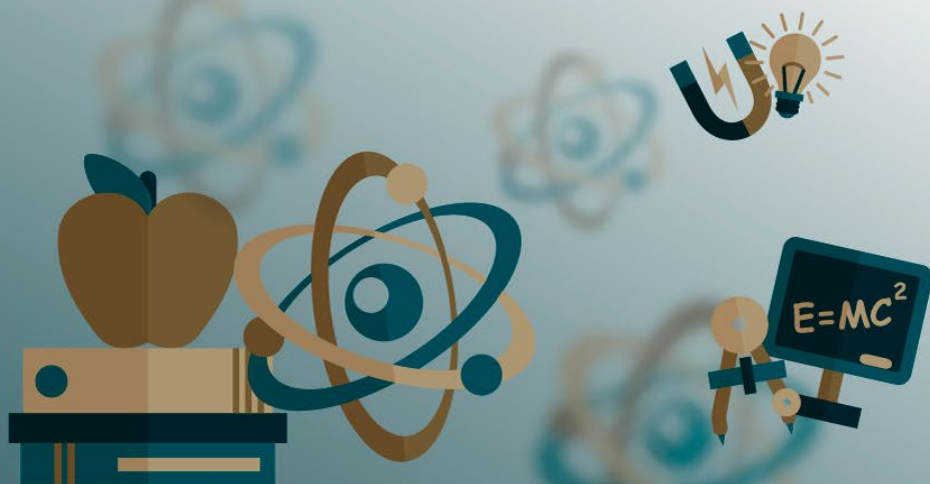




O ENSINO DE FÍSICA

NO ÂMBITO EDUCACIONAL BRASILEIRO

perspectivas, reflexões e abordagens

Lucas de Paulo Lameu & Laerte Fonseca
(Organizadores)



Lucas de Paulo Lameu & Laerte Fonseca
(Organizadores)

O ENSINO DE FÍSICA

NO ÂMBITO EDUCACIONAL BRASILEIRO

perspectivas, reflexões e abordagens



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DE SERGIPE (IFS)**

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Jair Messias Bolsonaro

MINISTRO DA EDUCAÇÃO

Milton Ribeiro

SECRETÁRIO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Ariosto Antunes Culau

REITORA DO IFS

Ruth Sales Gama de Andrade

PRÓ-REITORA DE PESQUISA E EXTENSÃO

Chirlaine Cristine Gonçalves

Lucas de Paulo Lameu & Laerte Fonseca
(Organizadores)

O ENSINO DE FÍSICA

NO ÂMBITO EDUCACIONAL BRASILEIRO

perspectivas, reflexões e abordagens



ARACAJU
2022

Copyright© 2022 - IFS

Todos os direitos reservados para a Editora IFS. Nenhuma parte desse livro pode ser reproduzida ou transformada em nenhuma forma e por nenhum meio mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer sistema de armazenamento de informação, sem autorização expressa dos autores ou do IFS.

Editora-chefe (Coordenadora de Publicações)

Kelly Cristina Barbosa

Planejamento e Coordenação Gráfica

Thiago Estácio

Projeto Gráfico da Capa

Thiago Estácio

Avaliador ad hoc

Adriano Borges Andrade

Diagramação

Thiago Estácio

Revisão

Gabriel Ricardo Farias Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Lameu, Lucas de Paulo

L229e

O ensino de física no âmbito educacional brasileiro[recurso eletrônico]: perspectivas, reflexões e abordagens. / Lucas de Paulo Lameu, Laerte Silva da Fonseca, (organizadores). - Aracaju: Editora IFS, 2022.

131 p.: il. color

E-book

ISBN 978-65-87114-94-1.

1. Educação. 2 Ensino da física. I. Lameu, Lucas de Paulo, (organizador). II. Fonseca, Laerte Silva da, (organizador) III. Título.

CDU 37:612.8

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Kelly Cristina Barbosa CRB 5/1637

[2022]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS)

Avenida Jorge Amado, 1551. Loteamento Garcia, Bairro Jardins.

Aracaju/SE. CEP: 49025-330

TEL.: +55 (79) 3711-3222 E-mail: edifs@ifs.edu.br

Impresso no Brasil

Conselho Científico

Chirlaine Cristine Gonçalves
Pró-reitora de Pesquisa e Extensão
Jaime José da Silveira Barros Neto
Diretor de Pesquisa e Pós-graduação
José Wellington Carvalho Vilar
Área: Ciências Exatas e da Terra
Diego Lopes Coriolano
Área: Engenharias (titular)
Herbet Alves de Oliveira
Área: Engenharias (suplente)

Adeline Araújo Carneiro Farias
Área: Ciências Humanas
Alexandre Santos de Oliveira
Área: Ciências Sociais Aplicadas
João Batista Barbosa
Área: Ciências Agrárias
Manoela Falcon Gallotti
Área: Linguística, Letras e Artes
Sheyla Alves Rodrigues
Área: Ciências Biológicas

Membros Externos

Flor Ernestina Martinez Espinosa - FIOCRUZ
Odélsia Leonor Sanchez de Alsina - UFCG
Mirian Sumica Carneiro Reis - UNILAB
Claudio Cledson Novaes - UEFS
Caique Jordan Nunes Ribeiro - UFS
Lucas Molina - UFS
Murilo Lopes Martins - IF Sudeste MG

Eliane Maurício Furtado Martins
- IF Sudeste MG
Zélia Soares Macedo - UFS
Mario Ernesto Giroldo Valério - UFS
Ana Aparecida Vieira de Moura - IFRR
Josilene de Souza - IFRN
Charles dos Santos Estevam - UFS

Editoração

Kelly Cristina Barbosa - Bibliotecária

Produção Visual

Jéssika Lima Santos - Diagramador
Júlio César Nunes Ramiro - Técnico em Artes Gráficas

PREFÁCIO

CIÊNCIA E EDUCAÇÃO: “MOLAS PROPULSORAS” PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO

Prof. Dr. Moacir Pereira de Souza Filho¹

Aos poucos, estamos superando um dos períodos mais dramáticos e devastadores da história da humanidade: a pandemia de COVID-19 que, ainda em curso, assolou o mundo nos últimos dois anos. Tivemos de conviver com o isolamento social; presenciamos vidas sendo ceifadas pela COVID-19, evento que ocasionou no mundo todo – sobretudo, no Brasil – uma crise social e econômica sem precedentes, cujas “sequelas” se fazem atuais.

Um cenário avassalador que deve ser observado sobre diferentes ângulos, porém, neste *e-book*, vamos nos ater a dois aspectos positivos, evidenciados por essa crise: (I) mostrar que a ciência é imprescindível à qualidade de vida e ao desenvolvimento humano e, (II) mostrar a relevância da educação (e dos professores) para o presente e futuro de uma nação, na formação de mentes pensantes e sujeitos críticos.

O primeiro ponto a ser destacado é o fato de a Ciência, neste período, ter mostrado todo o seu poder. Ela ajudou a salvar incontáveis vidas, graças aos respiradores artificiais e a demais equipamentos hospitalares (Física); aos remédios que propiciaram o alívio e a recuperação de pacientes enfermos (Química) e, às vacinas que trouxeram a solução – pelo menos, parcialmente - para o problema, devido à imunização da população (Biologia).

Assim como o conhecimento científico (representados pela Física, Química e Biologia), também o conhecimento humano, de médicos, enfermeiros, biólogos e demais profissionais da saúde e de outras áreas, foi fundamental para vencer esta batalha epidemiológica. Vale lembrar que a Ciência é

¹ Doutor e Mestre em Educação para a Ciência (UNESP/Bauru). Licenciado em Física (UNESP/Bauru). Professor Assistente Doutor do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação – PPGE (UNESP/Pres. Prudente).

a base do conhecimento desses profissionais.

Do exposto, vê-se que a finalidade primordial da Ciência, e da Física, em particular, consiste em solucionar problemas, aprimorando as técnicas. Os cientistas se debruçam em uma situação conflituosa que precisa ser resolvida, elaboram hipóteses, discutem e testam suas conjecturas, comunicam os resultados à comunidade científica e divulgam os resultados à população, geralmente por meio da mídia.

De maneira análoga, o papel do Ensino de Ciências necessita ter esse caráter investigativo, no qual os aprendizes tentam resolver desafios, elaboram hipóteses, refletem e discutem suas ideias e seus pontos de vista, visando solucionar determinada situação-problema.

Entretanto, não é essa a visão que os leigos têm da Física. O senso comum associa a Física com uma disciplina difícil; a um formalismo matemático complexo e/ou a um conhecimento inatingível, compreendido apenas por mentes brilhantes. Essa é uma visão equivocada e distorcida, pois a Física está presente e é aplicável ao mundo em que vivemos. A Física não se limita à matemática, ela envolve história, filosofia e demais áreas do conhecimento.

Nesse ponto, lanço um desafio ao leitor: *olhe ao seu redor e me dê um exemplo de objeto em que a Física não esteja presente*. Atender a esse desafio não é algo fácil, porquanto as leis físicas regem o universo em que vivemos e todos os materiais, artefatos e equipamentos produzidos pelo homem funcionam baseados em conceitos físicos. Portanto, a Física está presente em praticamente tudo. Tudo mesmo! De um simples abridor de garrafas ao motor de um automóvel, ou das lentes dos óculos a um foguete espacial, em todos esses exemplos, a Física se faz presente.

A Física é uma ciência encantadora! Assim como uma criança indaga o porquê para saber mais, temos de nos questionar como as coisas funcionam. A Física ajuda a enxergar e a compreender o planeta em que vivemos, o que existe no mundo microscópico e no macrocosmo. Sua beleza consiste em mostrar o quanto a curiosidade humana propicia o desenvolvimento de aplicações práticas relevantes, que proporcionam conforto e praticidade ao nosso dia a dia; em apresentar soluções para os nossos problemas; e nos fazer enxergar, por meio de aparelhos e técnicas, outras escalas, além das que os nossos olhos nos mostram.

Analogicamente, a educação, Assim como a ciência, é fundamental ao desenvolvimento humano por ampliar nossa visão de mundo e aguçar ainda mais nossa curiosidade e sede de saber.

No período de distanciamento social, as tecnologias e a internet e, portanto, as aplicações do conhecimento científico, foram fundamentais para que o processo educativo permanecesse “vivo”, mesmo que de forma virtual. Contudo, a crise revelou o quanto é fulcral o papel do professor e a participação dos alunos para que haja um diálogo acadêmico profícuo, no qual o ato de aprender se concretize. Neste sentido, seja virtual ou presencialmente, o papel da escola é essencial para o desenvolvimento humano. Assim, Ciência e Educação “andam de mãos dadas”, impulsionando nosso conhecimento e, sendo impulsionadas por ele.

Este livro “*O Ensino de Física no âmbito educacional brasileiro: perspectivas, reflexões e abordagens*”, escrito por pesquisadores e pessoas que vivenciam o ensino, organizado por *Lameu e Fonseca*, vem ratificar essa relação mútua entre a epistemologia da ciência e do conhecimento, com uma coletânea de capítulos bem escritos e estruturados, apresentando o Ensino de Física de maneira contextualizada e corroborando para a nossa tese: de que a Ciência e a Educação (Física e o Ensino) são “molas propulsoras” ao desenvolvimento humano individual e coletivo.

Assim, na sequência, como “aperitivo” e para aguçar a curiosidade, apresentamos ao leitor uma síntese do livro:

No *capítulo 1*, os conceitos físicos referentes aos conteúdos de hidrostática (tema contemplado pela BNCC), Tais como vazão e densidade da água, mudança de estado, ciclo da água e equação da continuidade, são utilizados para pensar sobre a crise hídrica e refletir sobre o consumo responsável da água, dentro do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). O tema é atual e impacta diretamente o nosso cotidiano. A metodologia de trabalho com os alunos se baseou nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento), que se fundamentam na teoria freireana.

O *segundo capítulo* mergulha na estrutura da matéria, tomando como o objeto de estudo a estrutura atômica (uma construção histórica), e mais, precisamente, buscando compreender as dificuldades de aprendizagem dos

alunos no processo de eletrização dos corpos, por meio de uma atividade que mobiliza o pensamento. O pressuposto teórico do trabalho se fundamentou no conjunto de situações, invariantes e representação simbólicas que compõem a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Baseado nesse referencial, é possível inferir, subjetivamente, o processo de compreensão do aprendiz em relação ao objeto de estudo.

O *capítulo 3* está relacionado à formação inicial de professores, de maneira mais precisa, na análise da sequência didática presente nos planos de aula elaborados por licenciandos do subprojeto de Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. O aporte teórico que norteou o trabalho também se fundamentou nos três momentos pedagógicos e, a Análise de Conteúdo se pautou em duas categorias: o tema e sua relação com os conteúdos físicos e a interação entre professor e alunos. Os resultados mostraram divergências: enquanto alguns dados apontaram para um ensino dialógico e problematizador, outros apresentaram, também, resquícios do ensino tradicional conteudista e transmissivo.

O *quarto capítulo* trata da divulgação científica de conceitos físicos e exibe algumas exposições itinerantes relacionadas à Física, que são atividades lúdicas próprias do ensino informal, visto que não estão prescritas no currículo, mas que foram desenvolvidas em um ambiente formal, ou seja, dentro da escola. Essas atividades desencadeiam o processo interativo e desencadearam emoções prazerosas nos expectadores. O trabalho buscou, na interação social de Vigotski, compreender as potencialidades no desenvolvimento cognitivo dos participantes.

Por fim, o *capítulo 5* aborda o processo de produção industrial, especificadamente, a mineração em Caçapava do Sul. Esta unidade temática contempla os itinerários formativos, advindos da implementação do novo Ensino Médio, e se fundamenta no enfoque e na relação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). O resultado do estudo evidenciou argumentos reducionistas, o que fez os autores reavaliarem o planejamento, buscando tornar as discussões mais problematizadoras.

Após esse “aperitivo”, convido os leitores para degustar “o prato principal”, composto por todos os capítulos. Neles esta relação entre a Física e o Ensino fica evidente, pois são frutos de relatos de experiência e pesquisas

desenvolvidas no “chão da escola” e apoiados nos principais referenciais da área, que embasam a reflexão sobre a epistemologia do conhecimento.

Conforme o leitor pôde perceber, o livro “varre” um espectro amplo referente da área educacional. Além dos conteúdos de Física presentes em todos os capítulos, temos conteúdos presentes na BNCC e que estão sendo implementados com o Novo Ensino Médio, abordagens com enfoque na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), divulgação científica, formação de professores, aplicações fundamentadas nos três momentos pedagógicos e a compreensão epistemológica com os referenciais freireano e vigotskiano.

Esta coletânea de trabalhos relevantes para o Ensino da Física, com uma linguagem simples e clara, vem suprir uma lacuna e contemplar o anseio de pessoas interessadas (pesquisadores, professores, alunos e o público em geral). Enfim, aí está o conhecimento como a “sobremesa” desse banquete: desfrutem da “refeição completa”, representada pelo conteúdo desta obra...

