor, que com ela ganhamos nossa subjetividade” (LATOURE, 2019, p. 201). Portanto, estarmos sensíveis aos seres da ficção é observarmos como as obras nos captam e por onde elas nos transportam, que mundos são engendrados nesse movimento e quais subjetividades são instauradas. Tais ações podem ser muito importantes para professores de Ciências na medida em que oferecem a estas possibilidades de afetar os aprendizes com modos de ser que a ciência não faz ou faz de forma ainda um tanto limitada. Afinal, como argumenta Latour (2020), para lidar com a barbárie não basta reunir pessoas em uma sala de aula e desfiar as “verdades” científicas para corrigir falhas de pensamentos. Precisamos de novos processos para compartilhar “a mesma cultura, enfrentar os mesmos desafios e vislumbrar um panorama que possamos explorar conjuntamente” (LATOURE, 2020, p. 36).

5. Referências Bibliográficas

CORDEIRO, R. C.; SOUZA, T. P.; BUDANT, L. H. “Narciso acha feio o que não é espelho”: reflexões sobre a exceção brasileira em Narciso em férias. **Revista Direito e Práxis**, v. 12, p. 2811-2846, 2021.

COUTINHO, F. Â.; SILVA, F. A. R.; MATOS, S. A.; SOUZA, D. F.; LISBOA, D. P. Proposta de uma unidade de análise para a materialidade da cognição. **Revista da Sbenbio**, n. 7, p. 1930-1942, out. 2014.

COUTINHO, F. Â.; VIANA, G. M. Alguns elementos da Teoria Ator-Rede. In: COUTINHO, F. Â.; VIANA, G. M. (Org.). **Teoria Ator-Rede e Educação**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2019. p. 17-37.

FENWICK, T.; EDWARDS, R. Introduction. In: FENWICK, T.; EDWARDS, R. **Researching education through actor-**

network theory. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. p. IX-XXIII.

JUNGK, I. A expansão da percepção humana pela fotografia. **Pós-Limiar**, v. 2, n. 2, p. 229-243, 2019.

LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos.** Rio de Janeiro, RJ: Ed. 34, 1994.

LATOUR, B. **Ciência em ação.** Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Ed. da UNESP, 2000.

LATOUR, B. **Objectos Impuros: Experiências em Estudos sobre a Ciência.** Como falar do corpo? A dimensão normativa dos estudos sobre a ciência. Porto, Afrontamento, 2008.

LATOUR, B. **Reagregando o Social: Uma Introdução à Teoria do Ator-Rede.** Bauru, SP: Edusc, 2012.

LATOUR, B. **Investigação sobre os modos de existência:** uma antropologia dos Modernos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2019. (Coleção Antropologia).

LATOUR, B. **Onde aterrar?:** como se orientar politicamente no antropoceno? Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório:** a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated Learning:** Legitimate Peripheral Participation. New York: Cambridge University Press, 1991.

LIMA, Paulo Costa. **Música popular e adjacências...** Salvador: EDUFBA, 2010.

MELO, M. F. A. Q. Discutindo a aprendizagem sob a perspectiva da Teoria Ator-Rede. **Educar Em Revista**, Curitiba, Ed. da UFPR, n. 39, p. 177-190, jan./abr. 2011.

- MELLO, G. B. R. **Caetano Veloso**: um estudo de símbolos e mitos. 1993. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1993.
- NASCIMENTO, D. C. O violão de Caetano Veloso como instrumento de apoio interpretativo e composicional. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação “Canção Popular: criação, produção musical e performance”) – Faculdade Santa Marcelina, São Paulo, 2013.
- SILVA, F. A. R.; REIS, A. L.; VIANA, G. M. Entre o ferro e as lágrimas: a poesia como um recurso educacional para a educação científica..In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 13., 2021. **Anais...** ENPEC EM REDES, p. 7, 2021.
- SILVA, F. A. R.; VIANA, G. M. Uma proposta da teoria ator-rede sobre o conceito de morte no episódio “*San Junipero*” da série *Black Mirror*. In: SANTOS, S. P.; FERREIRA, G. L.; VIGÁRIO, A. F. (Org.). **(Bio)Grafias nós e entrenós na educação em Ciências e Biologia**. 1. ed. Uberlândia: Culturatrix, 2021. v. 1, p. 1-382.
- SØRENSEN, E. **The Materiality of Learning**: technology and knowledge in educational practice. New York. Cambridge University Press, 2009.
- TATIT, L.; LOPES, I. C. Terra à vista: aportando na canção. **Gragoatá**, v. 9, n. 16, p. 187-208, 2004.
- VELOSO, C. **Muito (Dentro da Estrela Azulada)**. Rio de Janeiro: Polygram, 1978.
- VELOSO, C. **Verdade tropical**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.
- VIANA, G.; SILVA, F.; GOMES, A. Uma proposta de ensino “sobrecor” o som para os conteúdos de Ciências no Ensino Fundamental: uma aprendizagem enquanto um corpo afetado. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 4, p. 1-24, 18 ago. 2021.

**17. ESBOÇOS PARA
PESQUISAS EM EDUCAÇÃO
EM HUMANIDADES
CIENTÍFICAS NO
ANTROPOCENO**

.....

**FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO
KRISTIANNE LINA FIGUEIREDO
GABRIEL MENEZES VIANA
FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA**

1. Introdução

Nos últimos anos, o tema do Antropoceno adquiriu certa popularidade. Por exemplo, em uma busca por “Antropoceno” no *YouTube*, a plataforma nos devolve uma quantidade quase impossível de se assistir de documentários, palestras, encontros e aulas. No jornal *Folha de São Paulo*, um periódico de grande circulação no Brasil, o termo aparece em 78 reportagens. Em importantes revistas de divulgação científica, o tema também surge com certa frequência, como na *Ciência Hoje*, em que se evidencia 09 reportagens e na revista *Scientific American Brasil* em 06 reportagens.

Todavia, não é somente sua popularidade ou, pelo menos, sua tendência em se popularizar que o torna relevante e motivo de atenção por parte dos profissionais do campo da Educação em Ciências. Há algo mais na ideia de Antropoceno que requer nossa deferência. Senão, vejamos.

O termo Antropoceno foi inicialmente sugerido por Crutzen e Stoermer (2000) e refere-se à proposta de uma nova época geológica na história da Terra. Diferentemente das outras épocas, a ideia do Antropoceno não assume os fenômenos naturais como marcadores estratigráficos para sua origem, mas coloca em pauta o papel da humanidade como força geológica. O *Grupo de Trabalho Sobre o Antropoceno*, da *Subdivisão Sobre a Estratigrafia do Quaternário*, apresenta o termo Antropoceno referindo-se ao “intervalo de tempo geológico atual, no qual muitas condições e processos na Terra são profundamente alterados pelo impacto humano”. Segundo o mesmo documento, tais condições e processos incluem:

aumento na erosão e transporte de sedimentos associados à urbanização e agricultura; perturbações antropogênicas acentuadas e abruptas dos ciclos de elementos como carbono, nitrogênio, fósforo e vários metais juntamente com novos compostos químicos; mudanças ambientais geradas por essas perturbações, incluindo aquecimento global, aumento do nível do mar, acidificação dos oceanos e propagação de “zonas mortas” oceânicas; rápidas mudanças na biosfera tanto em terra quanto no mar, como resultado da perda de habitat, predação, explosão

de populações de animais domésticos e invasões de espécies; e a proliferação e dispersão global de muitos novos “minerais” e “rochas”, incluindo concreto, cinzas volantes e plásticos, e a miríade de “tecnofósseis” produzidos a partir desses e de outros materiais⁶⁴.

A ideia de Antropoceno, no entanto, não se apresenta sem controvérsias. Em primeiro lugar, seu nascimento não foi oficialmente decretado, pois a *Comissão Internacional Sobre Estratigrafia*, da *União Internacional de Ciências Geológicas*, ainda não se convenceu. O argumento básico é de que os registros estratigráficos apresentados pelos adeptos da nova época geológica são apenas “potenciais”, não sendo suficientes para se tomar uma decisão científica sobre o assunto (veja-se VEIGA, 2019, p. 29). Portanto, mais evidências necessitariam ser apresentadas.