Boa leitura e espero que se sintam satisfeitos!

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL: REFLEXÕES, PERSPECTIVAS E ABORDAGENS 14

Lucas de Paulo Lameu

Laerte Silva da Fonseca

CAPÍTULO 1

PROBLEMATIZAÇÃO SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE NOÇÕES DE HIDROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO.....21

Joalisson Bahia Santana

Alice Assis

Lucas de Paulo Lameu

Laerte Silva da Fonseca

CAPÍTULO 2

A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: OS MODELOS ATÔMICOS NO CAMPO CONCEITUAL DA FÍSICA 43

Eliel Cardoso dos Santos

Márcia Azevedo Campos

Lucas de Paulo Lameu

Laerte Silva da Fonseca

CAPÍTULO 3

A APROPRIAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS COMO METODOLOGIA DE ENSINO: ANÁLISE DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PRODUZIDAS NO PIBID-FÍSICA DA UFTM 64

Danielle Aparecida Reis Leite

Romulo Ramunch Mourão Silva

Sabrina Eleutério Alves

CAPÍTULO 4

EXPOSIÇÃO ITINERANTE EM FÍSICA: CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO NÃO-FORMAL PARA O ENSINO FORMAL91

Isabel Cristina de Castro Kondarzewski

Alice Assis

Henrique Buday

CAPÍTULO 5	
COMPREENSÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO	
SOBRE O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO	
NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO CTS.....	112

Josiane Marques da Silva

Cristiane Muenchen

POSFÁCIO	
ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO BRASILEIRO: REFLEXÕES	
SOBRE ALGUNS DESAFIOS.....	125

Prof. Dr. Luciano Fernandes Silva 123

APÊNDICE	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	130

INTRODUÇÃO



ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL: REFLEXÕES, PERSPECTIVAS E ABORDAGENS

Lucas de Paulo Lameu²

Laerte Silva da Fonseca³

A área de Ensino de Física tem passado por discussões sobre como tornar a aprendizagem de conceitos físicos de forma que faça sentido para os alunos e alunas de educação de base, que, no geral, busca apenas uma formação científica, visando a formação integral do aluno e da aluna, ainda mais com o advento da nova configuração dos currículos conforme a Base Nacional Comum Curricular – BNCC⁴ (BRASIL, 2018) e com a sua implementação nas escolas, sob o nome de Novo Ensino Médio, conforme a Lei nº 13.415/2017⁵ (BRASIL, 2017), que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

2 Doutor em Educação para a Ciência (UNESP). Mestre em Ensino de Ciências (UNIFEI). Licenciado em Física (UNIFEI). E-mail: lucas.lameu@educacao.mg.gov.br.

3 Livre Docente pela Emil Brunner World University® (EBWU, Miami, Flórida/EUA); Pós-Doutorado em Educación Lingüística y Literaria y de Didáctica de las CCEE y de la Matemática, Universidade de Barcelona/UB, Espanha; Pós-Doutorado em E-learning, Universidade Fernando de Pessoa/UEP, Porto/Portugal; Pós-Doutorado em Ciências Básicas e Ambientais, EEL da Universidade de São Paulo/USP; Pós-Doutorado em Psicologia e Neurociência Cognitiva (EBWU); Pós-Doutorado em Educação Matemática (UNIAN/SP) e Doutor em Educação Matemática (UNIAN/SP, UCB/Lyon 1-FR); Mestre em Educação (UFS); Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFS); Licenciado em Matemática (UFS); Bacharel em Psicologia (ESTÁCIO-SE); Neuropsicólogo (UNIFESP); Terapeuta Cognitivo-Comportamental (PUC-RS); Professor Titular de Educação Matemática do Instituto Federal de Sergipe. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: laerte.fonseca@ifs.edu.br

4 BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). Resolução n. 3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 nov. 2018.

5 BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Portal da Legislação, Brasília, 16 fev. 2017.

(BRASIL, 1996), ampliando o tempo mínimo do estudante e da estudante na escola de 800 horas para 1000 horas.

Assim sendo, esta obra traz como objetivo geral apresentar algumas reflexões e abordagens, a partir da nova formação integral e crítica apresentada pela BNCC, que relacionem metodologias e referenciais teóricos bem consolidados em pesquisas voltadas à Educação e no Ensino de Física, tais como: o Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade, os Três Momentos Pedagógicos, a Teoria dos Campos Conceituais e contribuições do ensino não-formal para o ensino-formal.

Sobre a BNCC, o inciso I do artigo 6º da Resolução nº3 de 21 de novembro de 2018 destaca que a formação integral:

é o desenvolvimento intencional dos aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais do estudante por meio de processos educativos significativos que promovam a autonomia, o comportamento cidadão e o protagonismo na construção de seu projeto de vida; (BRASIL, 2018, p. 2).

Nessa perspectiva, a formação geral básica do Ensino Médio passou a integrar mais profundamente as áreas do conhecimento, inclusive as Ciências da Natureza, que englobam a Física, a Biologia e a Química, associando-as aos itinerários formativos, que visam a formação integral do aluno e da aluna, por meio de componentes curriculares, como: Projeto de Vida; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Tecnologias e Inovação; e Introdução ao Mundo do Trabalho.

Diante disso, é essencial que as aulas de Física surjam além da apresentação de conceitos, visando despertar o interesse dos discentes e das discentes, de forma contextualizada e integrada com a realidade, promovendo uma formação integral e facilitando a compreensão do mundo que os cerca.

Discussões nessa vertente já permeavam o que é denominado de enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), ou, conforme outros autores, de enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Como destaca Magalhães (2002)⁶, neste enfoque, é importante o desenvolvimento de uma consciência crítica, na qual o indivíduo, além de obter informações, consegue aprofundá-las, correlacionando-as dentro

6 MAGALHÃES, J. A formação da consciência crítica e o Ensino de Ciências. Revista Urutaguá – Revista Acadêmica Multidisciplinar, Maringá, v. 1, n. 4, 2002.

das áreas de estudo das Ciências, facilitando a sua amplitude de visão de mundo.

Na visão de Strieder (2008)⁷, o enfoque CTS tem como objetivo a formação de cidadãos alfabetizados em ciência e tecnologia, a fim de que sejam críticos em relação ao desenvolvimento da ciência associada à tecnologia, sendo capazes de não somente tomar decisões como lidar com as implicações sociais advindas desse desenvolvimento. Além disso, na visão de Santos (2007)⁸, o enfoque CTS contém como propósito formar alunos e alunas numa perspectiva em que os tópicos e conteúdos sejam abordados de maneira contextualizada. E também Auler, Dalmolin e Fenalti (2009)⁹ destacam a possibilidade de se trabalhar o enfoque CTS por meio de temas que sejam relevantes para o Ensino de Ciências.

Ademais, podemos traçar outras características do enfoque CTS que são convergentes entre os pesquisadores e pesquisadoras da área: ele permite uma abordagem temática, na qual é possível um dinamismo maior para o desenvolvimento do que está presente nos currículos prescritos (AULER, 2002)¹⁰; pode promover uma visão que exige decisões mais democráticas e menos tecnocráticas, por meio da tomada de decisão (AULER, 2007)¹¹; promove a interdisciplinaridade que, por muitas das vezes, é muito relevante para o ensino de determinado conceito (KAWAMURA, 1997)¹²; permite uma abordagem por meio de tópicos controversos, que envolvem aspectos físicos, econômicos, políticos, históricos e sociais, nos quais a controvérsia é tida como uma ideia-chave tanto na organização quanto na orientação metodológica em sala de aula (SILVA; CARVALHO, 2007)¹³; entre outras.

7 STRIEDER, R. B. Abordagem CTS e Ensino Médio: espaço de articulação. 2008. 236 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

8 SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, Piracicaba, v. 1, número especial, 2007.

9 AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

10 AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. 2002. 248 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

11 AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, Piracicaba, v. 1, número especial, 2007.

12 KAWAMURA, M. R. D. Disciplinaridade, sim! *Ciência & Ensino*, Piracicaba, n. 2, p. 3-6, 1997.

13 SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de Física a partir de temas

Todas as características anteriores que permeiam o enfoque CTS no campo da pesquisa e da educação têm sido relevantes para o ensino de Física e de Ciências de forma a promover um estudo mais significativo e que possa despertar a atenção dos alunos. Além disso, podem promover a formação de uma consciência crítica, como cidadãos e cidadãs, levando à alfabetização científica, por meio da qual o aluno e aluna conseguem se posicionar perante temas que necessitam do conhecimento científico, de modo integrado e articulado aos aspectos tecnológicos, sociais e ambientais (RAMOS et al., 2020)¹⁴.

Dessa maneira, pesquisas voltadas a propostas que contemplem o ensino de tópicos de Física por meio da abordagem CTS/CTSA convergem com a visão da importância de se formar cidadãos críticos e reflexivos, que, além de compreender os conceitos físicos, também os relacionam com aspectos sociais, tecnológicos e ambientais, fortalecendo a formação integral da cidadã e do cidadão.

Uma das características do enfoque CTS é a articulação mais crítica entre as esferas da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade/Ambiente, e isso também pode ser realizado por meio da investigação temática, a partir dos pressupostos de Paulo Freire, que focam na identificação dos temas geradores e no planejamento de uma abordagem problematizadora, o que pode ser concretizado por meio dos Três Momentos Pedagógicos (Problematização inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento).

Para Muenchen (2010)¹⁵, os Três Momentos Pedagógicos correspondem a uma dinâmica didático-pedagógica, fundamentada em uma abordagem temática, que foi disseminada a partir da publicação, ao final dos anos 1980, do livro Física (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992)¹⁶.

Na Problematização Inicial

[...] os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações controversas. Ciência & Ensino, Piracicaba, v. 1, número especial, 2007.

14 RAMOS, F. P.; NEVES, M. C. D.; FONTES, A. S.; BATISTA, M. C. Alfabetização científica e as visões formadas no ensino de ciências: algumas reflexões sobre os discursos de professores de física. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 3, p. 1-15, 2020.

15 MUENCHEN, C. A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. 137 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.

16 DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A. Metodologia do ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 1992.

tuações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. (MUENCHEN; DELIZOICOV¹⁷, 2011, p. 85).

Nesse momento pedagógico, o aluno pode apresentar noções e concepções prévias e o professor deve questionar e lançar dúvidas do tema a ser trabalhado, promovendo o despertar o interesse e, conseqüentemente, a participação dos alunos na aula.

Na Organização do Conhecimento, o conceito necessário para a compreensão do tema é estudado sistematicamente, fazendo-se uso da orientação do professor que exibirá definições e relações em termos instrucionais, promovendo, também, visões e explicações distintas para as questões problematizadoras. Além disso, o aluno deverá utilizar de Tal abordagem para interpretar, compreender e comparar o conhecimento apreendido com o seu.

No último momento pedagógico, a Aplicação do Conhecimento, são propostos aos alunos exercícios, problemas e atividades que devem ser resolvidos pelos alunos a partir da temática proposta, de forma que:

Deste modo pretende-se que, dinâmica e evolutivamente, se vá percebendo que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, está disponível para que qualquer cidadão faça uso dele – e, para isso, deve ser apreendido. (DELIZOICOV; ANGOTTI¹⁸, 1992, p. 55).

A importância de se trabalhar o Ensino de Física por meio dos Três Momentos Pedagógicos se vem do fato de que esta dinâmica didático-pedagógica aborda, como destacam Muenchen e Delizoicov (2014)¹⁹, o par de categorias problematização e dialogicidade. Esse dueto é essencial para a formação crítica e reflexiva dos alunos e alunas, sobretudo, na formação do Novo Ensino Médio, com busca pelo estímulo ao protagonismo juvenil.

— Em outra vertente, voltada, agora, à didática das ciências, trazemos

17 MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos na edição de livros para professores. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, Santo Ângelo, v. 1, n. 1, p. 84-97, 2011.

18 DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A. Metodologia do ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 1992.

19 MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. Os Três Momentos Pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. Ciência & Educação, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

a Teoria dos Campos Conceituais de Gerárd Vergnaud²⁰. Ela faz parte de uma abordagem que considera a Epistemologia Genética de Piaget e a Psicologia Sócio-Cultural de Vigotski como sendo complementares, como infere Moreira (2002)²¹:

Por outro lado, Vergnaud reconhece a importância da teoria de Piaget, destacando as ideias de adaptação, desequilíbrio e reequilíbrio como pedras angulares para a investigação em didática das Ciências e da Matemática. Mas acredita que a grande pedra angular colocada por Piaget foi o conceito de esquema (1996c, p. 206). Vergnaud reconhece igualmente que sua teoria dos campos conceituais foi desenvolvida também a partir do legado de Vygotsky. Isso se percebe, por exemplo, na importância atribuída à interação social, à linguagem e à simbolização no progressivo domínio de um Campo Conceitual pelos alunos. Para o professor, a tarefa mais difícil é a de prover oportunidades aos alunos para que desenvolvam seus esquemas na zona de desenvolvimento proximal (MOREIRA, 2002, p. 7 e 8).

De forma objetiva, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud é:

Uma teoria cognitivista que visa fornecer um quadro coerente e alguns princípios de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, nomeadamente daquelas que relevam das ciências e das técnicas (VERGNAUD²², 1996, p. 155).

A teoria foi elaborada a fim de explicar o processo de conceitualização progressiva das estruturas aditivas, das estruturas multiplicativas, das relações número-espço, da álgebra, sendo desenvolvida, assim, no âmago da Matemática. À vista disso, para ser aplicada ao Ensino de Ciências e ao de Física, são necessárias algumas adaptações.

Por intermédio da Teoria dos Campos Conceituais, é possível elencar os invariantes operatórios, conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, a partir de Situações propostas que podem ser englobadas em um conjunto de atividades elaboradas e avaliadas. No Ensino da Física, há uma variedade de conceitos e teoremas, de maneira que, ao se utilizar

20 VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, Jean (dir.). Didáctica das matemáticas. Trad. Maria José Figueiredo. Lisboa: INSTITUTO PIAGET, p. 155–191, 1996.

21 MOREIRA, M. A. A teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a pesquisa nesta área. Investigações em Ensino de Ciências. v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.

22 VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, Jean (dir.). Didáctica das matemáticas. Trad. Maria José Figueiredo. Lisboa: INSTITUTO PIAGET, p. 155–191, 1996.

esta teoria, pode-se facilitar o processo de conceitualização. Em termos mais práticos, Carvalho Jr. e Aguiar Jr. (2008)²³ utilizam a Teoria dos Campos Conceituais como um instrumento para planejar e analisar atividades de intervenção didática, especificamente, no estudo do campo conceitual da Física Térmica. Para isso, podem ser feitas as seguintes etapas: escolha de um conceito dentro de um campo conceitual da Física; conexão entre o conceito escolhido e as demais partes do campo conceitual; recorte de parte do campo conceitual, que se quer ensinar; inter-relações entre o conceito escolhido e os demais aspectos do campo conceitual. Na mesma vertente, Lameu (2014)²⁴ apresenta uma proposta voltada ao ensino do efeito fotoelétrico dentro do campo conceitual Dualidade Onda-partícula.

Entre outras abordagens, nesta obra, apresentamos algumas pesquisas, discussões que trazem consigo reflexões, perspectivas e algumas abordagens de como pode ser o ensino de Física no Brasil.

23 CARVALHO JR., G. D. de. AGUIAR JR., O. Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 25, n. 2, p. 207-227, 2008.

24 LAMEU, L. P. Efeito fotoelétrico no ensino fundamental: uma proposta à luz da teoria dos campos conceituais. 2014. 143 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2014.

CAPÍTULO 1



PROBLEMATIZAÇÃO SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE NOÇÕES DE HIDROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Joalisson Bahia Santana²⁵

Alice Assis²⁶

Lucas de Paulo Lameu²⁷

Laerte Silva da Fonseca²⁸

Considerações Iniciais: tendo em vista os momentos de crise hídrica enfrentados pela população brasileira em diversas regiões e considerando a importância de desenvolver um ensino de Física por meio de unidades temáticas, como propõe a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), este capítulo traz como objetivo apresentar uma proposta de ensino de conhecimentos da Física por meio de situação envolvendo o consumo de água. Nessa perspectiva, tem-se uma proposta de enfoque de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) baseada em princípios educacionais defendidos por Freire e na dinâmica didático-pedagógica dos Três Momentos Pedagógicos. Assim, busca-se refletir sobre o

25 Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA/UFS). Pós-Graduado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (IF-BAIANO). Licenciado em Matemática (UNEB). E-mail: joalissonbahia@hotmail.com.

26 Doutora em Educação para a Ciência (UNESP). Mestre em Educação para a Ciência (UNESP). Licenciada em Física (FEB). E-mail: alice.assis@unesp.br.

27 Doutor em Educação para a Ciência (UNESP). Mestre em Ensino de Ciências (UNIFEI). Licenciado em Física (UNIFEI). E-mail: lucas.lameu@educacao.mg.gov.br.

28 Livre Docente pela Emil Brunner World University® (EBWU, Miami, Flórida/EUA); Pós-Doutorado em Educación Lingüística y Literaria y de Didáctica de las CCEE y de la Matemática, Universidad de Barcelona/UB, Espanha; Pós-Doutorado em E-learning, Universidade Fernando de Pessoa/UFP, Porto/Portugal; Pós-Doutorado em Ciências Básicas e Ambientais, EEL da Universidade de São Paulo/USP; Pós-Doutorado em Psicologia e Neurociência Cognitiva (EBWU); Pós-Doutorado em Educação Matemática (UNIAN/SP) e Doutor em Educação Matemática (UNIAN/SP, UCB/Lyon 1-FR); Mestre em Educação (UFS); Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFS); Licenciado em Matemática (UFS); Bacharel em Psicologia (ESTÁCIO-SE); Neuropsicólogo (UNIFESP); Terapeuta Cognitivo-Comportamental (PUC-RS); Professor Titular de Educação Matemática do Instituto Federal de Sergipe. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: laerte.fonseca@ifs.edu.br

consumo de água por parte da população e pelas indústrias produtoras de bebidas, de modo a perceber como se dá o processo de medida desses consumos, para, posteriormente, se pensar em ações a um consumo responsável. Essa percepção irá direcionar os alunos para o estudo acerca dos conhecimentos físicos de vazão e densidade da água, mudança de estado, ciclo da água e equação da continuidade. Tais conhecimentos podem dar embasamentos aos educandos para refletirem, discutirem e inferirem sobre o consumo de água por parte da população e das empresas de bebidas, visando o desenvolvimento de resoluções para um consumo responsável, levando em consideração as influências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física na educação básica recebeu uma nova perspectiva por meio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como outras áreas do conhecimento escolar, especialmente, no Ensino Médio. Com as mudanças, a Física passou a integrar a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, juntamente com a Biologia e a Química. Além disso, os objetos do conhecimento que devem ser trabalhados passaram a ter um enfoque por meio de unidades temáticas: “Matéria e Energia” e “Vida, Terra e Cosmos”, buscando contextualizar os conhecimentos da área e ir além da mera aprendizagem de conteúdos conceituais (BRASIL, 2018).

Para que se tenha essa articulação por meio de temas, a BNCC, antes, defende a ocorrência de discussões acerca do papel da ciência e da tecnologia nas questões sociais e ambientais para o desenvolvimento de uma aprendizagem que valorize a aplicação dos conhecimentos escolares na vida dos cidadãos. Essa visão guarda uma relação com as propostas de ensino pautadas no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), uma vez que este leva em consideração as relações de influências entre essas áreas, para uma participação da população (NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006).

O enfoque surgiu por meio de reflexões acerca das ciências e das tecnologias, que levaram à percepção de que essas possuem suas influências sobre a sociedade, ganhando espaços de discussões em campos investigativos, políticos e educacionais (GARCÍA; CEREZO; LÓPEZ, 2000). Todas essas

discussões envolvem os indivíduos que compõem a sociedade, os quais precisam ter conhecimentos delas, de modo a entender seus riscos e benefícios para o planeta e as mudanças que podem vir a gerar (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Trazendo essas discussões para a sala de aula, especificamente nas aulas de Física, os alunos podem ter o desenvolvimento de conhecimentos para as tomadas de decisões para o bem comum da sociedade, considerando as relações com a ciência e com a tecnologia. Todavia, é importante que os temas não sejam meramente impostos ou pertençam a outra realidade, entretanto sejam percebidos com base na cultura e no contexto em que a comunidade escolar está inserida. Assim, pode-se incluir uma abordagem com temas problematizadores, que venham a envolver os alunos nas discussões sob uma configuração dialógica, para análise das situações e tomada de decisões sobre elas, como propõe Freire (2009, apud ROCHA *et al*, 2013).

Essa perspectiva de problematização para o ensino pode ser fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP), propostos por Delizoicov e Angotti (1992), como uma dinâmica didático-pedagógica que envolve a problematização inicial de uma situação, a organização do conhecimento de maneira sistematizada para se abordar a situação e a aplicação do conhecimento para agir sobre ela. Essa dinâmica também se baseia em Freire, ao propor uma abordagem problematizadora e dialógica durante os momentos.

Levando em consideração os assuntos que podem ser abordados em aula de Física, pode-se destacar o consumo de água, uma vez que várias regiões do Brasil enfrentam, periodicamente, crises hídricas – com escassez de água, rodízios no abastecimento em algumas cidades, diminuição do nível de água em rios e represas que abastecem a população, os animais e a vegetação, casos de seca, entre outras situações.

Tais fatores tornam essa temática necessária e pertinente, porquanto o consumo consciente e a preservação de água devem abranger toda a sociedade, envolvendo a comunidade escolar. Dessa forma, propõe-se, neste trabalho, uma abordagem que viabilize a conscientização dos alunos para que assumam uma postura responsável relativa ao consumo de água.

Assim, neste capítulo, é apresentada uma proposta de ensino considerando as relações entre ciência, tecnologia e sociedade por meio da dinâmi-

ca didático-pedagógica dos 3MP sobre o tema do consumo de água, numa perspectiva problematizadora e dialógica, visando o trabalho com noções da Física para o tratamento das situações que envolvem o consumo de água e para o levantamento de possíveis ações sociais a serem realizadas.

A proposta apresentada pode ser utilizada para abordar conceitos de física associados à hidrostática, a saber: vazão, densidade da água, empuxo, mudança de estado, ciclo da água, equação da continuidade. Os conceitos de vazão e ciclo da água podem ser fundamentais para as discussões sobre a temática do consumo de água, tendo em vista, inclusive, a sua preservação.

Com a noção de vazão, pode-se ter uma percepção da quantidade de água que é utilizada para o abastecimento da população e para a utilização nas indústrias, o que pode propiciar o levantamento de sugestões que viabilizem atitudes práticas por parte da população. E, com a noção do ciclo da água, é possível entender como ocorre o processo de recuperação dos reservatórios naturais, considerando ações humanas que podem ser tomadas para a sua preservação e extração de água consciente.

ENFOQUE CTS NUMA PERSPECTIVA FREIREANA AO TRABALHAR COM TEMAS SOCIAIS EM SALA DE AULA

A vivência humana é marcada e influenciada pelos progressos e descobertas tecnológicas e científicas que, por sua vez, acabam provocando mudanças econômicas, políticas e sociais. Refletir sobre essas questões permite aos alunos perceberem os benefícios ou riscos para a humanidade e o planeta de modo geral, além de entender o nível das mudanças (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Assim, é preciso perceber a relação entre ciência e tecnologia como via de mão dupla, em que tanto o conhecimento científico proporciona desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias quanto as tecnologias propiciam descobertas e aprofundamentos na ciência, de modo que ambas possuem uma relação direta com a sociedade, relação essa que é promotora de eventuais alterações, sejam boas ou ruins, necessárias ou não. Ou seja, tem-se uma caracterização das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, que é contrá-

ria à imagem tradicional de ciência e de tecnologia como neutras, obedientes a uma lógica interna e livres de valores externos, mas que ambas carregam, sim, fatores sociais (NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006).

García, Cerezo e López (2000) afirmam que reflexões feitas acerca da ciência e da tecnologia se desenvolveram de forma aprofundada, promovendo a percepção de que essas exercem influência sobre a sociedade, o que levou ao surgimento do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), que vem se destacando e ganhando força desde os anos 70 como uma abordagem na educação. O enfoque busca articular os conhecimentos científicos ao emprego das tecnologias e os impactos que esse pode ter sobre a sociedade.

Tais estudos propiciaram o desenvolvimento de discussões sobre a articulação dessas áreas em diversas direções, a saber: no campo das investigações, como alternativa para a reflexão acadêmica tradicional; no campo da educação, gerando-se uma nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade com programas interdisciplinares em diversos níveis da educação; no campo da política, defendendo-se a participação pública na gestão e com a criação de recursos de tomada de decisão de políticas relacionadas a esses recursos (GARCÍA; CERZO; LÓPEZ, 2000).

Nascimento e Linsingen (2006) acrescentam que o enfoque CTS baseia-se em três premissas: 1. Os fatores epistêmicos, culturais, econômicos e políticos dão forma ao processo de desenvolvimento científico e tecnológico; 2. A mudança científico-tecnológica como assunto público de primeira ordem, haja vista que podem moldar as formas de viver e de se organizar; 3. Todos os indivíduos têm compromisso democrático básico para arcar conjuntamente.

Portanto, tem-se a influência dos fatores sociais no desenvolvimento das ciências e das tecnologias, ao mesmo tempo em que as mudanças científicas e tecnológicas provocam modificações na sociedade. Por isso, há a necessidade de uma participação pública nas questões que envolvam essas áreas. Levando em consideração a tomada de atitudes práticas da população nessa participação, é importante que se tenham conhecimentos suficientes para analisar e tomar as melhores decisões possíveis. Considerando essa preparação por meio do contexto da educação escolar, especificamente no Ensino Médio, tem-se que:

O objetivo central da educação de CTS no ensino médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxi-

liando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 5).

Destaca-se também que o enfoque CTS, na perspectiva do ambiente educacional, traz a proposta do uso de temas sociais envolvendo ciência e tecnologia, o que permite uma aproximação com princípios apontados por Paulo Freire. Nesse contexto, Santos e Mortimer (2000) afirmam que essa articulação pode resultar na compreensão de que, para participar de forma democrática na tomada das decisões sociais, tem-se a necessidade de considerar que a educação venha a promover uma superação sobre a “cultura do silêncio”, levando os indivíduos a buscarem “ser mais” (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009). Assim, pode-se ter uma leitura crítica do mundo tendo em vista um engajamento para a sua transformação.

Dessa forma, é possível ter uma exploração educacional por meio de temas que venham a suscitar discussões em sala, pois tanto o enfoque CTS quanto a perspectiva freireana buscam romper com a fragmentação disciplinar e propor um estudo interdisciplinar por meio de temas sociais, permitindo que diferentes áreas do conhecimento sejam articuladas entre si e com a realidade, podendo propiciar a utilização dos conhecimentos construídos para enfrentar os problemas vividos pela comunidade escolar.

Assim, pode-se destacar a importância da utilização de temas sociais como geradores das discussões e estudos em sala de aula, pois consideram a perspectiva de uma abordagem educacional problematizadora, que venha a promover uma aprendizagem que vá ao encontro dos conhecimentos prévios dos alunos e à realidade/localidade que estão inseridos. Tais informações, ao serem problematizadas, poderão permitir o desenvolvimento de debates em nível de conhecimento científico, abordando também a relação da ciência e da tecnologia com a sociedade que estão inseridos.

Desse modo, a proposta de temas geradores pode ser o canal de promoção dessas discussões, para o desenvolvimento de uma cidadania crítica e que reconheça também a importância dos conhecimentos científicos que venham a ser aplicados no seu cotidiano, para a compreensão da realidade e intervenção de forma ativa na sociedade.

PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

A problematização faz parte do processo de aprendizagem escolar, uma vez que, por meio da sua resolução, os alunos podem vir a construir e aplicar conhecimentos. É também parte importante do trabalho de planejamento docente, pois, ao traçar um problema, deve-se considerar o quanto ele é capaz de impactar e contribuir para o aprendizado dos alunos, ou seja, o quanto ele pode permitir que os alunos explorem os conceitos científicos trabalhados.

Delizoicov (2001) destaca que, para Kuhn (1975), problemas e problematizações podem explorar a contextualização dos conteúdos e noções a serem estudadas, permitindo que os alunos se apropriem do conhecimento enquanto se dedicam à resolução do problema proposto.

Vale salientar que, segundo Delizoicov (2001), a problematização não se limita a uma utilização tradicional de atividades de resolução de problemas, porém pode envolver uma ressignificação dos conceitos que se quer trabalhar. Nessa perspectiva, o autor se apoia em Bachelard (1977) para acrescentar que as propostas feitas venham a problematizar os conhecimentos já construídos pelos alunos e os que venham a ser apreendidos também pelo professor e, assim, tragam uma problematização que permita confrontar os conceitos prévios dos alunos e o conhecimento científico.

Nesse sentido, a problematização vai envolver a utilização de um problema para introduzir um novo conhecimento, sem o qual não se pode chegar à solução. Também é importante que o professor levante os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de perceber suas limitações e promover uma problematização a partir de suas colocações, o que poderá implicar no desenvolvimento de um novo conhecimento de modo a torná-lo significativo. Em conformidade com essa proposta de problematização, tem-se um destaque para a dinâmica didático-pedagógica dos Três Momentos Pedagógicos - 3MP (DELIZOICOV; ANGOTTI; 1992).