Em segundo lugar, se seu estatuto de existência não está assegurado, muito menos sua data de nascimento, pois não existe uma concordância quanto ao marco inicial do Antropoceno. Segundo Steffen et al (2011), dois eventos pré-industriais são defendidos. O primeiro avalia como marco inaugural as ondas de extinção em massa da megafauna do Pleistoceno, ocasionada pela interferência direta das humanas e dos humanos. O segundo evento, defendido por Ruddiman (2003), mobiliza o papel da agricultura (que se iniciou há 8.000 anos), como atividade humana que contribuiu para que as concentrações CO₂ e CH₄ fossem suficientes para evitar o início de uma nova glaciação. Em contrapartida a estes eventos pré-industriais, tanto Crutzen e Stoermer (2000) quanto Steffen et al (2011), defendem que o início do Antropoceno deveria ser datado após a primeira Revolução Industrial. Steffen et al (2011) apontam o ano de 1850 para o início do Antropoceno, uma vez que, a partir deste ano, as concentrações de CO₂ passaram a aumentar para além das variações normais detectadas na história da Terra.

Portanto, apesar do uso do termo Antropoceno ainda ser informal, não podemos ignorar que a atividade humana sobre o ambiente global aumentou drasticamente a partir de meados do século XX, levando à ideia de uma “Grande Aceleração” (STEFFEN *et al.*, 2011), que expressa a intensificação da interferência humana após

⁶⁴ <https://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/>

a segunda guerra mundial. Tais interferências envolvem o aumento da emissão de dióxido de carbono, da produção de plástico e de nitrogênio sintético, assim como, contaminação da água e do solo, perda da biodiversidade, acidificação dos oceanos e, de modo bastante preocupante, o novo regime climático associado ao aquecimento global. Espera-se, portanto, que isso tenha um grande impacto no nível do mar mundial, nos climas locais e na estabilidade dos ecossistemas, o que afetará as condições do planeta para a vida humana, levando a grandes implicações para a vida social, política e econômica humana (GILBERT, 2016).

Ulrich Beck, por exemplo, ao colocar a degradação ambiental como um dos componentes da sociedade contemporânea, afirma que vivemos em uma “sociedade de risco” (BECK, 1992), enfatizando como as sociedades modernas se organizam de modo a lidar com os perigos e inseguranças induzidos e introduzidos pela própria modernidade (p. 21). Também Van Breda (2007) defende que o mundo está passando por uma situação de “policrise”, uma situação na qual não existe somente um único e grande problema, mas uma série de problemas sobrepostos e interconectados.

Apesar de ainda não ser consensual, existem fortes argumentos de que o termo Antropoceno é adequado no contexto da classificação cronoestratigráfica e, além disso, encontrar-se-ia “bem estabelecido nas arenas científicas, institucionais, políticas e populares mais amplas” (LUCIANO, 2022). Seja como for, o termo Antropoceno adequa-se como um operador conceitual que aponta para transformações intensas do Sistema Terra e que, portanto, faz cair sob si um conjunto enorme de problemas, riscos e incertezas que desafiam as ciências naturais e as ciências humanas, pois batiza “*uma profunda mutação de nossa relação com o mundo*” (LATOUR, 2020, p. 24, *itálico no original*). De nossa perspectiva, assentados nas reflexões de Bruno Latour, o conceito nos permite reconfigurar a separação tradicionalmente estabelecida entre os domínios da natureza e do social, pois com ele podemos “examinar em que espécie de espaço e em que espécie de tempo efetivamente estamos vivendo” (LATOUR, 2014a) sem nos limitar e preocupar em estabelecer fronteiras aos fenômenos e eventos que mostram a intensa hibridização entre humanos e não humanos. Afinal, este conceito ainda nos propiciará definir a ação humana por meio da elaboração de uma série desconcertante de entidades, algumas relacionadas com as

ciências "naturais" – bioquímica, DNA, tendências evolutivas, composição da atmosfera, formação de rocha, ecossistemas – enquanto outras, referem-se claramente ao que os antropólogos, historiadores e sociólogos se dedicam – os padrões de uso da terra, as migrações de plantas, animais e pessoas, vida urbana, as trajetórias das epidemias, a demografia, as desigualdades, as classes e as políticas estatais (LATOURET, 2014b). Nas palavras de Tsing (2019, p. 18), “o Antropoceno é cheio de coisas estranhas e surpreendentes que precisamos conhecer” e, acrescentaríamos, facear nos processos educacionais.

2. O Antropoceno e a educação científica

Talvez um dos acontecimentos mais surpreendentes que o Antropoceno nos apresenta é a oportunidade de pensar os processos educacionais, principalmente aqueles que se referem a Educação Científica. A partir da abordagem do Antropoceno, observamos possibilidades para lidar com as práticas diversionistas e esquizofrênicas, que ao mesmo tempo identificam como a tecnociência tem contribuído para nossa extinção, mas que lhe deposita a nossa esperança e a responsabilidade de nos oferecer a salvação (STENGER, 2015). Quando consideramos as questões amplas e complexas advindas desses tempos de incertezas e riscos, percebemos a multiplicidade das intervenções humanas nos mais diferentes ambientes e como estas têm impactos irreversíveis na nossa existência. Nesse sentido, percebemos novos temas e empreendemos diferentes reflexões que podem ser incorporados aos processos de pesquisas interessados em entender como as intrincadas e diversas relações entre Sociedade e Natureza nos propiciam compreender e atuar em os nossos territórios e em nosso mundo.

Dialogando com essa percepção, encontramos alguns estudos no campo da Educação Científica que incorporam o conceito de Antropoceno. Por exemplo, Gilbert (2016) defende que esse conceito propicia a transformação da Educação Científica, que ainda estaria associada à ideia de desenvolvimento das sociedades modernas⁶⁵, que

⁶⁵ Gilbert (2016) sustenta a sua exposição na concepção de revolução científica/paradigma desenvolvida por Thomas Kuhn. Essa concepção descreve o progresso científico caracterizada por revoluções. Os períodos de estabilidade são marcados por paradigmas que norteiam e delimitam a atividade científica. Quando esse paradigma acumula anomalias e/ou inconsistências abre-se oportunidades

baseada na economia do carvão e que nega a mutação climática. Por mais que percebamos as limitações das categorias conceituais da modernidade⁶⁶, na reflexão dos problemas contemporâneos, ainda trabalhamos com elas, e as escolas, aulas e, por que não dizer as nossas práticas, se organizam pelos mesmos sistemas, saberes e tecnologias. Entretanto,

Everything is now complex—that is, deeply entangled, inter-connected, unpredictable and open. Any given problem has multiple dimensions: there can be no “right” or “wrong” answers, just different ways to understand the problem. “Reality” is incomprehensible via the traditional disciplines, which rely on reducing the system to a selection of discrete units, inevitably leaving out key aspects (GILBERT, 2016, p.192).⁶⁷

A autora identifica um novo paradigma de teoria social “pós economia baseada no carbono”, que exige uma reformulação das concepções modernas de sociedade, política e economia. Isto tem implicações para a educação científica, que para se tornar mais atraente aos estudantes, necessita incorporar os desafios que são apresentados pelo Antropoceno. Para tanto, inspirada em Latour, Gilbert (2016) defende um ensino de ciências que não se restrinja a demandas do mercado ou de uma sociedade “carbonífera” que se distancia do mundo, do território e do presente, o que implica em novas formas de pensar e agir na Terra. Formas de se pensar e agir para o desenvolvimento de futuros possíveis que se estruturam a partir de ações que desenvolvemos no presente.

para alterações substantivas, as revoluções, que alteram as concepções teóricas e metodológicas de se produzir ciência, e muitas vezes de se compreender o mundo.

⁶⁶ Categorias que sustentam nos processos de purificação dos objetos de pesquisa e que negam os processos de hibridização entre os mais diferentes humanos e não humanos (LATOURE, 1994)

⁶⁷“Tudo agora é complexo – isto é, profundamente emaranhado, interconectado, imprevisível e aberto. Qualquer problema tem múltiplas dimensões: não pode haver respostas “certas” ou “erradas”, apenas maneiras diferentes de entender o problema. A “realidade” é incompreensível a partir das disciplinas tradicionais, que se baseiam em reduzir o sistema a uma seleção de unidades discretas, inevitavelmente deixando de fora aspectos-chave (GILBERT, 2016, p.192, tradução nossa)

Diante desse desafio de incorporar de maneira dialógica o Antropoceno na educação científica, em uma abordagem sociopoliticamente engajada e transdisciplinar, Ji (2022) nos apresenta reflexões sobre o Ensino de Ciências a partir de conversas com seus filhos de 8, 11 e 13 anos, sobre os conhecimentos científicos escolares manifestados em interações nas quais estes negavam o divino e o mágico. A autora se mostra preocupada em como a Ciência Escolar pode ter limitado as experiências futuras de seus filhos. Como chinesa, mas agora morando no Canadá, educada a partir de uma proposta de doutrinação do Partido Comunista Chinesa, ela avalia como a educação científica recebida por seus filhos se aproxima da que recebeu e que a afastou da sua mãe, uma pessoa que nunca estudou ciências, mas que apresentava muito conhecimento experiencial. Uma postura comum aos enculturados ou alfabetizados cientificamente que nos afasta de outros modos de conhecer e de viver, alguns mais próximos de uma relação mais consciente e mais adequada com o nosso território.

Em sua história, Ji indica que o seu questionamento acerca de seu processo educativo se deu por meio do contato com novas formas de expressão que se aproximavam da arte que lhe despertam de forma diferenciada para as questões socioambientais. Isto tem implicações na formação de seus alunos, futuros professores de ciências, que são estimulados a se envolverem em um exame autobiográfico, uma reflexão sobre si mesmos e de suas vivências. Além disso, ela tem promovido diferentes oportunidades para ações que implicam em desenvolver uma pedagogia das ciências que se dedica a experiências de cura, de restauração e para expressão artística e narrativa.

Ressaltamos ainda o trabalho de Lima e Nascimento (2021), que em uma leitura analítica de Latour (2020), defendem também que devemos “aterrar”⁶⁸, mas que o plano de construções de soluções para o Antropoceno não pode se restringir ao território europeu. Eles ampliam a sua reflexão a partir do diálogo com as Epistemologias do

⁶⁸ Em seu livro “Onde aterrar?: como se posicionar politicamente no Antropoceno”, Latour (2020) nos oferece ensaios que discutem um novo mapa político advindo de diferentes problemas contemporâneos. Esse novo mapa político nos oferece a possibilidade de lutar pelos nossos territórios, nossas vidas e nossas experiências. Como resumem Lima e Nascimento (2021, p. 9): “Aterrar significa, nesse sentido, mobilizar coletivos sociedade-natureza em direção à Terra. Isso implica que, mais do que classes sociais, as articulações no período do Antropoceno nos exigem pensar em nossas classes geosociais. É preciso defender a terra”

Sul (SANTOS, 2019), e propõe que o nosso “aterrar” deve ser no Sul, - territorial, político e epistemológico. Afinal, temos outros problemas socioambientais que se somam às situações de exclusão e de dominação resultantes de anos de colonização dos territórios latino-americanos e africanos, o que nos exige “...investir no combate das desigualdades sociais e dos problemas de organização urbana a partir de um compromisso antirracista (LIMA; NASCIMENTO, 2021, p11).

Os autores propõem uma educação terrestre pela qual confrontamos os desafios do Antropoceno que se apresentam no encontro de diferentes atores dos coletivos natureza-sociedade. Desafios e problemas que mobilizam especialistas e não especialistas, que manifestam tensões e conflitos sociais, mas sem se desvincular do ensino de conceitos e processos científicos. Além disso, um ensino de Ciências que se pauta em questões e temas que são caros ao nosso povo e que pode ser entendido por novas epistemologias que foram forjadas em nosso território, que nos propicia a diálogos e traduções interculturais. E por último, uma educação científica do Sul terrestre que se dedique a objetos de estudo que estão em construção, em processo, e na qual a sala de aula é o espaço de construção do mundo comum e professores possam mobilizar “os conhecimentos das ciências ditas positivas para tencionar as discussões e a construção das soluções (LIMA; NASCIMENTO, 2021, p.13)”.

3. Escopo do capítulo

A partir do exposto, salientamos dois argumentos importantes para o presente capítulo. O primeiro é o de que o Antropoceno é um conceito heurístico, que excede seu uso técnico nas ciências da Terra e agrega a ideia de grandes transformações na natureza e na sociedade, consequentes de nossas relações com o mundo. O conceito de Antropoceno, nesse sentido, aponta para desafios impostos às existências da vida na Terra e para nossa responsabilidade com o nosso destino e com a construção de um mundo comum para humanos e não humanos. Disso decorre o segundo argumento, que diz respeito à exigência e à urgência de transformar a educação científica para o mundo que está por vir – se é que já não chegou.

Da perspectiva de nosso grupo de pesquisa, consideramos que existem ferramentas conceituais e metodológicas para realizarmos investigações em educação em ciências com vistas a operarmos a

necessária metamorfose nos processos de educação em ciências. Em nosso grupo nos apropriamos da Teoria Ator-Rede (TAR), principalmente em sua dimensão latouriana, e apresentamos seu aparato conceitual e metodológico que consideramos um suporte para enfrentarmos problemas complexos que transbordam as vocações e capacidades das disciplinas estanques. Com isto, estamos explicitamente nos referindo a uma ferramenta capaz de contribuir para o tratamento transdisciplinar do que, tradicionalmente, convencionou-se chamar de “objeto de pesquisa”. A partir da apreensão das noções da teoria ator-rede, apresentamos um campo de pesquisa que Latour vem denominando “humanidades científicas” e argumentamos como este campo pode ser fértil para a proliferação de abordagens transdisciplinares que orientem pesquisas em educação em ciências. Após mobilizarmos estas ideias, apresentamos alguns esboços para a construção de linhas e temas de pesquisas.

Antes de prosseguirmos, devemos dois alertas à leitora ou ao leitor. Primeiro, sabemos bem que não existe transdisciplinaridade sem disciplinas. Portanto, não é nosso objetivo imaginar a morte ou extinção das disciplinas. De morte e extinção o mundo já está bem encorpado. O segundo alerta é que não apresentamos aqui uma visão dogmática dos rumos necessários e suficientes para a pesquisa em educação em ciências. O que pretendemos é bem mais modesto e, talvez por isto, mais exigente. Nosso propósito é praticarmos aquilo que Stengers chamou de “intervenção”, ou seja,

(...) aquilo que experimentamos quando, durante um debate, um participante toma a palavra e apresenta o que está sendo debatido “de uma maneira um pouco diferente”, provocando uma pequena pausa. Depois, claro, o debate continua como se nada tivesse acontecido; mais tarde, porém, alguns dos presentes que estavam escutando mostrarão que foram tocados (STENGER, 2015, p. 6)

Com estas ressalvas em mente, prossigamos.

4. Aportes da Teoria Ator-Rede

Segundo Latour (2012), a Teoria Ator-Rede (TAR ou *Actor-Network Theory – ANT*, em inglês) nasceu de sua frustrante experiência em tentar fornecer uma explicação social aos fatos intrincados da ciência. Acreditando que realizaria uma pesquisa usando o convencional repertório da metodologia social, ele se instalou em um laboratório para entender como os cientistas trabalham. Entretanto, ao invés de concluir seu percurso enunciando explicações, o pesquisador afirmou ter saído totalmente abalado de tal investida, a ponto de tomar a decisão de redirecionar seus estudos. Nesse contexto, a TAR se origina enquanto corrente de pesquisa na década de 1980, contando, além das contribuições latourianas, com estudos de Michel Callon, Madeleine Akrich, Annemarie Mol, entre outros pesquisadores da área de estudos de ciência e tecnologia (COUTO, 2016).