Essa dinâmica é constituída pela Problematização Inicial, pela Organização do Conhecimento e pela Aplicação do Conhecimento. A Problematização Inicial envolve a apresentação de situações e questões para a discussão dos alunos, de modo a problematizar a temática que vai ser re-

lacionada com situações reais que os alunos presenciem ou conheçam. Essa discussão poderá permitir que os conhecimentos prévios dos alunos sejam identificados, bem como que eles sintam a necessidade de adquirir outros conhecimentos.

Na Organização do Conhecimento, tem-se um estudo de forma sistematizada da noção do conhecimento que será utilizada para interpretar o tema proposto na problematização inicial, de modo que esse venha a ser aprendido pelos alunos pela interpretação do fenômeno estudado. Já, na Aplicação do Conhecimento, o aluno poderá utilizar o conhecimento que foi sistematizado e construído na etapa anterior para resolver o problema inicial, bem como outros que não sejam semelhantes ao inicial, mas que estejam relacionados com a noção estudada.

Muenchem e Delizoicov (2012) salientam que a prática dos 3MP é fundamentada na problematização e dialogicidade defendidas por Freire (1987). Este desenvolveu um método de alfabetização para 300 cortadores de cana em 45 dias por meio de uma prática de diálogos em grupos sociais, numa perspectiva educacional problematizadora e libertadora (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). Isso porque Freire defendeu que a educação tem de proporcionar que o indivíduo deixe de ser um objeto de uso da sociedade que o oprime, tornando-se sujeito da sua própria história (ROCHA *et al.*, 2013).

Para isso, deve-se considerar o contexto social vivenciado pelos alunos, pois eles têm uma bagagem cultural que deve ser valorizada, trazendo à tona temas que sejam problematizadores, que possam gerar discussões, visando sua análise e a tomada de decisões para agir sobre as situações discutidas (ROCHA *et al.*, 2013). Essa dinâmica de discussão, entre educador e educando, deve ser uma troca de informações de forma democrática, libertadora e conscientizada e, conseqüentemente, dialógica, sendo instrumento de aproximação entre educador, educando e objeto do conhecimento (FEITOSA, 1999).

As discussões podem proporcionar aos indivíduos a possibilidade de passarem por um processo de “promoção” de uma consciência ingênua, dotada de senso comum, para uma consciência crítica, composta por um pensamento crítico superior (ROCHA *et al.*, 2013). Assim, o indivíduo poderá desenvolver a sua autonomia para tomar decisões por conta própria, bem como refletir e criticar a sociedade em que está inserido, configurando, dessa forma, uma educação libertadora.

Considerando uma perspectiva freireana em uma prática dos 3MP, pode-se ter um ensino de Física que leve em consideração o contexto da comunidade na qual a escola está inserida. Nessa, o professor poderá fazer uma pesquisa prévia dos temas que podem ser problematizadores, para um enfoque dos conhecimentos escolares que se quer construir. Assim, pode-se utilizar um tema gerador para levantar discussões entre os alunos, de modo a promover as suas concepções ingênuas para um *status* de concepções críticas, visando a crítica sobre a realidade. Destaca-se que:

[...] é necessário ficar alerta quanto a um uso que reduz os 3MP a uma estratégia didática apenas, que estaticamente organiza as aulas de modo que o primeiro momento seja um simples pretexto e justificativa para se introduzir, no segundo, determinada conceituação científica e, no terceiro, a solução de exercícios e problemas. Conforme o resgate histórico-epistemológico apresentado, trata-se de uma prática didático-pedagógica que, tendo como fundamentos a dialogicidade e a problematização, conforme consideradas por Freire (1987), possibilita a presença constante e sistematizada de elementos de situações significativas oriundas do local em que vive a população que envolvem contradições, para que sejam sistemáticas as problematizações das compreensões dos alunos sobre elas, obtidas através das suas “falas” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2012, p. 14).

Dessa forma, mediante à dialogicidade e à problematização, é possível proporcionar que os alunos desenvolvam uma aprendizagem crítica e autônoma, utilizando os conceitos físicos para interpretar as situações da sua realidade e criticá-las.

Deve-se considerar, também, que nem todas as noções da Física poderão vir a ser exploradas, tendo como ponto de partida a realidade dos alunos, contudo podem ser abordadas por meio do diálogo entre educador e educando; ser associadas a temas sociais para o desenvolvimento do pensamento crítico do aluno.

O ensino de Física, por sua vez, apresenta a perspectiva de abordar noções e leis sobre os fenômenos que ocorrem na natureza, bem como sobre o estudo dos mais diversos materiais e forças, envolvendo práticas de observação e experimentação. Os estudos envolvendo conhecimentos da Física, no contexto escolar, podem permitir que os professores apresentem para os seus alunos atividades sobre os mais diversos fenômenos, acerca dos quais eles

podem levantar hipóteses sobre suas ocorrências, além de analisar como o fenômeno pode ocorrer, quais variáveis podem influenciar, e como as noções da Física podem estar presentes no estudo daquele fenômeno.

Sendo assim, o ensino de Física contém sua importância e seu potencial para a aprendizagem escolar na formação do cidadão e nas relações com a natureza por permitir os estudos dos fenômenos naturais e todas as propriedades que os envolvem, levando em consideração que os alunos, e os cidadãos, de modo geral, podem se deparar com situações reais em que os conhecimentos físicos permitem que se tenha uma compreensão sobre elas, contribuindo para a reflexão sobre eventuais ações a serem executadas.

Ponderando a temática deste capítulo sobre o consumo de água, destacam-se conhecimentos da física que podem explicar as relações de preservação das reservas naturais de água e do abastecimento da população e das indústrias. Situações envolvendo os mecanismos de extração de água e recuperação das reservas naturais requerem a abordagem de conhecimentos sobre a hidrostática, que permitam perceber como e em que medida ocorrem a extração e o abastecimento de água.

METODOLOGIA

Esta é uma proposta de abordagem para aula de Física no Ensino Médio que, segundo a BNCC (BRASIL, 2018), integra a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Busca-se trabalhar com a unidade temática Vida, Terra e Cosmos, que engloba as características de vida e sobrevivência dos seres humanos, sendo, ao decorrer, abordada por meio do tema sobre o consumo de água.

De tal modo, a proposta aqui apresentada é relativa ao consumo de água, destacando-se que o professor poderá selecionar a quantidade de vídeos e artigos a serem utilizados, conforme os objetivos que queira alcançar com as discussões e com a temática, bem como os objetos do conhecimento que pretende focar e desenvolver de forma interdisciplinar. Por isso, não se estabelece aqui uma quantidade de horas/aulas a serem utilizadas.

A temática sobre água surge das preocupações acerca da crise hídrica

enfrentada por diversas regiões do Brasil que sofrem com a falta de água, atingindo a vida dos animais, da vegetação e da população, trazendo reflexos sobre as atividades econômicas, uma vez que esse recurso natural é essencial em diversas profissões e nas indústrias, com um destaque para as produtoras de bebidas.

Nessa perspectiva, pode-se ter o desenvolvimento de uma aula com o Tema Gerador: “Água é vida, precisamos cuidar. Água é dinheiro, precisamos investir”. Com essa proposta, busca-se discutir acerca da crise hídrica no Brasil, a importância da água e do cuidado com esse recurso, tendo em vista o seu consumo pela população e pelas empresas de bebidas. Para isso, serão utilizados como exemplos alguns locais onde se encontram indústrias de produção de bebidas, com seus respectivos locais de coleta de água, podendo ser aquíferos e rios.

Esta proposta, inicialmente, apresenta-se como um trabalho para aulas de física podendo abordar: vazão, densidade da água, empuxo, mudança de estado, ciclo da água, equação da continuidade. Todavia, também pode apresentar um caráter interdisciplinar com outras áreas, a saber: geografia, com o estudo dos aquíferos e da formação dos rios; biologia, com o clima que atua na recomposição da água dos reservatórios subterrâneos e dos rios; química, com o pH da água e substâncias químicas para o seu tratamento; matemática, por meio de operações aritméticas, gráficos, estatística, funções, potenciação e notação científica.

Sugerimos que a proposta seja aplicada de acordo com o enfoque CTS por envolver a ciência e a tecnologia nos processos atrelados à captação de água e aos seus estudos associados, bem como todos os conhecimentos e instrumentos que podem ser empregados nesses processos – incluindo a sociedade, por envolver os impactos do consumo de água e a participação da população nas tomadas de atitudes práticas. A partir disso, pode-se utilizar a presente proposta mediante os Três Momentos Pedagógicos, conforme apresentado a seguir.

Problematização Inicial: nesta etapa, podem ser apresentados cinco vídeos²⁹ com reportagens que trazem informações sobre a crise hídrica no Brasil, o rodízio no abastecimento e a falta de água para a população.

Em seguida, sugere-se que sejam exibidas notícias de artigos sobre o consumo de água e a produção de bebidas por parte das empresas de bebidas no Brasil, que envolvam: o crescimento industrial brasileiro como um dos maiores produtores de bebidas do mundo, seus investimentos econômicos, produção, consumo e rentabilidade (CERVIERI JUNIOR, 2017); consumo e tratamento de água em indústrias de Uberlândia – MG (MARIANO; NASCIMENTO, 2018); uso de águas subterrâneas por indústrias de bebidas no Pará (CAVALCANTI; MACHADO; LIMA, 2010, 2013); redução do consumo de água em indústria de bebidas de Jaguariúna – SP (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2003); instalação de empresas de bebidas em Alagoinhas – BA (INSTITUTO DOS AUDITORES FISCAIS DO ESTADO DA BAHIA, 2012).

É importante utilizar essas informações para problematizar e promover discussões entre os alunos, com possíveis questionamentos e apontamentos, entre eles: por meio de qual unidade é medido o consumo de água? O rodízio no abastecimento pode conscientizar a população sobre a necessidade de diminuição do consumo? Em virtude do rodízio, a população pode acabar recolhendo mais água do que deveria, ao fazer armazenamento excessivo de água, o que pode gerar o seu desperdício? O consumo de água nas empresas de bebidas pode interferir na distribuição de água para a população? Comparando o consumo da população com o das empresas de bebidas, qual é maior e qual deve ser prioritário? A água utilizada pelas indústrias poderia ser revertida para a população, considerando a crise hídrica? Existem medidas de controle/diminuição de consumo nas empresas em momentos de crise hídrica?

29 JORNAL HOJE, (2021). 1 vídeo (4 min). Publicado pelo site Globoplay. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/10007305/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

JORNAL HOJE, (2021). 1 vídeo (4 min). Publicado pelo site Globo.com. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/11/04/apesar-de-chuvas-acima-da-media-reservatorios>

JORNAL HOJE, (2021). 1 vídeo (3 min). Publicado pelo site Globoplay. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/10007310/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

TEM NOTÍCIAS, (2021). 1 vídeo (4 min). Publicado pelo site Globoplay. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/10033140/>. Acesso em: 12 nov. 2021.

TEM NOTÍCIAS, (2021). 1 vídeo (5 min). Publicado pelo site Globoplay. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/10033135/?s=0s>. Acesso em: 12 nov. 2021.

Organização do Conhecimento: após levantar esses questionamentos e desenvolver as discussões com e entre os alunos, será possível focar nos conhecimentos para tratar do problema, medindo-se o consumo de água por parte da população e das indústrias de bebidas. Com isso, o professor pode propor que os alunos façam um estudo sistematizado sobre hidrodinâmica, abordando vazão e equação da continuidade, densidade e ciclo da água, além da mudança de estado.

Ao fazerem esses estudos, os alunos poderão ter uma base de conhecimento para discutir e apontar atitudes práticas e sugestões sobre o consumo de água. Para aprofundar informações sobre isso, podem ser utilizados artigos que trazem um panorama sobre o consumo de água por empresas e a capacidade de recuperação de água por parte dos aquíferos e dos rios, da qualidade da água, da sua vazão pelos poços, dentre outras (CAVALCANTI; MACHADO; LIMA, 2010, 2013; COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2013; MARIANO; NASCIMENTO, 2018; NASCIMENTO et al, 2006). Podem utilizar também outros artigos apresentados em congressos e publicados em revistas que abordem essa temática.

Será possível, ainda, buscar informações em relação ao consumo de água nos sites das empresas de abastecimento de água das cidades, bem como informações sobre o seu consumo, o tratamento de efluentes, o reaproveitamento de água e os dados da produção de bebidas nos sites das empresas.

Aplicação do Conhecimento: nessa etapa, os alunos poderão recorrer às informações levantadas para discutir e argumentar sobre o problema da crise hídrica e o consumo de água. Pode ser proposto que eles apontem possíveis ações a serem realizadas visando melhores condições para o abastecimento de água para a população, o que deve ser feito em momentos de rodízio no abastecimento e como realizar um consumo consciente.

As informações presentes nas notícias, nos artigos e em eventuais pesquisas a serem feitas pelos alunos podem permitir que eles tragam resultados sobre como as empresas trabalham com a diminuição do consumo de água, bem como o tratamento feito com os efluentes.

Podem traçar, além disso, medidas a serem utilizadas para a fiscalização das empresas, o cuidado com a recuperação dos aquíferos e dos rios, discorrendo acerca dos impactos decorrentes da exploração descontrolada, fazendo

com que os aquíferos fiquem mais profundos e o nível dos rios fiquem mais baixos e, conseqüentemente, tornando a captação de água mais cara. Quais reflexos já trazem e podem ainda trazer para o país e sua população?

É importante destacar a relevância da proposta por tratar do tema do consumo de água, que é um recurso essencial para a vida, de modo geral, e, ainda, pelo fato de certas regiões do Brasil enfrentarem momentos de crise hídrica. Igualmente, ao trazer essa temática para discussões em sala de aula, pode-se desenvolver a conscientização por parte dos alunos e também da população, viabilizando a tomada de atitudes práticas e sugestões para um consumo responsável e para a preservação dos reservatórios naturais de água.

Com esse foco, os professores de física podem desenvolver aulas com essa temática, para abordar noções da hidrostática, bem como desenvolver projetos escolares que envolvam professores de outras áreas do conhecimento e a comunidade escolar, visando um processo mais amplo para a conscientização e a tomada de atitudes práticas. Essas podem envolver, diretamente, o consumo de água dentro da escola, nas casas dos alunos e dos profissionais que trabalham no ambiente escolar, assim como outros locais que venham a ser englobados pela proposta pedagógica que se queira desenvolver.

DISCUSSÕES ACERCA DA PROPOSTA EM QUESTÃO

Nesta seção, é apresentada uma proposta baseada no enfoque CTS para ser aplicada de acordo com a dinâmica didático-pedagógica dos 3MP e a perspectiva freireana de educação.