Também conhecida como *sociologia da tradução*⁶⁹, essa teoria emerge num cenário em que a sociologia sistêmica e estruturalista, herdada de um histórico processo de expansão imperialista ocidental, se mostrava impotente perante seus objetivos de estudar os coletivos. Lemos (2013) pondera que os limites das interpretações e das narrativas sociológicas se tornaram tão mais evidentes:

(...) pelo incremento do protagonismo dos objetos que as tecnologias digitais, através da possibilidade de conexão e de interação entre circuitos informativos e ecossistemas trans-orgânicos, contribuíram para implementar, alterando as características ecológicas dos convívios coletivos, tornando mais visíveis a participação e a contribuição dos não humanos na construção do social e nas agregações coletivas. (LE MOS, 2013, p.14)

Reconhecendo a demanda de uma abordagem diversa do social, a TAR resgata em suas premissas a origem latina do termo

⁶⁹ Segundo a TAR, *tradução* é um termo designa um deslocamento com transformação, um deslocamento que se prolonga (continuidade) às custas de uma série de desvios, pequenos hiatos (descontinuidades).

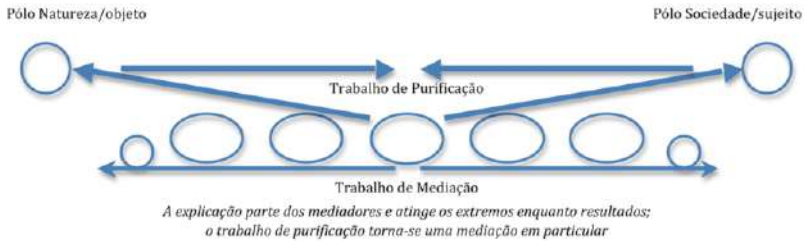
socius – que denota ‘seguir alguém’, ‘alistar’, ‘aliar-se a’ – a fim de designar um movimento (fluido) de associação e não uma substância (sólida). Por conseguinte, devolve ao sufixo *logia* sua dinamicidade, entendendo-o mais como *um estudo que acompanha* o referido movimento, tentando mapear e “entender controvérsias sobre o âmbito de elementos heterogêneos que podem ser associados” (LATOURE, 2012, p. 230) do que como *um estudo que delimita* previamente ou tenta dirimir precocemente tais controvérsias.

Essa transformação no entendimento do social abandona a lógica estrutural-sistêmica para instaurar a noção de associações dinâmicas e provisórias, mantidas pelo esforço perene de todos os elementos envolvidos, de tal modo que não existem grupos senão formação de grupos – encadeamento de mediações que dão existência temporária aos coletivos. Eis donde advém a expressão Ator-Rede, que nomeia a teoria. Nessa formulação, ‘ator’ não tem a ver com ‘sujeito’ mas, ao contrário, comunica uma virada ontológica amparada por um princípio de simetria generalizada, que distribui a ação, os agenciamentos, entre humanos e não humanos. Rede, por sua vez, responde a um princípio de irredução, ao designar uma série de associações rastreáveis “que permite compreender por quais séries de pequenas *descontinuidades* convém *passar* para obter certa *continuidade* de ação” (LATOURE, 2019, p. 39). Por fim, e igualmente relevante, o *hífen* evoca a repetição da ação, um *faz-fazer* que adiciona incerteza tanto quanto à origem da ação, como quanto à sua direção, indicando que tanto aquilo que permite a circulação, quanto aquilo que circula são indissociáveis.

Um dos desdobramentos e, ao mesmo tempo, subsídios dessa metafísica empírica da TAR é a revisão das assimetrias, polarizações elaboradas pelos Modernos por meio do que Latour chamou de *Constituição Moderna* em sua conhecida obra *Jamais fomos modernos*. Ao ensaiar uma antropologia simétrica dos Modernos, esse pesquisador discorre que o trabalho realizado por eles envolve *purificar* as entidades híbridas que se proliferam em meio às controvérsias, ou seja, em meio aos processos de composição e estabilização de coletivos. Em outras palavras, os Modernos concebem os híbridos como misturas de formas puras, negando-lhes uma dignidade ontológica, até que sejam convertidos em intermediários e alocados em um dos polos, da Natureza ou da Sociedade (figura 17.1). No entanto, na *inversão* não moderna

remontada pela TAR, esse trabalho de purificação pode e deve ser rastreado enquanto encadeamento de conexões, cujos mediadores são entidades com estatuto autônomo, tornando-se um dos resultados possíveis do trabalho de mediação (como também pode ser visto no esquema da figura 17.1).

Figura 17.1: Diferenças entre o Trabalho de Purificação (que separa Natureza e Sociedade) e o Trabalho de Mediação.



Fonte: LATOUR (1994, p. 77).

Sustentando seus argumentos, essa teoria defende que os extremos são estabilizações provisórias que precisam ser explicadas, não o contrário, e que o analista deve posicionar-se em ponto médio, fora desse espectro bipolar, para acompanhar a dinâmica de formação e rompimento de conexões, onde os existentes não são dotados de substância (essência), antes trabalham para subsistir. Assumindo essa postura, a TAR propõe que a indissociabilidade Natureza e Sociedade seja restaurada para que as livres associações das práticas possam ser seguidas e mapeadas.

Em confluência com esse repertório teórico-filosófico, a TAR oferece orientações metodológicas como alternativas aos métodos que se baseiam em enquadramentos e categorias a priori. Se trata de seguir o curso, os rastros de uma ação, tão próximo quanto possível, com o intuito de mapear as controvérsias em que os atores se envolvem, e não para delimitar de antemão o que será mapeado (LATOUR, 2012). Nesse sentido, ela prevê um método quase sempre negativo – que não tende a afirmações substantivas, positivas, antes ou em lugar dos atores – mediante a adoção de uma *infralinguagem* nos relatos, a qual privilegia o vocabulário dos informantes e o que os

leva a dizer o que dizem, em detrimento dos jargões pertencentes a um ou outro quadro de referência prévio.

No que se refere à TAR é possível, ainda, falarmos de uma terceira abordagem. Além de uma teoria e um método, Latour (2012) confere a ela o *status* de uma ferramenta, sublinhando que “ferramentas nunca são ‘meras’ ferramentas a serem aplicadas” (p. 208). De acordo com o autor, sua utilização *permite* produzir *alguns efeitos* que não podem ser obtidos por meio de outros referenciais, algo equivalente à diferença que se pode notar quando ao se “desenhar com um lápis de grafite ou com carvão” (LATOUR, 2012, p. 208).

Isso posto, cabe ressaltarmos que conduzir pesquisas sob o repertório da TAR requer assumir uma série de posicionamentos estratégicos. Ter clareza desses aspectos é fundamental para se reconhecer a flexibilidade metodológica que eles permitem, sem confundir isso com um discurso de que “tudo vale”. Um pesquisador TAR necessita, por vezes, posicionar-se em um ato de invenção ou de bricolagem (ou, talvez melhor, *gambiarra*), forjar passagens entre quadros de referência, para tecer as redes de conexões estabelecidas pelos atores. Law (2004) descreve uma revisão metodológica semelhante, como uma demanda saliente da ciência social para que possa captar as realidades contemporâneas tais como são, complexas, difusas e confusas. Segundo este autor,

Se o mundo é complexo e confuso, pelo menos em parte do tempo, teremos que desistir de simplicidades (...); se quisermos pensar nas bagunças da realidade, teremos que nos ensinar a pensar, praticar, relacionar e conhecer de novas maneiras. Precisamos ensinar a nós mesmos a conhecer algumas das realidades do mundo usando métodos incomuns ou desconhecidos nas ciências sociais. (LAW, 2004, p. 2).