É importante, inicialmente, abordar o tema gerador que é designado como “Água é vida, precisamos cuidar. Água é dinheiro, precisamos investir”. Este foi sugerido para problematizar a importância do uso consciente da água, por ser tão essencial para a vida no planeta e, ao mesmo tempo, ser material indispensável para a indústria, em especial, a indústria de produção de bebidas. Um tema que vai ao encontro da realidade de diversas comunidades escolares no Brasil, por ser um recurso para a vida, que requer a reflexão e o cuidado relativos ao seu consumo, ainda mais por ser um país em que diversas regiões enfrentam crises hídricas.

Dessa forma, o tema gerador propõe que os alunos venham a refletir sobre a importância da água para cada um deles, como esse recurso é utilizado nas suas casas e na sua cidade e como as empresas veem esse recurso como fonte de econômica e onde se deve investir na extração. Evidencia-se, também, que esse tema está inserido na unidade temática Vida, Terra e Cosmos proposta na BNCC (BRASIL, 2018) - Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, por meio do foco em características para a sobrevivência dos indivíduos para, então, abordar os conteúdos de Física.

Ao estabelecer esse tema gerador, dá-se início à dinâmica didático-pedagógica dos 3MP com a Problematização Inicial. Nesse momento, pode-se apresentar os vídeos (links na nota de rodapé anterior e nas referências), que abordam a crise hídrica no Pantanal, o baixo nível de água no sistema Cantareira, a falta de água e o rodízio no abastecimento para a população. O professor pode, ainda, buscar vídeos que sejam do próprio local da comunidade escolar, caso haja, podendo envolver mais os alunos por abarcarem sua realidade. Os vídeos podem servir para despertar e conscientizar os alunos, de modo a promover um engajamento na causa da preservação da água.

Nesse primeiro momento, envolve-se, também, a apresentação de informações de indústrias de produção de bebidas, que fazem a extração de água nos aquíferos e rios. Além disso, é possível abordar outros tipos de indústrias, mas a de produção de bebidas foi escolhida por utilizar a água como principal recurso e por terem um consumo considerável. Para a obtenção de informações sobre algumas empresas de bebidas, podem ser utilizados alguns artigos acadêmicos e notícias de órgãos que regulam seu funcionamento (CAVALCANTI; MACHADO; LIMA, 2010, 2013; CERVIERI JUNIOR, 2017; COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2003; INSTITUTO DOS AUDITORES FISCAIS DO ESTADO DA BAHIA, 2012; MARIANO; NASCIMENTO, 2018).

Em seguida, o professor pode trazer os questionamentos para levantar as discussões por parte dos alunos, levando-os a entender como é medido o consumo e/ou captação de água, processos anteriormente apresentados pelo questionamento: “Por meio de que unidade ou modelo é medido o consumo de água?”

Essa questão é, justamente, tem por objetivo direcionar os alunos para

que procurem compreender a relação da equação de vazão, no segundo momento pedagógico. Os questionamentos da Problemática Inicial também podem instigar e motivar os alunos para a compreensão de como funciona a medição do consumo de água, para inferir sobre o consumo responsável e a tomada de atitudes práticas.

No segundo momento, com a Organização do Conhecimento, o professor poderá propor o estudo sistematizado dos conhecimentos de Física para tratar da situação da problematização inicial. Destaca-se, aqui, a importância de que se busque desenvolver uma abordagem baseada no diálogo entre educador-educandos-conhecimentos, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos para tratar das situações, mesmo que sejam uma “consciência ingênua” de senso comum visando sua “promoção” para uma “consciência crítica” para o desenvolvimento de um pensamento autônomo e libertador, como proposto por Freire (2009, apud ROCHA *et al*, 2013).

Nessa abordagem, é importante que o professor leve os alunos a focarem na construção do conhecimento acerca da equação de vazão, percebendo-a como a razão entre volume de líquido em uma seção por um intervalo de tempo, podendo abordar a equação da continuidade. Agora, explorando a equação da continuidade, os alunos podem identificar o que acontece com um fluido que se desloca em uma tubulação de diâmetro variável, de modo que, quando o diâmetro diminui, a velocidade de deslocamento do líquido aumenta. E, quando o diâmetro aumenta, a velocidade do líquido diminui.

Esses conhecimentos são capazes de oferecer uma bagagem para os alunos terem contatos com as informações sobre a vazão e o consumo de água nas indústrias produtoras de bebidas, nos poços e nas barragens que abastecem a população, assim como a respeito da capacidade de recuperação dos reservatórios naturais de água, que podem ser encontrados nos artigos (CAVALCANTI; MACHADO; LIMA, 2010, 2013; COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2013; MARIANO; NASCIMENTO, 2018; NASCIMENTO *et al*, 2006).

Por estar trabalhando com o tema da água, pode-se abordar, ainda, as noções de densidade, como a relação entre a massa de um material e o seu volume, e de empuxo. O conceito de empuxo pode ser abordado por meio da discussão do porquê de os materiais afundam ou flutuam na água, lembrando

que o empuxo depende, diretamente, da densidade do líquido e do volume de líquido deslocado.

Pode-se focar, igualmente, no ciclo da água e na mudança de estado físico, abordando-se os estados líquido, gasoso e sólido da água, o que permitirá perceber que esses se diferem devido à organização das suas partículas, por estarem mais juntas ou separadas. As mudanças entre esses estados resultam de fenômenos como a fusão, a vaporização, a solidificação, a liquefação ou a condensação e a sublimação, que vão depender da sua temperatura e pressão. O ciclo da água e as mudanças de estados podem ser retratados com as mudanças climáticas, que permitirão a recuperação dos reservatórios naturais.

Em seguida, ao trabalhar os conhecimentos físicos e analisar as situações de extração e consumo de água, o aluno será capaz de passar para o terceiro momento pedagógico e aplicar o conhecimento construído para tomar atitudes práticas e sugestões no que concerne ao consumo responsável.

É importante destacar que todos os conhecimentos físicos até agora citados podem ser trabalhados nessa proposta, mas, especificamente, as noções de vazão e ciclo da água vão permitir que os alunos atuem na tomada de atitudes práticas ou sugestões para um consumo de água responsável. O conhecimento sobre vazão consentirá que os alunos percebam qual o nível de extração de água nos reservatórios naturais, a quantidade utilizada nas indústrias e a destinada ao abastecimento da população. Quanto aos conhecimentos sobre o ciclo da água, estes podem levar os alunos a perceber como ocorre o processo de recuperação da água das reservas naturais e o quanto as ações humanas podem impactar no processo.

Assim, é possível refletir e inferir sobre medidas e atitudes práticas a serem empregadas para a diminuição no desperdício de água, nas indústrias e nas casas, com a elaboração e sugestão de medidas de fiscalização e redução de consumo em períodos de crise hídrica, possíveis ações ambientais que facilitem o processo de recuperação do nível dos reservatórios naturais, entendendo, até mesmo, que seu baixo nível vai influenciar em um maior valor cobrado pelo serviço de captação.

Todas essas discussões e inferências, ao envolverem a perspectiva freireana, prezam pelo desenvolvimento de uma educação problematizadora por meio do tema gerador, que é de importância nacional e mundial. Tem-se uma

perspectiva dialógica por considerar o desenvolvimento de um ambiente de diálogos democráticos entre educador-educando, entre educandos e educador-educando-conhecimento, considerando os conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo acerca das situações em questão.

O diálogo e a problematização vêm com o potencial de promover a consciência crítica, por meio da educação libertadora em um mundo em que:

Torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive. É necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno e consiga perceber que, muitas vezes, certas atitudes não atendem à maioria, mas, sim, aos interesses dominantes (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 2).

Nessa perspectiva, esta proposta caracteriza-se como um enfoque CTS, por considerar os conhecimentos das ciências e das tecnologias para abordar a captação e distribuição de água, a renovação de reservatórios naturais e o tratamento e uso da água por parte das indústrias, das empresas de distribuição e da população e como tudo isso pode impactar em transformações na sociedade, influenciando no surgimento ou não de novas crises hídricas, no aumento de custo da distribuição da água para a população e na eventual escassez em algumas cidades. Todas as inferências podem suscitar as discussões em sala de aula para que os educandos venham influenciar sua comunidade para a tomada de atitudes práticas para o bem comum da sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste capítulo foi apresentar uma proposta de ensino de conhecimentos da Física por meio de situações envolvendo o consumo de água, tendo como tema “Água é vida, precisamos cuidar. Água é dinheiro, precisamos investir”. Tal proposta foi desenvolvida com base no enfoque CTS aliado a uma perspectiva freireana, para ser aplicada por meio dos 3MP.

Destaca-se que essa temática está presente na BNCC para o ensino de Física, na unidade temática Vida, Terra e Cosmos, ao apontar a água como

fundamental para a sobrevivência dos seres vivos. Utilizando o tema gerador sobre o consumo de água, é possível que o professor proponha o estudo de conteúdos da Física, sendo eles: vazão e densidade da água, mudança de estado, ciclo da água, equação da continuidade, para o tratamento de situações do cotidiano dos alunos. Sendo Assim, esta proposta pode trazer suas contribuições para a formação esperada pelo ensino de Física na BNCC, permitindo até um trabalho interdisciplinar com outras áreas do conhecimento, como a Geografia, a Biologia, a Química e a Matemática.

Evidencia-se a pertinência da presente proposta por se pautar no enfoque CTS, buscando valorizar a importância da reflexão sobre as relações das ciências e das tecnologias, com a captação, recuperação e distribuição de água, e suas influências sobre a sociedade. As reflexões podem levar os alunos a inferirem medidas para um consumo responsável e para o bem comum, compreendendo, também, os riscos e os benefícios que o consumo das empresas de bebida e da população pode trazer para a sociedade.

O uso do enfoque CTS, por meio da dinâmica didático-pedagógico dos 3MP, propicia a problematização de uma situação pertinente para a comunidade escolar, que corresponde ao cuidado com o consumo da água diante de momentos de crise hídrica, ao aprofundamento dos conhecimentos físicos para abordar essa situação e à aplicação do conhecimento para a elaboração de ações a serem realizadas pela comunidade de modo geral. Tendo nisso uma perspectiva problematizadora, dialógica e libertadora, como propõe Freire, será possível promover o desenvolvimento de uma educação que torne os indivíduos sujeitos de suas próprias escolhas e capazes de pensar e de agir, criticamente, na sociedade.

Todavia, vale destacar que esta proposta requer um engajamento dos alunos e da comunidade escolar relativo à proposta do consumo consciente de água pela população e pelas indústrias. Se essa conscientização não ocorrer na realidade da escola em que se busque desenvolver a proposta, poder-se-á ter uma comoção e um engajamento menor do que o esperado, o que refletirá, inclusive, nas eventuais atitudes práticas a serem tomadas. Ou seja, nem todos os envolvidos no projeto adotarão providências de preservação e de consumo consciente da água. É importante ressaltar que, para um maior envolvimento dos alunos, é primordial que se tenha o caráter dialógico em sala de aula.

Além disso, como são apresentados bastantes materiais de consulta sobre o consumo de água, como artigos e vídeos, e diversas noções da Física, será necessário o planejamento docente para estabelecer o que será utilizado, considerando que aplicar toda a proposta vai requerer copioso tempo, adequação à realidade escolar e envolvimento de questões que podem não ser o foco do trabalho com os alunos.

REFERÊNCIAS

AULER, Décio; DALMOLIN, Antonio Marcos Teixeira; FENALTI, Veridiana dos Santos. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Versão final. Brasília, DF, 2018.

CAVALCANTE, Luciana Miranda; MACHADO, Luíza Carla Girad Teixeira; LIMA, Aline Maria Meiguins de. O uso da água subterrânea pelo setor industrial de bebida: perfil no estado do Pará. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 16.; Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 17., 2010, São Luiz. **Anais [...]**. São Luiz: Águas Subterrâneas, 2010.

CAVALCANTE, Luciana Miranda; MACHADO, Luíza Carla Girad Teixeira; LIMA, Aline Maria Meiguins de. Avaliação do desempenho ambiental e racionalização do consumo de água no segmento industrial de produção de bebidas. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 3, p. 191-202, 2013.

CERVIERI JUNIOR, Osmar. Panoramas setoriais 2030: bebidas. 2017. In: BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Panoramas setoriais 2030: desafios e oportunidades para o Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: BNDES, 2017. p. 69-78.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Redução do consumo de água na indústria de bebidas**. São Paulo, 24 de out. de 2003. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2015/01/caso24.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 125-150.

FEITOSA, Sonia Couto Souza. **Método Paulo Freire-Princípios e Práticas de uma Concepção Popular de Educação**. 1999. 156 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

GARCÍA, Marta Isabel González; CERESO, José Antonio López; LÓPEZ, José Luiz Luján.

Ciencia, tecnologia y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos, 2000.

INSTITUTO DOS AUDITORES FISCAIS DO ESTADO DA BAHIA. **Diamante líquido baiano**. Salvador, 8 de out. de 2012. Disponível em <https://iaf.jusbrasil.com.br/noticias/100153876/diamante-liquido-baiano>. Acesso em: 21 out. 2021.

JORNAL HOJE, (2021). 1 vídeo (4 min). Publicado pelo site Globoplay. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/10007305/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

JORNAL HOJE, (2021). 1 vídeo (4 min). Publicado pelo site Globo.com. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/11/04/apesar-de-chuvas-acima-da-media-reservatorios-de-sp-estao-9-pontos-percentuais-abaixo-do-nivel-pre-crise-hidrica-de-2013.ghtml>. Acesso em: 10 nov. 2021.

JORNAL HOJE, (2021). 1 vídeo (3 min). Publicado pelo site Globoplay. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/10007310/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

MARIANO, Ludmilla Maria; NASCIMENTO, Marcely Ferreira. Água e seu tratamento nas indústrias de bebidas de uberlândia. In: Simpósio de Pós-Graduação, 5., 2018, Uberaba. **Anais** [...]. Uberaba: IFTM, 2018.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: Aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.14, n. 03, p. 199-215, 2012.

NASCIMENTO, Sérgio Augusto de Moraes et al. Estudo quali-quantitativo das águas subterrâneas no município de Alagoinhas-Bahia como componente do plano municipal de saneamento ambiental. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 14., 2016, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo, Águas Subterrâneas: 2006.

NASCIMENTO, Tatiana Galietta; LINSINGEN, Irlan Von. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, Toluca, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf, UFRGS, 2011.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

ROCHA, Adriana Camila Machado da; et al. Teoria freiriana de educação e a alfabetização de crianças. In: Congresso Nacional de Educação, 11.; Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação, 2.; Seminário Internacional de Sobre Profissionalização Docente, 4., 2013, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba, PUC: 2013. p. 22169-22185.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

TEM NOTÍCIAS, (2021). 1 vídeo (4 min). Publicado pelo site Globoplay. Disponível em:

<https://globoplay.globo.com/v/10033140/>. Acesso em: 12 nov.2021.

TEM NOTÍCIAS, (2021). 1 vídeo (5 min). Publicado pelo site Globoplay. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/10033135/?s=0s>. Acesso em: 12 nov. 2021.

CAPÍTULO 2



A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: OS MODELOS ATÔMICOS NO CAMPO CONCEITUAL DA FÍSICA

Eliei Cardoso dos Santos³⁰

Márcia Azevedo Campos³¹

Lucas de Paulo Lameu³²

Laerte Silva da Fonseca³³

Considerações Iniciais: este capítulo é resultado do trabalho final de uma disciplina do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Traçou-se como objetivo analisar as contribuições da Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud (1990) na produção de uma proposta de atividade de ensino sobre os processos de eletrização tendo em vista as dificuldades dos estudantes na aprendizagem de modelos atômicos, identificadas nas pesquisas de Melo e Lima (2013), Lopes *et al.* (2018), Giacomet e Castro (2020) e Souza (2018). A atividade de ensino apresenta como pressupostos teóricos os conjuntos de situações, invariantes e representações simbólicas, os quais constituem o campo conceitual considerado por Vergnaud, em consonância

30 Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA/UFS). Licenciado em Matemática (UnifTC). Licenciado em Química (UNITAU). E-mail: ellyelcardosinho@hotmail.com

31 Pós-Doutoranda (PPGECIMA/UFS). Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC/UFBA). azevedoxu@gmail.com.

32 Credenciais mais altas e e-mail.

33 Livre Docente pela Emil Brunner World University® (EBWU, Miami, Flórida/EUA); Pós-Doutorado em Educación Lingüística y Literaria y de Didáctica de las CCEE y de la Matemática, Universidade de Barcelona/UB, Espanha; Pós-Doutorado em E-learning, Universidade Fernando de Pessoa/UFP, Porto/Portugal; Pós-Doutorado em Ciências Básicas e Ambientais, EEL da Universidade de São Paulo/USP; Pós-Doutorado em Psicologia e Neurociência Cognitiva (EBWU); Pós-Doutorado em Educação Matemática (UNIAN/SP) e Doutor em Educação Matemática (UNIAN/SP, UCB/Lyon 1-FR); Mestre em Educação (UFS); Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFS); Licenciado em Matemática (UFS); Bacharel em Psicologia (ESTÁCIO-SE); Neuropsicólogo (UNIFESP); Terapeuta Cognitivo-Comportamental (PUC-RS); Professor Titular de Educação Matemática do Instituto Federal de Sergipe. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: laerte.fonseca@ifs.edu.br

com os pressupostos da Base Nacional Comum Curricular (2018). As situações e tarefas presentes na atividade foram pensadas a essência da teoria, que é o desenvolvimento cognitivo e o processo de conceitualização do real. Os resultados da pesquisa apontam que é possível trabalhar as dificuldades dos alunos a partir de uma atividade composta de situações que mobilizem conceitos construídos para compreender os modelos atômicos.

INTRODUÇÃO

Os conhecimentos escolares das Ciências Naturais, organizados em leis, teorias e modelos, são resultados de construções que tem como referência a realidade observada, assim, compreende-se que modelos e teorias são criações que precisam ser testadas por meio de métodos científicos para serem aceitas pela comunidade científica (MELO; LIMA NETO, 2013).

Essa organização é citada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), documento normatizador das aprendizagens essenciais que todo aluno deve desenvolver na Educação Básica (EB). Contudo, percebem-se dificuldades em promover as aprendizagens dos componentes das Ciências Naturais, fato que tem motivado pesquisadores a refletirem acerca de como vem sendo concebido o ensino e a aprendizagem dessas ciências nas escolas.

Nesse propósito, pesquisadores como Melo e Lima Neto (2013), Lopes *et al.* (2018), Giacomet e Castro (2020) e Souza (2018), buscaram compreender as origens das dificuldades de aprendizagem dos alunos quanto aos modelos atômicos e do professor ao ensinar esse conteúdo na educação básica. Dentre as principais dificuldades, os autores apontam para construção e assimilação do conceito de átomo, modelos atômicos e a compreensão de constituição do que venha ser a matéria.

De acordo com Pain (1985) apud Souza (2018, p.17), a concepção de dificuldade de aprendizagem é ampla, sendo assim, recai sobre vários fatores como aqueles decorrentes da organização do sistema educacional, condições intrínsecas do indivíduo, assim como aspectos de ordem ambiental, ou seja, das relações sociais, que são ou não estabelecidas. Desse modo, há de se

pensar nas atualizações dos currículos da EB, do mesmo modo, nas práticas pedagógicas cujas metodologias devem acompanhar as novas demandas do mundo moderno.

Ao debruçarmo-nos sobre a literatura das dificuldades de aprendizagem, pudemos percebê-las sendo relacionadas à presença de necessidades especiais, disfunções no sistema nervoso central e aspectos já citados, no entanto, nos limitamos à concepção de dificuldade de aprendizagem, que se relaciona ao resultado do processo de ensino-aprendizagem (FONSECA, 2014; COUTO, 2016).

Melo e Lima Neto (2013) levantaram algumas problemáticas em relação ao ensino e a aprendizagem dos modelos atômicos quanto à concepção equivocada de professores e de alunos acerca dos modelos. Os autores afirmam que: “O aluno entende que o átomo foi descoberto e então estudando, quando na verdade o átomo não foi descoberto, mas sua teoria foi construída.” (MELO; LIMA NETO, 2013, p. 113). Sendo assim, os modelos foram construídos e retratados como aqueles presentes nos livros didáticos, quando abordados, na maioria das vezes, reflete uma concepção equivocada diante dos modelos científicos, “[...] se não é feita com os alunos uma discussão sobre o quanto o modelo científico difere dos seus modelos de sentido comum, muito provavelmente prevalecerá nas mentes destas suas concepções cotidianas.” (MELO; LIMA NETO, 2013, p. 114).

Para Lopes *et al.* (2018), as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem dos modelos atômicos na educação básica estão nos livros didáticos, uma vez que não apresentam a evolução histórica dos modelos, impossibilitando que o aluno compreenda que os modelos atômicos foram criados como forma de explicar a existência do átomo. Outra dificuldade diz respeito à complexidade e à quantidade de informações sobre os modelos que não são assimilados. Ademais, outro entrave está relacionado à metodologia enfadonha de uma abordagem tradicional. Entendemos que essas limitações são barreiras à aprendizagem, considerando que a ciência está em constante desenvolvimento, cabendo, desse modo, ao professor utilizar de recursos didáticos e metodologias que levem o aluno a construir conceitos fundamentais necessários para compreender as ciências.

Corroborar, nesse sentido, a pesquisa de Giacomet e Castro (2020),

na qual analisaram-se trabalhos publicados em cinco edições do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). O objetivo da pesquisa foi identificar as principais dificuldades no ensino de atomismo, em que identificaram, como aspectos que dificultam o processo de aprendizagem, a não abordagem histórica dos modelos atômicos; a preferência por um dos modelos; pouca abstração e exploração da teoria quântica, entre outras. Segundo os autores, os trabalhos de pesquisa que investigam modelo quântico representam um percentual muito baixo no rol das pesquisas.

Na concepção de Melo e Lima Neto (2013), que apoia as concepções supracitadas, um dos fatores dessas dificuldades está dentro do campo visual, ou seja, relaciona-se com o ato de ensinar e de aprender sobre algo que não é palpável, se consideramos difícil para o professor ensinar, é ainda mais complexo ao aluno abstrair um conceito daquilo que não se vê.

Buscando conhecer as possíveis causas dessas dificuldades, encontramos o livro didático como um instrumento de referência, senão o único, que o professor utiliza para planejamento de ensino e ainda apresentar, para os alunos, os modelos teóricos que externam a constituição da matéria (MELO; LIMA NETO, 2013). Nesse sentido, questiona-se a forma como os livros didáticos apresentam os conceitos e se esse aspecto é um dos motivos da dificuldade dos alunos em compreender os modelos atômicos.

Outro fator que, possivelmente, esteja relacionado com as dificuldades dos alunos em compreender os modelos atômicos é o fato de não terem sido apresentados ao conceito de modelo, talvez não saibam relacionar os modelos teóricos do átomo com fenômenos ou objetos presentes em seus cotidianos que sejam manipuláveis.

Tais fatos nos motivam a pesquisar sobre a aprendizagem dos modelos atômicos, por se tratar de um conteúdo introdutório essencial ao estudo da Química no primeiro ano do Ensino Médio e também no estudo de eletricidade na disciplina de Física no terceiro ano dessa etapa da Educação Básica. Percebendo que os estudos dos modelos atômicos, na maioria das pesquisas, estão sob o olhar da Química, buscamos integrar as ciências ao estudá-los a partir dos processos de eletrização, por meio de uma proposta de atividade de ensino.

As aprendizagens advindas dessas ciências, para serem construídas, de-

pendem dessa aproximação; por esse motivo, o conceito de matéria já é contemplado no currículo do último ano do Ensino Fundamental. Reafirmando, o Novo Ensino Médio traz um currículo diversificado e interdisciplinar dos diferentes saberes que integram Biologia, Física e Química ao romper com a centralidade e exclusividade dos conteúdos estudados dentro de cada componente curricular.

Diante da necessidade desse novo olhar para a educação, apropriamo-nos das orientações curriculares presentes na BNCC (BRASIL, 2018), pelo fato de que esta norteia o ensino e a aprendizagem e salienta as habilidades e competências pertinentes para cada área de conhecimento que o aluno deve desenvolver. Desse modo, nossa proposta se volta para o aluno de 3º ano do Ensino Médio pela razão de que os estudos dos processos de eletrização competem a essa etapa de ensino.

Na prática docente, é fundamental que o professor adote um modelo teórico que dê subsídios ao processo de aprendizagem, pois a prática por si só não será suficiente. Nas lacunas do processo de aprendizagem é preciso lançar mão de teorias de aprendizagem que minimizem as dificuldades. E, tendo em vista a relevância dos modelos teóricos para compreensão acerca da matéria e do entendimento da eletrização, justificamos a escolha da Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud (1990) como referencial teórico e metodológico pelo fato de “[...] que permite compreender as continuidades e rupturas entre conhecimentos, nos aprendizes, entendendo-se como conhecimentos tanto o saber fazer como o saber expresso” VERGNAUD (1990) (apud SOUZA; FÁVERO, 2002, p. 57).

Trata-se de uma teoria cognitivista que oferece um conjunto de ferramentas úteis para analisar situações de ensino, tanto o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem como as dificuldades dos estudantes. Para Vergnaud (1990), o conhecimento está organizado em campos conceituais que ele define como um conjunto de conceitos de situações e problemas distintos organizados em esquemas (MOREIRA, 2002).

A TCC tem como núcleo de estudo o desenvolvimento cognitivo e o processo de conceitualização do real. O autor da teoria é enfático ao afirmar que é impraticável estudar algo separadamente, pois depende de outros conceitos, frutos de experiências passadas; é por isso que propomos o estudo dos pro-

cessos de eletrização de modo que o aluno revise os conceitos dos modelos atômicos, pressupondo que já tenham estudado assunto dessa natureza.

Diante desse contexto, principalmente, do que compete às dificuldades de aprendizagem, propusemo-nos responder à seguinte questão de pesquisa: de que forma uma proposta de atividade de ensino, organizada de acordo com a TCC sobre os processos de eletrização, pode levar os alunos a superar as dificuldades de aprendizagem dos modelos atômicos?

Subvencionado esta questão de pesquisa, temos como objetivo analisar como a TCC contribui com o processo de construção de conceito de modelo atômico na aprendizagem dos processos de eletrização no ensino de Física.

A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

A TCC foi sistematizada pelo psicólogo francês e discípulo de Piaget, Gérard Vergnaud (1933-2021), visando investigar o desenvolvimento cognitivo do sujeito frente a uma situação de ensino, “sujeito-em-situação”. Essa teoria cognitivista considera a noção de esquema introduzida por Piaget para dar conta de explicar o processo de adaptação das estruturas cognitivas recorrendo-se à assimilação e à acomodação.

Vergnaud reconhece que sua teoria foi embasada nas compreensões de Vigotski no que concerne à interação social, à linguagem e à simbolização no processo evolutivo de campos conceituais pelos alunos. Apesar de essa teoria ter sido pensada dentro dos campos conceituais das estruturas aditivas e multiplicativas para compreender as dificuldades dos alunos nesses campos, ela não é exclusiva da matemática.

Moreira (2002) nos elucida que, na Física, existem vários campos conceituais como: mecânica, eletricidade e termologia, possíveis de serem explorados; ainda, ressalta que não devem ser ensinados seus conceitos isolados, uma vez que o desenvolvimento cognitivo não se resume à simplicidade, mas pelas mobilizações de esquemas. Nesse sentido, diferentes conceitos devem ser mobilizados para a compreensão dos modelos atômicos. Por essa razão, alinhamos a atividade de ensino com as concepções de Moreira quanto ao campo conceitual da eletricidade, presente na Física.

Para definir campo conceitual, Vergnaud (1983a) apud Sousa e Fávero (2002, p. 57) enfatiza que: 1) um conceito não se forma a partir de um só tipo de situação; 2) uma situação não se analisa com um só conceito; 3) a construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo longo.

Na concepção de Vergnaud, citado por Moreira (2002), o sujeito desenvolve o conhecimento organizado em campos conceituais, tal qual o domínio ocorre ao longo do tempo, por meio de experiências, maturidade e aprendizagem. Dessa forma, entendemos ser necessário introduzir conceitos da física desde o Ensino Fundamental, para evitar possíveis rupturas epistemológicas e teóricas quando os conceitos forem retratados com certo grau de complexidade no Ensino Médio, a exemplo dos conceitos de matéria, átomo e modelo atômico.

Assim, Vergnaud define como campo conceitual:

um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição. (VERGNAUD, 1992, p. 40 apud MOREIRA, 2002).

A mola mestra dessa teoria, ao lidar com o desenvolvimento cognitivo, é o processo de conceitualização do real, que decorre de um conjunto de situações, conceitos e esquemas, que são apreciados, dos quais Vergnaud sugere compor os campos conceituais. Dessa forma, buscamos um campo conceitual e situações que relacionem os conceitos de modelo atômico ao cotidiano do aluno, significando-os.

Para Vergnaud (1990), o conceito de situação perpassa pelo conceito de tarefa, de modo que toda e qualquer situação complexa pode ser analisada como uma combinação de tarefas; sendo assim, é importante conhecer as naturezas destas. Uma determinada situação não se analisa sob um só conceito, será preciso mobilizar conceitos integrados para que o estudante tenha uma visão generalizada da situação, contudo é preciso frisar que requer tempo para que uma situação seja analisada. (CARVALHO JR; AGUIAR JR, 2008). A situação a que se refere não é situação didática definida por Brousseau (2008), mas na concepção de tarefa trazida por Almouloud (2007), ao referir-se a uma ação, no sentido de resolver, fazer, representar, demonstrar, entre

outros verbos de ação.