Tanto os argumentos de Law (2004) quanto os de Latour (2012) convergem à necessidade de buscarmos estratégias alternativas às pretensões hegemônicas e dominadoras da racionalidade científica para vislumbrarmos uma série de encenações que estamos perdendo.

Com efeito, é transitando por essas instâncias que defendemos a TAR enquanto uma ferramenta conceitual e metodológica promissora para a condução de pesquisas na Educação em Ciências. Reiterando nossos argumentos, a emergência do Antropoceno coloca em voga mais do que nunca a necessidade de darmos conta de uma trama híbrida e dinâmica de atores com vistas a respostas políticas urgentes. Em outras palavras, isso quer dizer que os debates em torno dessa nova Era Geológica realçam a necessidade de inovarmos, de buscarmos alternativas às estratégias de *modernização* para darmos conta dos imbróglis das práticas, a partir de estratégias de *ecologização*, por exemplo.

Latour explica que:

Modernizar é o argumento que diz que quanto mais nós separamos as questões de natureza e de política, melhor será. Ecologizar é dizer: já que, de fato, não separamos tudo isso, já que a História recente dos humanos na Terra foi o embaraçamento cada vez mais importante das questões de natureza e de sociedade, se é isso que fazemos na prática, então que construamos a política que lhe corresponda em vez de fazer de conta que há uma história subterrânea, aquela das associações, e uma história oficial, que é a de emancipação dos limites da natureza. Ecologizar é um verbo como modernizar, exceto que se trata da prática e não somente da teoria. (Entrevista dada por Latour ao Jornal O GLOBO, 2013⁷⁰).

Sendo assim, na condição de educadores, entendemos a formação docente e discente como algumas das trilhas viáveis e necessárias para a aberturas de debates *performativos* que propiciem a composição de um mundo comum. Ademais, enquanto pesquisadores, entendemos que os objetivos educacionais contemporâneos voltados para a formação de cidadãos e para o protagonismo do estudante em seu processo formativo e elaboração de projetos de vida, corroboram nossa defesa de uma via necessária, assim como os desafios impostos pela disciplinaridade estanque ou

⁷⁰ Natureza e política. *Jornal O Globo*, Rio de Janeiro, 28 dez. 2013. Disponível em: <https://www.ihu.unisinos.br/170-noticias/noticias-2014/526997-antropologo-frances-bruno-latour-fala-sobre-natureza-e-politica>. Acesso: 03 de Abril de 2022.

por esforços interdisciplinares ainda correspondidos aquém das expectativas, tornam essas trilhas viáveis se investigadas por rotas alternativas e comprometidas com as múltiplas realidades.

Sintetizando algumas das consequências teórico-metodológicas do que expusemos sobre a TAR até aqui, podemos salientar que: a *socius-logia* descongela quadros de referências (delimitados a priori), a teoria da ação dissolve a assimetria sujeito e objeto abrindo espaço para o mapeamento de redes (associações) dinâmicas e híbridas (de humanos e não humanos) e a *infralinguagem* assumida possibilita sensibilizarmo-nos para as surpresas da ação e das conexões, muitas vezes apagadas por um repertório limitado e/ou por conclusões e encerramentos prematuros dos relatos e controvérsias.

Essas implicações ressoam em nossos esboços de programas de pesquisa de tal maneira que requerem muita atenção aos detalhes para se evitar mal-entendidos. Quando nos referimos ao ensino das ciências e das tecnologias em suas relações com a sociedade, não nos aproximamos do reconhecido campo de pesquisa CTSA mais do que pelos objetivos de contemplar a complexidade das práticas. Investigações orientadas pela TAR, diferentemente desses referenciais, não concebem relações entre domínios, tampouco visa superá-los, ao invés disso, se dispõe a antecede-los, a seguir o curso das ações, mapeando as conexões que os atores estabelecem e rompem sem atribui-las prematuramente a quadros de referências. Essas escolhas favorecem, por exemplo, o reconhecimento de elos mais fortes ou mais fracos, múltiplos e híbridos, o mapeamento de rede mais, ou menos, extensas e a dinamicidade dos esforços para se agrupar e manter um agrupamento. Em outros termos, um reconhecimento das práticas tais como são arriscadas e incertas. Percebidas desta maneira, antes de serem estabilizadas em sistemas de categorias ou dirimidas por repertórios explicativos tautológicos (que utilizam aquilo que deve ser explicado como explicação), as práticas se apresentam como um terreno mais inclusivo, se aproximando do cotidiano dos atores envolvidos (inclusive os investigadores), e mais fértil, suscetível a intervenções, seja para dar bons ou maus frutos.

Apesar da exposição abreviada, tencionamos salientar que os efeitos produzidos pela utilização da TAR nos convidam a (re)pensar a educação em ciências, sobretudo, no sentido de deslocá-la de

abordagens que corroboram assimetrias entre natureza e sociedade, ou que procuram estabelecer fronteiras entre domínios do conhecimento, em direção ao que Latour vem denominando de *humanidades científicas*.

5. Uma noção de humanidades científicas

Não obstante Latour (2016) ter escrito um livro inteiro sobre o que poderia ser apresentado como um programa de pesquisa empírico sobre o tema – *Cogitamus. Seis cartas sobre as humanidades científicas* –, não encontramos nele uma definição precisa sobre o que são as humanidades científicas. Mediante um discurso convencional, poderíamos ser tentados a dizer que isto se deve ao fato deste ‘domínio de conhecimento’ ainda estar em construção. Todavia, os aportes da TAR que acabamos de descrever tratam mais de uma sensibilidade metodológica do que de repertórios previamente emoldurados (domínios bem definidos), de tal modo que uma *boa* noção do que sejam as humanidades científicas é o que deveras precisamos.

Começando por sua gênese, o que Latour (2016) chama de humanidades científicas emerge de todo o trabalho empreendido por ele, ao longo de mais de quarenta anos, dentro do campo dos Estudos de Ciências. Mais ainda, é consequente do experimento de pensamento empreendido por ele ao ensaiar uma antropologia simétrica dos modernos. Nesse sentido, a expressão se confunde com o próprio Campo dos Estudos de Ciências (*Science Studies*) – em suas proposições e pretensões – o que por um lado lhe agrega legitimidade (dado o grupo de pesquisadores envolvidos e a vastidão das obras), enquanto por outro, corrobora seu delinear tênue, visto que o próprio campo se afigura como um terreno “tão vasto que afeta a existência desde o princípio dos tempos e, (...) tão reduzido que repousa sobre apenas um pouco mais de uma dúzia de conceitos” (LATOUR, 2016, p. 11).

Decorrente dessa espécie de paradoxo (algo que a seguir argumentaremos fazer todo sentido, uma vez que dar conta de um pluralismo ontológico nas investigações requer um pluralismo metodológico e, portanto, uma flexibilização dos repertórios *a priori*), para favorecer uma compreensão sobre a expressão humanidades científicas, Latour se vale de uma estratégia que lhe é corriqueira,

esclarecer simultaneamente o que elas não são e o que podem vir a ser.

Nessa direção, o autor explica que as humanidades científicas não têm a ver com uma ciência nem com uma técnica, mas têm muito a dizer *sobre* e *com* as ciências e as técnicas quando atravessam as fronteiras convencionais da história, da cultura, da literatura, da economia, da política e tecem conexões com as mais surpreendentes entidades. Para tanto, há que se enfatizar uma outra diferenciação que o pesquisador faz:

(...) o que chamo de “ciências e técnicas” não têm quase nenhuma relação com aquilo que causa tanto temor nos alunos ou com que os meios de comunicação apresentam ao público. Tampouco tem relação, é claro, com o que os cientistas celebram com frequência quando tentam reanimar o entusiasmo do povo a respeito do que às vezes costuma de denominar o “espírito científico” ou a “visão racional do mundo”. (LATOURE, 2016, p. 12)

Abstando-se de oferecer uma (re)definição *sistematicamente satisfatória* do que seriam então essas ciências e técnicas às quais menciona, Latour (2016) propõe um percurso empírico que tenciona favorecer uma compreensão desses ‘domínios’ a partir de como seus respectivos conhecimentos são construídos. Com isto, por meio de uma abordagem, fundamentada na TAR, o pesquisador pretende questionar a alegada autonomia da ciência e da técnica ao mesmo tempo em que procura superar a divisão entre as chamadas “duas culturas” – a ciência de um lado; a literatura do outro (LATOURE, 2013). Na introdução a um curso online aberto sobre humanidades científicas, diz Latour:

Normalmente a palavra “humanidades” significa a interpretação das tradições literárias e artísticas. “Humanidades científicas” significa a extensão dessas habilidades interpretativas às descobertas feitas pela ciência e às inovações técnicas que definem grande parte do nosso mundo cotidiano (...). Tais habilidades interpretativas são especialmente importantes quando se trata de questões ecológicas. (Latour, 2013, p. 1).

Como vimos, a TAR nos ensina que os encontros entre os diversos actantes que fazem emergir a sociedade e a natureza, não existem de modo isolados e que a natureza e a sociedade são híbridos amalgamados um no outro. Do mesmo modo, ciência, política, economia, religião e todos os demais chamados campos que compõem nossas vidas estão de tal forma imbricados que somente por um esforço *a priori* conseguimos separar⁷¹. Se considerarmos que transdisciplinaridade é uma forma de (re)integração do conhecimento que permite uma descrição mais ampliada do mundo social e natural, possibilitando entender como determinados fenômenos e problemas perpassam os quadros de referência estabelecidos tradicionalmente como disciplinas, então podemos dizer que as humanidades científicas representam um esforço de entendimento transdisciplinar.

Essa transdisciplinaridade é consequência de a noção de rede implicar fluxo, conexões, circulações, alianças e movimentos diversos que transladam actantes das mais variadas formas e matérias. Por conseguinte, os actantes não apresentam, em si, uma condição necessária e suficiente para sua definição. Em outros termos, a definição de um actante somente poderá ser apresentada pelo conjunto de ações do qual participa. É a própria rede que define e transforma seus componentes (CALLON, 1986, p. 93). A transdisciplinaridade aqui, nesta perspectiva, é uma exigência de que a ontologia deve ser abordada de maneira empírica atentando-se às diversas práticas que produzem realidades e imiscui os mais diversos actantes tornando-os desobedientes aos limites impostos por disciplinas estanques.

Ora, porém, se as práticas são múltiplas e localizadas, então a realidade é *feita*, histórica e localmente e, por isso, *múltipla* (veja-se, por exemplo, LAW, 2015; MOL, 2003). Em outros termos, práticas são performativas da realidade. Isso implica também que nosso modo de abordar a realidade – o que batizamos corriqueiramente como métodos de pesquisa – tem como consequência *produzir* realidades. A pesquisa é um modo de prática e, portanto, performa realidades. A

⁷¹ Latour, na última década, apresentou um programa de pesquisa cuja intenção é qualificar estes modos de existência (política, economia, religião, ciência, etc.) (Latour, 2019). Neste capítulo, no entanto, esta obra não será explorada. Porém, fica aqui a indicação de que essa obra tem consequências importantes para a pesquisa em educação e ciência.

transdisciplinaridade envolvida nas humanidades científicas passa a ser uma consequência geral de se seguir os actantes em suas diversas performances. O actante *átomo*, por exemplo, pode participar das redes, entendidas de modo bem geral, da Física, da Química, da Biologia, e também da ficção, da indústria de guerra ou da Psicologia das emoções quando nos deparamos com ameaças de guerras ou vazamentos em usinas nucleares. O actante “átomo” é (in)disciplinado.

6. Esboços para a pesquisa

Voltando agora ao tema que nos colocou em movimento, esboços para a pesquisa em Humanidades Científicas no Antropoceno, argumentamos anteriormente que este termo congrega uma série de acontecimentos, riscos e incertezas que desafiam as categorias, conceitos e teorias que utilizamos para expressar nossos objetivos educacionais. Aqui apresentamos alguns esboços de pesquisas que, ao nosso ver, podem contribuir para se repensar a educação em humanidades científicas, ou seja, uma educação científica assentada nos termos transdisciplinares sugeridos pela TAR e pela própria noção de humanidades científicas. No entanto, devemos alertar para nossa falta de pretensão de esgotar o assunto e de apresentamos soluções.

Esboço 1. Bio-Objetos. Bio-objetos (WEBSTER, 2012) são entendidos como hibridizações que não podem ser consideradas de natureza humana, animal, vegetal ou sintética. Ao mesmo tempo, estas novas formas – células tronco pluripotentes fora do corpo, organismos geneticamente modificados, transgênicos, clones, embriões congelados, artefatos da biologia sintética etc. – desafiam os sistemas éticos, políticos e culturais tradicionalmente assentados. Os bio-objetos apresentam riscos e incertezas que demandam novas formas de governança e de tomadas de decisões políticas e éticas. A proliferação dos bio-objetos no Antropoceno é pródiga. Portanto, os bio-objetos são oportunidades para pensarmos e pesarmos as relações entre ciência, política, arte, ética, direito e religião. Sobre a água, como bio-objeto, veja-se Coutinho *et al.* (2014).

Esboço 2. Dissolução dos polos sujeito e objeto. A nossa tradição cultural operou uma separação entre o sujeito e o objeto. Mais propriamente, em termos da TAR, construiu uma

purificação desses dois termos de modo a torná-los polos separados. No entanto, como diz Latour “objetos e sujeitos são construídos ao mesmo tempo e o número crescente de sujeitos está diretamente relacionado ao número de objetos lançados – infundidos - no coletivo” (2001, p. 225). Isso porque a análise das redes sociotécnicas nos mostra que se trata de compreender híbridos que emergem dos coletivos. As consequências disso, quando devidamente pesadas, são desafiadoras, pois o conhecimento abrange um coletivo situado em práticas produzindo mundos complexos. Timothy Morton, por exemplo, argumenta que os tradicionais conceitos de sujeito e objeto não dão conta dos complexos fenômenos que nos desafiam na atualidade, tais como o Antropoceno ou o aquecimento global. Para ele, seria melhor nos referirmos a estes fenômenos como *hiper-objetos* (MORTON, 2013). Esses hiper-objetos possuem dimensões espacial e temporal que excedem a nossa capacidade de percepção. Portanto, seu conhecimento envolve uma rede sociotécnica imensa para serem trazidos à luz. Isso quer dizer também que à própria noção de sujeito deve ser acrescentada uma dimensão para além do sujeito individual. Não é sem custo, portanto, que compreendemos o sujeito das humanidades científicas não como um *eu pensante*, um *cogito* cartesiano, mas como um *cogitamus* (Latour, 2016, p.97). Estamos dispostos a nos mobilizarmos para enfrentar esses desafios?

Esboço 3. Encontrar os meios de resistir. Como vimos, o termo Antropoceno carrega um conjunto de riscos e incertezas e a possibilidade de distribuição de catástrofes ambientais, políticas, econômicas e sociais em escala global. Sem querermos nos apresentar como arautos do apocalipse, os tempos exigem que encontremos os meios de produzir novas conexões que tragam a ciência e seu ensino para participar da construção de um mundo comum. Aqui estamos nos referindo explicitamente à proposta cosmopolítica de Stengers e àquilo que ela nomeia de “intrusão de Gaia” (STENGERS, 2015, p. 35), essa deusa pagã que se volta contra nossa falta de cuidado. Seguindo Stengers (2017), insistimos na construção de pontes com saberes que foram historicamente desqualificados e silenciado e que abram possibilidades para a pluralidade de maneiras de pensar, saber e ser. Trata-se de um convite aos experimentos de resistência, à construção de espaços de solidariedade e novas formas de produzir nossa subsistência, caminhando com o cuidado de não deixarmos somente ruínas como marca de nossa passagem.