De acordo com Moreira (2002),

num certo campo conceitual existe uma grande variedade de situações e os conhecimentos dos alunos são moldados pelas situações que encontram e progressivamente dominam, particularmente pelas primeiras situações suscetíveis de dar sentido aos conceitos e procedimentos que queremos que aprendam. [...] muitas das nossas concepções vêm das primeiras situações que fomos capazes de dominar ou de nossa experiência tentando modificá-las. (VERGNAUD, 1996a, p. 117 apud MOREIRA, 2002, p. 11).

Nesse sentido, compreende-se que analisar uma situação qualquer dentro de um campo conceitual exigirá vários conceitos, assim, não cabem conceitos isolados e dissociados, uma vez que são os esquemas que dão sentido à situação.

Na TCC, o conceito é o núcleo do desenvolvimento cognitivo e – segundo Vergnaud (1990), não se forma a partir de um só tipo de situação, – denota que o processo de conceitualização requer situações diversificadas, ou seja, exige tarefas de diferentes naturezas de tal modo que seja possível compreender a evolução dos modelos explicativos dos alunos. Dessa forma, o conceito de modelo atômico não se forma a partir do conhecimento/conceito de uma única teoria atômica, é preciso compreender que cada modelo representa necessidades da época para explicar o comportamento do átomo que, de acordo com Chassot (1996, p. 3), “Construímos modelos na busca de facilitar nossas interações com os entes modelados. É, por meio de modelos, nas mais diferentes situações, que podemos fazer inferências e previsões de propriedades”. Nesse sentido, é fundamental que o aluno compreenda que não existe um modelo atômico correto, e sim aquele capaz de explicar as interpretações dos fenômenos da natureza.

Vergnaud (1990, p. 145) define conceito como um tripé composto por três conjuntos e denotado por $C = (S, I, R)$, no qual:

1. O conjunto das situações (S), que dão significado ao conceito, é o portal de entrada de um campo conceitual específico que se abrolha por situações pertinentes a esse campo, sendo essas responsáveis por dar sentido ao conceito. Dessa forma, o conjunto de situações é reconhecido como o referente do conceito. O foco de estudo dessa relação não são as

situações nem os conceitos, mas o sujeito-em-ação.

2. Conjunto de invariantes (I) sobre os quais repousa a operacionalidade dos conceitos, invariantes que, reconhecidos, poderão ser usados pelos alunos para analisar as situações antes apresentadas.

3. Conjunto de representações simbólicas (R) que podem ser utilizadas para indicar e representar os invariantes e, portanto, representar as situações e procedimentos para lidar com elas. Esse conjunto representa o significado do conceito.

Em nosso estudo, essas situações seriam as tarefas acerca da eletrização, que envolvem o conceito de átomo. Tal conceito conduz o estudante a recorrer aos modelos atômicos, cujos invariantes são as relações que são estabelecidas entre os modelos, tendo em vista os elementos explicativos de cada modelo proposto. Esse conjunto permite explicar a constituição e as propriedades do átomo, cujas representações simbólicas podem ser expressas por meio de desenhos.

Os procedimentos do sujeito frente a uma situação ou problema estão carregados de representações de esquemas e implica, necessariamente, considerar os três conjuntos (S, I, R). Segundo Vergnaud (1990, p. 136), “esquema é a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações”. Por conseguinte, é, nos esquemas, que se deve investigar os conhecimentos em ação do sujeito, isto é, os elementos cognitivos que fazem com que a ação do sujeito seja operatória. Em nosso caso, esses esquemas seriam as classes de situações sobre os conceitos acerca de regiões, elementos, propriedades e características dos modelos sobre o átomo. Vergnaud (1990) considera esquema como um conjunto de invariantes que se refere a uma classe de situações em estudo, por tal interação prefere-se falar da interação esquema-situação.

Vergnaud (1998, p. 173) apud Aguiar Jr., Carvalho Jr. (2008, p. 215), identifica quatro ingredientes de um esquema, que são:

1. Metas e antecipações, um esquema direciona sempre uma classe de situações;
2. Regras de ação, as condições que norteiam as ações;

3. Invariantes operatórios, (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação) encaminham o reconhecimento, por parte do indivíduo, dos elementos pertinentes à situação;
4. Possibilidade de inferência (ou raciocínio) que permitem determinar as regras e antecipação a partir de informações e dos invariantes operatórios de que o sujeito dispõe.

É, a partir dos teoremas-em-ação e conceitos-em-ação, que obtemos os elementos pertinentes que o sujeito utiliza nos esquemas. Enquanto que o teorema-em-ação é tido como verdade sobre o real, os conceitos-em-ação referem-se a um conjunto de pensamentos (conceitos tidos pelo sujeito) considerado propício à situação.

Por meio das respostas que são dadas aos problemas pelo sujeito, através de esquemas que estão presentes na classe de situações que ele dispõe, assim como das que ele não dispõe, mas que são construídas no momento da ação, reconhecemos as estratégias e esquemas utilizadas nos modelos explicativos.

A TCC tem como foco o sujeito-em-ação, sendo assim, é pertinente para o planejamento de atividades, tal como as elaboramos e analisamos neste texto, pois coloca o aluno em posição ativa, constituindo os teoremas e conceitos.

Faz-se necessário compreendermos o significado de conceito à luz da TCC, visto que o planejamento de atividades de ensino deve estar repleto de intenções didáticas que contemplem teoremas e conceitos das Ciências, em particular os modelos atômicos.

Neste sentido, nos debruçamos sobre pesquisas que possuem, como embasamento, teórico a TCC, como nos trabalhos de Carvalho Jr. e Aguiar Jr. (2008), que discutem os campos conceituais como ferramenta para o planejamento didático; Moreira (2002) que discute a TCC no ensino de ciências e a pesquisa nesta área; Souza e Fávero (2002) que trazem uma análise de situação de resolução de problemas de física, à luz da teoria; Santana, Alves e Nunes (2015), que abordam sobre a formação continuada de professores; e o trabalho de Magina, Marlini e Santos (2012) que traz a TCC no ponto de vista da aprendizagem. Nota-se a TCC sendo aplicada em diferentes contextos, desde o planejamento à análise de situações de ensino e formação de

professores.

Pensando em trabalhar as dificuldades dos alunos em compreender os modelos atômicos em uma atividade de ensino, partimos do campo da física elétrica, sendo direcionado para os campos conceituais dos processos de eletrização, acreditando que, a partir dos estudos dos conceitos dos fenômenos elétricos, seja possível chegar ao conceito de modelo atômico. Dentro do campo da eletrização, é possível estabelecer conexões, e cabe ao professor a delimitação do campo conceitual, quais conexões deseja fazer com o objeto de estudo e quais situações almeja estabelecer para chegar à conceituação que se espera que os alunos construam a partir dos vários conceitos presentes nos esquemas.

Para constituir uma atividade de ensino, as situações deverão estar dentro do campo estabelecido, sendo assim, necessita-se obedecer a uma ordem cronológica, que será fundamental para identificar os modelos explicativos utilizados pelos alunos. Por essa razão, partimos do processo de eletrização. Adotamos a TCC como referencial teórico para o planejamento das situações que compõem a atividade de ensino. Estas foram pensadas dentro de um campo conceitual com o propósito de conceituação de modelo atômico.

METODOLOGIA

Este artigo é resultado do trabalho final de uma disciplina do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). A pesquisa apresenta uma abordagem de natureza qualitativa que, segundo Bogdan e Biklen (1994), tem caráter descritiva pelo fato de que o pesquisador se preocupa com os processos e procedimentos em detrimento do produto, sendo assim, a escolha do tipo de pesquisa está em consonância com o referencial teórico que se preocupa em analisar o sujeito-em-ação.

Refletimos sobre as dificuldades que foram identificadas na revisão de literatura e buscamos construir uma proposta de atividade de ensino que tentasse atender as dificuldades dos estudantes em compreender os modelos. Essa atividade é composta por duas situações, pelo fato de que é preciso mais

de uma situação para que um conceito seja formado, assim como uma situação para ser analisada precisa de mais de um tipo de conceito. Diante disso, cada situação apresenta mais de uma tarefa. As situações foram consideradas pertinentes para tirar o aluno da posição passiva, passando agir sobre a situação a partir dos conceitos e teoremas que já possuem.

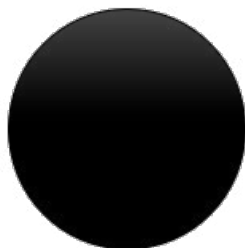
Contudo, faz-se necessário reconhecer os modelos atômicos que satisfizeram os questionamentos da época acerca da matéria e sua constituição. É nessa concepção que o ensino deve acontecer, sendo assim, consideramos adequado apresentar um recorte histórico que tenha como propósito uma abordagem da evolução científica dos modelos que externa do átomo como forma de explicar a constituição do universo.

Após construção da proposta, valemo-nos do direito de analisá-la, buscando entender as contribuições da TCC na aprendizagem dos modelos atômicos presente em um campo conceitual da eletrização.

Evolução dos modelos atômicos

O marco inicial da teoria atômica foi dado por John Dalton (1766-1844) ao propor um modelo explicativo formado de uma esfera maciça, indivisível e indestrutível. Esse modelo, datado do início do século XIX, compreende que, para cada elemento, existe um determinado átomo, ou seja, os átomos de um mesmo elemento são idênticos. É comum, nos livros didáticos, a analogia do modelo de Dalton a uma bola de bilhar; no entanto essa analogia pode inibir o desenvolvimento do conhecimento científico, enfatizado na BNCC (BRASIL, 2018), conduzindo o aluno a construir conhecimento análogo.

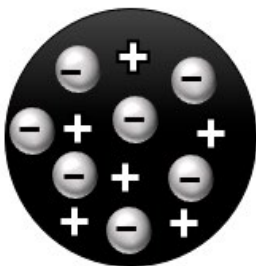
Figura 1 - Modelo atômico de Dalton.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Joseph John Thomson (1856-1940), em estudos experimentais com gás na ampola de Crookes, percebeu que, em função da tensão elétrica, os raios catódicos sofriam desvio. Em meio a diversos experimentos, ele confirmou a presença de partículas negativas que, mais tarde, foi denominada de elétron, assim, seu modelo foi elaborado, constituído de uma esfera de carga positiva e negativa (CARVALHO, 2016). Sistematizamos o modelo na Figura 2.

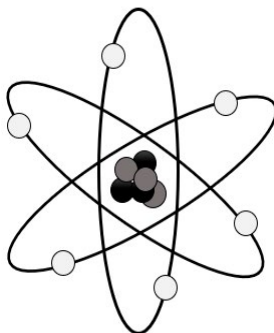
Figura 2 - Modelo atômico de Thomson.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A contar dos estudos dos fenômenos da radioatividade do neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), ao bombardear com partículas α (alfa) oriunda de material radioativo a uma lâmina de ouro, investigou a trajetória das partículas e concluiu que a maioria das partículas atravessam a lâmina por espaços vazios, e as partículas, que não atravessavam a lâmina, desviavam, concluindo que se trata do núcleo do átomo. Assim, Rutherford propôs o modelo (Figura 3) que explica o núcleo do átomo carregado com cargas positivas concentrada e ao redor elétrons, girando a uma distância do núcleo (CARVALHO, 2016).

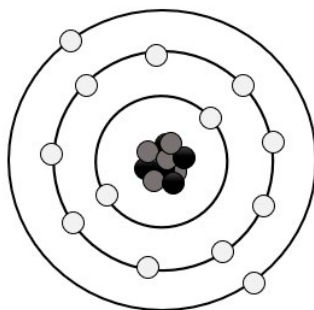
Figura 3 - Modelo atômico de Thomson.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os modelos teóricos, ao longo do tempo, têm passado por aprimoramento. Foi o que aconteceu com o modelo de Rutherford com as contribuições de Niels Bohr, conhecido como modelo de Rutherford-Bohr (Figura 4), que explica o comportamento dos elétrons do átomo em que ocupam níveis de energia. Bohr buscou, em estudos sobre a luz, explicação para a energia absorvida ou emitida pelo elétron, denominada energia quantizada (CARVALHO, 2016).

Figura 4 - Modelo atômico de Rutherford-Bohr.



Fonte: Elaborado pelos autores.

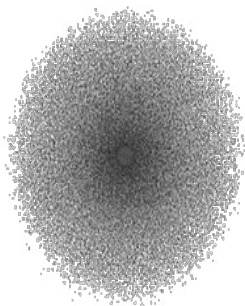
O modelo atômico quântico atual apresenta contribuições da mecânica quântica como a descoberta da natureza ondulatória do elétron por Louis de Broglie (1892-1987); outra contribuição foi dada por Werner Heisenberg (1901-1976) com o princípio da incerteza não ser possível localizar exata-

mente a posição simultânea de uma partícula. Acrescentam Tolentino e Silva (1996) que,

O modelo atômico evoluiu, indo em um enorme salto de Rutherford para as ideias de Bohr, concepções complementadas mais tarde pelas de Sommerfeld. O elétron torna-se uma entidade que ora comporta-se como partícula ora como onda, e os trabalhos de Pauli, Heisenberg, Dirac, Schrödinger e muitos outros acabaram tornando quase indefinível a nuvem eletrônica dos átomos. (TOLENTINO; FILHO, 1996, p. 4)

Resultado de contribuições, o modelo quântico como representado na Figura 5, assim como em outras épocas, tenta responder aos questionamentos atuais de fenômenos, que modelos anteriores não explicam.

Figura 5 - Modelo atômico de Schrödinger.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse pequeno recorte, dos principais modelos atômicos, procura demonstrar que esses modelos são construídos a partir de experimentos sobre o comportamento das partículas, sem nos prendermos às datas, sem pretensão de desconsiderá-las, mas para mostrar que compreender a evolução do modelo é mais relevante que decorar datas. Este recorte pode ser ampliado e servir de texto de apoio à aprendizagem na atividade de ensino.

PROPOSTA DE ATIVIDADE DE ENSINO

Tendo em vista que um conceito precisa de várias situações, pensamos em duas situações que serão analisadas a partir de mais de um conceito que contempla uma abordagem de eletrização.

Situação 1 – É comum, em atividades do nosso cotidiano, o ato de atritar objetos para a realização de um determinado trabalho. Consideremos, inicialmente neutros, um bastão de vidro, um pedaço de lã e papel picado, ao atritar o bastão de vidro com a lã e, depois, aproximá-lo do papel picado, veremos que o bastão atrai o papel.

- a) Explique quando temos um objeto neutro.
- b) Represente a situação em que o bastão atrai o papel picado.
- c) Explique quais os processos de eletrização de um objeto.
- d) Qual o processo de eletrização da situação acima?