Esboço 4. Futurologia e produção de utopias. Falar em futurologia não significa uma tentativa de previsão do futuro, mas orientar-se em direção a ele (GILBERT, 2016). Significa explorar a dimensão ontológica do conhecimento – que entidades existem no mundo, que relações estas entidades podem manter, como as pessoas reagem a estas entidades e relações, como o mundo pode vir a se comportar – e construir paisagens possíveis do futuro. Nesse caso, estamos interessados em explorar a dimensão utópica do pensamento, que significa mobilizar a capacidade de abstração e criatividade, a partir do estado atual do mundo, e produzir cenários desejáveis ou indesejáveis. A educação científica pode ter papel fundamental quando se trata de responder a questão “em que mundo queremos viver?”.

Esboço 5. O Antropoceno em uma perspectiva decolonial. O termo Antropoceno carrega uma certa indefinição. Quem é o *anthropos* do Antropoceno? Se o termo Antropoceno se refere à pegada humana na camada geológica, podemos nos perguntar quem foram aqueles e aquelas que pisaram com mais falta de cuidado. É aqui é bom estarmos alerta, pois o capitalismo tem o hábito de guardar com avareza o lucro, mas distribuir com generosidade o prejuízo. Portanto, não devemos aceitar rapidamente os discursos totalizantes e as narrativas salvacionistas fornecidas por aqueles que pisaram fundo no estrato geológico. Políticas globais podem significar destruição de modos locais de existência e pluralidades ontológicas, significando a continuidade da lógica colonial. A esse respeito veja-se, por exemplo, Jackson (2021).

Agradecimentos

Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa e pelo auxílio financeiro. Viana é grato à Fapemig pelo financiamento em projeto de pesquisa contemplado na Demanda Universal – Chamada 01/2021 – Fapemig.

7. Referências Bibliográficas

- BECK, U. *Risk Society: Towards a New Modernity*. London: Sage. 1992.
- CALLON, M. *La science et ses réseaux*. Paris: La Découverte. 1989.
- COUTINHO, F. A.; MATOS, S. A. & SILVA, F. A. R. Mapeando as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) por meio dos bio-objetos. *Revista da SBenBio*, 7: 1943-1952. 2014.
- COUTO, E. S. Prefácio. In Oliveira, K. E. J. & Porto, C. M. *Educação e teoria ator-rede: fluxos heterogêneos e conexões híbridas*. Ilhéus, Ba: Editus. p. 7-10. 2016.
- CRUTZEN, P. J., STOERMER, E. F. The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, 41: 17–18. 2000.
- GILBERT, J. Transforming science education for the Anthropocene – is it possible? *Research in Science Education*, 46, 187-201. 2016.
- JACKSON, M. On decolonizing the Anthropocene: Disobedience via Plural Constitution. *Annals of the American Association of Geographers*, 111 (3): 698-708. 2021.
<https://doi.org/10.1080/24694452.2020.1779645>
- JI, X. “Trees Don’t Sing!... Eagle Feather Has no Power!”—Be Wary of the Potential Numbing Effects of School Science. In: Wallace, M.F.G & Bazzul, J.& Higgins, M. & Tolbert, S. *Reimagining Science Education in the Anthropocene* (pp. 17-33). Palgrave Macmillan, Cham. 2022.
- LATOUR, B. *Jamais fomos Modernos: ensaio de antropologia simétrica*. Rio de Janeiro: Editora 34/ Coleção TRANS. 1994.
- LATOUR, B. *A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos escudos científicos*. Bauru, SP: EDUSC. 2001.

LATOUR, B. *Reagregando o social: uma introdução à teoria do ator-rede*. Salvador, Ba: Edufba, Bauru, SP:Edusc. 2012.

LATOUR, B. *MOOC scientific humanities*. Disponível em <http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/downloads/Scientific%20Humanities%20MOOC.pdf>. 2013. Acesso em 20/04/2022

LATOUR, B. Para distinguir amigos e inimigos no tempo do Antropoceno. *Revista de Antropologia*, 57 (1): 11-31. 2014a.

LATOUR, B. Anthropology at the Time of the Anthropocene - a personal view of what is to be studied. *Distinguished lecture American Association of Anthropologists, (Washington, December)*. 2014b. Disponível em <http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/139-AAA-Washington.pdf>. Acesso em 25/02/2022.

LATOUR, B. *Cogitamus. Seis cartas sobre as humanidades científicas*. São Paulo: Editora 34. 2016.

LATOUR, B. *Investigação sobre os modos de existência. Uma antropologia dos modernos*. Petrópolis: Editora Vozes. 2019.

LATOUR, B. *Diante de Gaia. Oito conferências sobre a natureza no antropoceno*. São Paulo/Rio de Janeiro: Ubu Editora/Ateliê de Humanidades Editorial. 2020a.

LATOUR, B. *Onde aterrar? Como se orientar politicamente no antropoceno*. Bazar do Tempo Produções e Empreendimentos Culturais LTDA. 2020b.

LAW, J. *After Method: Mess in Social Science Research*. London: Routledge. 2004.

LAW, J. What's wrong with a one-world world? *Distinktion: Scandinavian Journal of Social Theory*, 16 (1): 126–139. 2015.

<http://dx.doi.org/10.1080/1600910X.2015.1020066>

- LEMOS, A. *A comunicação das Coisas: teoria ator-rede e cibercultura*. São Paulo: Annablume. 2013.
- LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. Aterrando no sul: uma proposta político-epistemológica para a área de educação em ciências do Antropoceno. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27. 2021.
- Luciano, E. Is ‘Anthropocene’ a Suitable Chronostratigraphic Term? *Anthropocene Science*, 2022.
<https://doi.org/10.1007/s44177-022-00011-7>
- MOL, A. *The Body Multiple*. Durham: Duke University Press. 2003.
- MORTON, T. *Hyperobjects: Philosophy and Ecology After the End of the World*. Minneapolis: University of Minnesota Press. 2013.
- RUDDIMAN, W. F. The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. *Climatic Change* 61 (3): 261–293. 2003.
- SANTOS, B. S. O fim do império cognitivo: a afirmação das epistemologias do sul. Belo Horizonte: Autêntica. 2019.
- STEFFEN, W.; GRINEVALD, J.; CRUTZEN, P.; MCNEILL, J. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions*. Royal Society. A 369: 843. 2011.
- STENGERS, I. *No tempo das catástrofes*. São Paulo: Cosac Naify. 2015.
- STENGERS, I. Reativar o animismo. *Chão de Feira*, 62: 1-15. 2017. Disponível em <https://chaodafeira.com/wp-content/uploads/2017/05/caderno-62-reativar-ok.pdf>. Acesso em 13/05/2022.
- TSING, A. L. *Viver nas ruínas: paisagens multiespécies no antropoceno*. Brasília: Mil Folhas. 2019.

VAN BREDA, J. Towards a transdisciplinary hermeneutics. *The global spiral e-journal*, 8 (3). 2007. Disponível em <http://www.learndev.org/dl/BtSM2007/JohnVanBreda.pdf>. Acesso em 25/02/2022.

VEIGA, J. E. *O antropoceno e as ciência do Sistema Terra*. São Paulo: Editora 34. 2019.

WEBSTER, A. Introduction. Bio-objects: exploring the boundaries of life. In: Vermeulen, N.; Tamminen, S. and Webster, A. *Bio-objects. Life in the 21st century*, pp. 1-10. Burlington: Ashgate. 2012.

OS/AS AUTORES/AS



Ana Luiza de Quadros

Licenciada em Química e mestre em Educação nas Ciências pela Unijui/RS. Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professora de Ensino de Química no Departamento de Química da UFMG por 19 anos. Atualmente, é professora visitante do IFMG.

Ana Livia Baptistela Araujo

Licenciada em Química e mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atua como professora de Química na Educação Básica e tem um canal no *YouTube* (Você só dá aula?) dedicado a discutir e compartilhar experiências que envolvem a prática docente.

Ana Paula da Silva Freitas

Licenciada em Ciências Biológicas, mestre e doutoranda em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é professora da educação básica em uma escola da região metropolitana de Belo Horizonte.

Cristiane Martins da Silva

Doutoranda em Ensino de Ciências pela UFRPE, Mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Professora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) no curso de Licenciatura em Química no campus Iturama, ministrando disciplinas na área de Ensino de Química.

Daniel Jaques Rosário

Possui Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Tem interesse pela carreira docente e nas pesquisas na área do gênero, antropologia e Ensino de Ciências.

Edyth Priscilla Campos Silva

Licenciada em Química e mestra em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente, é doutoranda no programa de pós-graduação em Educação também na UFMG.

Fábio Augusto Rodrigues e Silva

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestrado e doutorado em Educação pela mesma universidade. Atualmente, é professor do Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto. Suas pesquisas estão voltadas para os seguintes temas: formação de conceitos na Ciência e no Ensino de Biologia, formação de professores inicial e continuada, educação ambiental, relações entre conhecimento científico, conhecimento cotidiano e conhecimento escolar, Teoria ator-rede e os contextos de aprendizagem.

Fabrizio Macagno

Ph.D em Linguística pela Università Cattolica del Sacro Cuore em Milão. Atua como professor auxiliar de Filosofia na Universidade Nova de Lisboa, Portugal, onde ministra os cursos Estratégia em Argumentação, Ensino de Filosofia e Retórica na publicidade. Atualmente está desenvolvendo pesquisas no campo da Argumentação e Filosofia da Linguagem com aplicação na Educação, Comunicação Médica e no Jurídico.

Felipe Sales de Oliveira

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Também pela UFRJ, realizou o mestrado e o doutorado no Programa de Educação, Gestão e Difusão em Biociências. Desde 2019, é professor do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Fernando César Silva

É doutor em Ciências - Química (UFMG), mestre em Química - Química Orgânica (UFMG) e licenciado em Química. Professor Adjunto da área de Ensino de Química do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino (DMTE) da Faculdade de Educação (FaE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Seu principal interesse de pesquisa está relacionado ao Ensino de Ciências por Investigação, às práticas epistêmicas e as representações visuais no ensino de Química.

Francisco Ângelo Coutinho

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mestre em Filosofia e doutor em Educação pela mesma universidade. É professor da Faculdade de Educação da UFMG, onde atua na graduação e na pós-graduação. É líder do grupo ANTLab, que investiga como os actantes, humanos e não humanos, formam redes e moldam os contextos de aprendizagem de ciências.

Gabriel Menezes Viana

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). Doutor e mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor Adjunto da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Tem se dedicado a investigar

processos de educação científica, em especial, a formação de professores e de cientistas, em variados espaços sociais.

Geisieli Rita de Oliveira

Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG), Mestre em Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Doutoranda em Educação e Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente desenvolve pesquisa, ensino e extensão com as tecnociências afrodiaspóricas, sendo coordenadora executiva do projeto Afrociências (CNPQ-Programa Ciências na escola) e Gestora de articulação do projeto Minas Negras (ABPN/ British Council/ Skills for Prosperity).

Kristianne Lina Figueiredo

Licenciada em Química, pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre e Doutora em Educação também pela UFMG. Professora Adjunta da Universidade Federal de Viçosa, Campus de Florestal. Membro do Grupo de Pesquisa Cogitamus: Educação e Humanidades Científicas.

Lígia Danielle Azevedo Lacerda

Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestra em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Ouro Preto. Atualmente, é professora da rede municipal de ensino do município de Vitória-ES e orientadora do PIBIC Jr.

Lorena Andrade Costa

Doutoranda em Educação pela UFMG e Mestre em Educação e Docência pela mesma universidade. Atualmente, é professora de Geografia na Rede Municipal de Educação de Belo Horizonte e membro do Grupo de

Pesquisa: Mediação das tecnologias digitais nos espaços educacionais e no desenvolvimento profissional de professores (UFMG). Dedicase a pesquisas nas áreas Educação Tecnológica e Educação a Distância, Formação inicial e continuada de professores para o desenvolvimento de competências digitais.

Lúcia Helena Sasseron

Licenciada em Física, Mestre em Ensino de Ciências, Doutora em Educação e Livre-docente pela Universidade de São Paulo. Professora Associada do Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada da Faculdade de Educação da USP, ministra disciplinas para os cursos de Pedagogia e Licenciatura em Física. Pesquisa sobre o desenvolvimento da Argumentação e da Alfabetização Científica em sala de aula.

Ludmila Fernandes Kelles

Licenciada e bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente, é professora de Ciências na prefeitura de Lagoa Santa-MG, e mestranda do programa de pós-graduação em Educação e Ciências na Faculdade de Educação da UFMG.

Luiz Gustavo Franco

Licenciado em Ciências Biológicas, mestre e doutor em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente é professor da UFMG no Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, desenvolvendo pesquisas na área de Educação em Ciências.

Marcio Roberto de Lima

Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Mestre em Educação pela UFSJ e Doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). É professor Adjunto da UFSJ em seu Departamento de Ciências da Educação (Deced).

Maria Luiza Silva Tupy Botelho

Licenciada em Química, mestre e doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é coordenadora pedagógica em instituição de ensino da Educação Básica.

Marina Martins

Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com período Sanduíche na Universidade Nova de Lisboa. Mestre em Educação pela UFMG e graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Professora na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), da área de Ensino de Química.

Geide Rosa Coelho

Licenciado em Física, mestre e doutor em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é professor da UFES no Departamento de Teorias do Ensino e Práticas Educacionais, desenvolvendo pesquisas na área de educação em ciências.

Junia Freguglia Machado Garcia

Licenciada em Ciências Biológicas, mestra e doutora em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é professora da UFES no Departamento de Teorias do Ensino e Práticas Educacionais, desenvolvendo pesquisas na área de educação em ciências.

Patrícia Fernandes Lootens Machado

Bacharel em Química pela Universidade Federal do Ceará, mestre e doutora em engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente, é professora da Divisão de Ensino de Química da Universidade de Brasília, desenvolvendo pesquisas na área de Educação em Ciências.

Rodolfo Dias de Araújo

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São João del-Rei. Atualmente é mestrando no programa de pós-graduação em Processos Sócioeducativos e Práticas Escolares da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).

Stefannie de Sá Ibraim

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto, mestre e doutora em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é professora do Departamento de Química, da Universidade Federal de Minas Gerais, desenvolvendo pesquisas na área de Educação em Ciências.

Thalita de Oliveira Carneiro

Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente é mestranda no Programa de Pós Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

TENDÊNCIAS DE PESQUISAS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

ORGANIZADORES
FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO
FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA
LUIZ GUSTAVO FRANCO
GABRIEL MENEZES VIANA

Este livro é direcionado a profissionais e estudantes da área de pesquisa em Educação em Ciências. Com propostas teóricas e derivadas de pesquisas acadêmicas, essa obra tem como objetivo principal dar visibilidade para diferentes referenciais teóricos-metodológicos o que pode contribuir para a aproximação com novas tendências e reflexões sobre as nossas pesquisas. De um modo geral, os textos privilegiam um tom narrativo e didático, pelo qual se procura convidar o leitor para a apropriação do referencial teórico no desenvolvimento de suas próprias pesquisas.

Ao final de cada capítulo, são trazidas questões para a proposição de pesquisas alinhadas aos referenciais discutidos e em sintonia com as demandas de cada subárea identificadas pelos autores. Assim, o leitor poderá conhecer histórias, investigações, propostas e pesquisadores ao mesmo tempo em que identifica caminhos para uma maior convergência e desenvolvimento da educação em ciências brasileira.

Desse modo, esperamos que esta obra ao mesmo tempo em que apresenta, pesquisadores e pesquisadoras, suas pesquisas, pensamentos e apontamentos para o campo, atue também como uma inspiração para outros estudos e um convite para que pesquisadores interessados nas diversas vertentes da Educação em Ciências em nosso país participem das discussões iniciadas nesta obra.



Esta obra foi inteiramente financiada pelo
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
Tecnológico