Situação 2 – Os fogos de artifícios são explosivos de efeito pirotécnico ou sonoro muito comum em festas de final de ano e em comemorações. As luzes resultantes das explosões são provocadas pelos combustíveis e oxidantes que liberam energia capaz de mover os elétrons dos átomos dos metais presentes, de seu nível mais interno para outro mais externo de maior energia e depois retornando ao nível de origem, assim liberam a energia na forma de luz com colorações que dependem dos metais utilizados nos fogos.

- a) O que é um modelo?
- b) Explique como é constituído o átomo?
- c) Conhece algum modelo atômico? Quais?
- d) Desenhe e especifique os nomes dos componentes do átomo.
- e) Você saberia dizer qual o modelo atômico correto?
- f) Qual o modelo atômico que melhor explica o deslocamento de elétrons dos metais nos níveis de energia como apresentado na situação acima?

Esta proposta de atividade contém como público-alvo alunos do 3º ano

do Ensino Médio, partindo do pressuposto de que esses tiveram oportunidade de estudar os modelos atômicos e assuntos dessa natureza, em anos anteriores. Nesse sentido, pressupõe-se que esse público possui conhecimento para responder às tarefas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As situações foram planejadas e elaboradas de acordo com a concepção de Vergnaud, ou seja, no conjunto de situações (S), nos invariantes (I), e na representação simbólica (R), pois pensamos em duas situações em que fosse possível compreender e tratar no sentido de construir conceitos pertinentes a conceitualização de modelo atômico.

Sobre os conceitos-em-ação, segundo Vergnaud (1998, p.173) apud Aguiar Jr., Carvalho Jr. (2008, p. 219),

Dentro de uma vasta quantidade de conceitos que podem estar disponíveis no repertório dos sujeitos, é selecionada uma pequena parte para cada ação. Portanto, os conceitos-em-ação podem ser adequados ou inadequados para uma dada classe de situações.

Conceitos que foram construídos no 1º ano do Ensino Médio na disciplina de Química e/ou até no 9º ano do Ensino Fundamental. É a partir das respostas que são dadas pelos alunos para as tarefas que passamos a conhecer quais conceitos-em-ação foram utilizados. Os conceitos extraídos de material (livro, revista e outros) são científicos, já os conceito-em-ação são aqueles conhecimentos dados pelos alunos decorrentes dos esquemas para as situações.

Nos esquemas, também, estão representados os teoremas-em-ação, que são as preposições, que podem ser verdadeiras ou não. Por fim, há a representação simbólica do conjunto de situações e das invariantes operatórias (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação).

Além da TCC, levamos em consideração os pressupostos constantes na BNCC (2018), ao afirmar que, na área de Ciências da Natureza,

A elaboração, interpretação e aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. (BRASIL, 2018, p. 548)

Na situação 1, como chamamos, apresenta uma circunstância sobre o processo de atritar objetos neutros para que o aluno remete à ideia de neutralizada e, assim, recorde da ideia de positividade e negatividade, conceitos relevantes que foram estudados no 1º ano do Ensino Médio. A partir do processo de eletrização por atrito, será possível explorar conceitos de carga positiva e negativa, ações de atração e repulsão.

Após apresentar a situação, algumas tarefas são postas para que o conjunto de conceitos seja colocado em ação ao explicar e representar o que está sendo pedido nas tarefas.

De acordo com a BNCC (2018):

Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-o na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. (BRASIL, 2018, p. 548)

Espera-se que, na situação 2, os alunos apresentem alguns modelos atômicos que lhes tenham chamado atenção em estudos anteriores. Ao propor que eles desenhem o modelo atômico por eles imaginados, acredita-se que teremos diferentes modelos, de tal modo, será possível associar as representações dos alunos com o contexto histórico evolutivo dos modelos atômicos apresentados anteriormente. As situações devem ser pensadas para que o aluno perceba que os modelos atômicos que buscam explicar a constituição da matéria são resultados de representações de modelos, por essa razão as ciências são constituídas dessa maneira; e compreendam o que é um modelo, como sendo uma construção imaginária que tenta representar o real.

Buscamos com a situação 2 o desenvolver da habilidade descrita na BNCC (2018):

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostas em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente. (BRASIL, 2018, p. 557).

Para que o processo de aprendizagem dos modelos atômicos seja efetivado, necessita-se de vários fatores pertinentes ao processo de ensino, tais

como: a metodologia adotada pelo professor; os recursos didáticos utilizados; e o referencial teórico adotado, nesse sentido. Considerando as dificuldades expressas pelos autores em suas pesquisas, apresentadas no início deste texto, e a questão de pesquisa que sugerimos, mostramos ser possível trabalhar as dificuldades ao propor situações que despertem a curiosidade dos estudantes em ao mesmo tempo superem as dificuldades, como nas situações e tarefas em que são convidados a representar, explicar e desenhar, ou seja, expressar como compreendem a matéria e o átomo, levando-os ao entendimento que os modelos átomos é uma criação do homem para explicar a natureza em períodos diferentes (MELO; LIMA NETO, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudante precisa ser levado a compreender que a ciência que lhe é apresentada e que a conhecemos hoje é resultado de representações da compreensão que o ser humano tem acerca da natureza e da sua relação com ela. Essas representações tentam explicar a natureza por meio de modelos e teorias, frutos de pesquisas que são aceitos pela comunidade científica para explicar o conhecimento. Contudo, nem sempre acontece essa compreensão por parte dos estudantes, por diversas razões, já citadas.

A TCC, por ser uma teoria cognitivista e ter como referência o real, permite o professor elaborar situações de ensino a partir do contexto do estudante, visto que é com base no repertório de conceitos já construídos que serão dadas as respostas às tarefas, que, de acordo com Vergnaud (1990), não há como estudar algo isolado, isso porque o conhecimento é um conjunto de conceitos.

Por essa razão, não faz sentido estudar os modelos atômicos fora de um conjunto de conceitos. Assim, consideramos pertinente que os modelos atômicos fossem abordados dentro do campo conceitual da eletricidade uma vez que a unidade fundamental de estudo nessa área da Física é o átomo e seus constituintes.

REFERÊNCIAS

- ALMOULOU, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Editora UFPR, 2007.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018.
- BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Ática, 2008.
- CARVALHO JR., G. D.; AGUIAR JR., O. Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 207-227, 2008.
- CARVALHO, R. A evolução dos modelos atômicos em uma perspectiva de Ludwik Fleck. *In*: XV SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 2016, Florianópolis, SC. **Anais [...]**. XV Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, 2016.
- CHASSOT, A. Sobre prováveis modelos de átomos. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 3, mai. 1996.
- COUTO, Brígida. **O professor articulador e o atendimento dos alunos em situação de dificuldade de aprendizagem matemática em escolas Estaduais de Cuiabá - MT**. 2016. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.
- FARIA, Maryelly da Silva. **Dificuldade de aprendizagem em física à luz da teoria da carga cognitiva**. 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.
- FONSECA, Lilian Leandro da. **Diagnósticos e encaminhamentos dados por professores e alunos em situação de dificuldades de aprendizagem em matemática**. 2014, 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.
- GIACOMET, L; CASTRO, B. J. O ensino de modelo atômico na educação básica: uma análise dos trabalhos publicados no ENEQ. *In*: I SIMPÓSIO SUL – AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2020. **Anais [...]**. I Simpósio Sul – Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2020.
- LOPES, A. M. S.; CARVALHO, P. S.; MARTÍRIOS, M. R.; SANTOS, R. J. S.; NETO, F. A. P. Dificuldades apresentadas por alunos do primeiro ano do ensino médio no conteúdo de modelos atômicos. *In*: V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS, 2018, Recife, PE. **Anais [...]**. Congresso Internacional das Licenciaturas, 2018.
- MAGINA, S.; MERLINI, V.; SANTOS, A. A estrutura multiplicativa sob a ótica da teoria dos campos conceituais: uma visão do ponto de vista da aprendizagem. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2012, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza, 2012. p. 1-12.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigação em Ensino de Ciências**. v. 7, n. 1, 2002.

SANTANA, E.; ALVES, A. A.; NUNES, C. B. N. A teoria dos Campos Conceituais num processo de Formação Continuada de Professores. **Bolema**. v. 29, n. 53, p. 1162-1180, dez. 2015.

SOUZA, C. M. S. G.; FÁVERO, M. H. Análise de uma situação de resolução de problema de física, em situação de interlocução entre um especialista e um novato, à luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud. **Investigação em Ensino de Ciências**. v. 7, n. 1, p. 55-75, 2002.

SOUZA, S. S. Aprendizagem dos modelos atômicos baseada na teoria de Pavlov: Uma sequência para o ensino de química. *In: Modelos teóricos de aprendizagem: bases para sequências de ensino em ciências e matemática* [recurso eletrônico]. Laerte Silva da Fonseca, Kleyfton Soares da Silva (Orgs.). – São Cristóvão: Editora UFS, p. 175, 2018.

TOLENTINO, M.; FILHO, R. C. R. O átomo e a tecnologia. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 4-7, mai. 1996.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990.

CAPÍTULO 3



A APROPRIAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS COMO METODOLOGIA DE ENSINO: ANÁLISE DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PRODUZIDAS NO PIBID-FÍSICA DA UFTM

Danielle Aparecida Reis Leite³⁴

Romulo Ramunch Mourão Silva³⁵

Sabrina Eleutério Alves³⁶

Considerações Iniciais: com este trabalho, pretendemos investigar como um grupo de professores em formação inicial se apropria do referencial freireano e da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) e os utiliza no planejamento efetivo de sequências didáticas para o ensino de Física no Ensino Médio. Para tanto, realizamos uma pesquisa de abordagem qualitativa em que foram analisados sete planos de aula elaborados pelos licenciandos do Subprojeto de Física do PIBID, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Através da Análise de Conteúdo, emergiram duas categorias: "Mundo, temas e conteúdos" e "Interação professor-aluno". A primeira diz respeito à compreensão do conceito de Tema e da sua relação com os conteúdos físicos explorados nas sequências didáticas. A segunda categoria diz respeito à compreensão de como deve ser estabelecida a interação professor-aluno nas aulas que utilizam os 3MP como metodologia de ensino. Na análise dessas categorias, identificamos compreensões que revelam a apropriação daquele referencial teórico, uma vez que apresentam um tema como o eixo estrutu-

34 Doutora em Educação. E-mail: danielle.reis@unifei.edu.br.

35 Mestre em Educação. E-mail: romulo.ramunch@educacao.mg.gov.br

36 Mestra em Ensino de Ciências e Matemática. E-mail: sabrina.eleuterio@educacao.mg.gov.br

rante para as aulas elaboradas que, por meio de provocações e problemas, da busca pelo conhecimento prévio, da construção conjunta do conhecimento e do diálogo com os alunos, indicam as características de um ensino dialógico e problematizador. Entretanto, também, identificamos compreensões que se distanciam de tal referencial, com a proposição de um ensino de física de abordagem conteudista, o qual desconsidera o papel do aluno no processo de ensino e aprendizagem, concepções essas que se articulam com abordagens metodológicas transmissivas, mais próximas de uma educação bancária.

INTRODUÇÃO

A Física, como ciência, faz-se coeva em situações comuns do cotidiano, mas, ao direcionarmos nossos olhares para o contexto das salas de aula, identificamos um ensino conteudista, em que não são estabelecidas quaisquer relações com o cotidiano. É comum nos depararmos com situações didáticas meramente transmissivas, em que os alunos recebem um conhecimento pronto e acabado que, muitas vezes, reduz-se à aplicação de fórmulas.

Diante desse contexto, são elaboradas diferentes tentativas para a superação desse modelo tradicional de ensino (BELLUCCO; CARVALHO, 2014). Apresenta-se a necessidade de uma educação menos vertical, com maior espaço para o diálogo, em que os alunos possam participar, ativamente, de todo o processo de aprendizagem. Uma educação como essa possibilitaria o desenvolvimento crítico, estimularia a reflexão, a criatividade, o diálogo, além de estabelecer uma maneira genuína de pensar e atuar, proporcionando uma melhor compreensão do mundo e de sua realidade (FREIRE, 1987).

A parceria entre as universidades e as escolas têm contribuído, de maneira expressiva, com a proposição de atividades didáticas que viabilizam a superação das abordagens metodológicas tradicionalmente presentes no ambiente escolar. Por intermédio de programas e de projetos de extensão, por exemplo, os professores em exercício têm a possibilidade de elaborar atividades em conjunto com licenciandos e professores dessas universidades para serem desenvolvidas no ambiente educacional. A troca de experiências, subsidiadas pela reflexão e análise de referenciais teóricos, potencializam o

compartilhamento, a compreensão e a utilização de diferentes metodologias e ferramentas para o processo de ensino e aprendizagem. A exemplo, podemos citar o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) - Subprojeto Física, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), no qual tem delineado suas atividades nas perspectivas da dialogicidade, problematização e autonomia, subsidiadas pelos referenciais freireanos.

O PIBID é um programa proveniente de uma ação da Política Nacional de Formação de Professores do Ministério da Educação (MEC), cuja finalidade é a de fomentar a iniciação à docência, proporcionando aos alunos, de cursos de licenciatura, a aproximação e a reflexão do cotidiano e do contexto das escolas públicas de educação básica. Desse modo, esse programa possibilita que os licenciandos sejam inseridos no seu futuro campo profissional, que é a sala de aula. Nesse espaço, em parceria com os professores da educação básica, existe a oportunidade de elaborar e implementar atividades didáticas que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem. Através da integração entre a educação superior e a educação básica e da articulação entre teoria e prática, esse projeto promove a melhoria da formação inicial dos professores do curso de Licenciatura, além de oferecer uma oportunidade para a formação continuada dos docentes da educação básica diretamente envolvidos (BRASIL, 2010).

O PIBID/Física - UFTM iniciou suas atividades em novembro de 2020, durante o período de pandemia. Em sua estrutura, conta com uma coordenadora de área, dois supervisores, que são professores da Escola Estadual Francisco Cândido Xavier e da Escola Estadual Aurélio Luiz da Costa, ambas situadas em Uberaba-MG, e dezesseis discentes do curso de Licenciatura em Física da universidade. O subprojeto visa a inserção dos licenciandos nessas duas escolas da rede pública de ensino, por meio da interlocução dialógica entre os seus integrantes. Como desdobramento, foram construídas e implementadas atividades de ensino inovadoras que, em concordância com a perspectiva pedagógica apresentada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), possibilitaram a inserção de temáticas cotidianas relevantes no ambiente escolar, por meio de problematizações, com o auxílio de metodologias diferenciadas, que fazem uso de tecnologias digitais, e da produção de materiais e textos didáticos de apoio ao ensino.

Na tentativa de estabelecer um diálogo com as concepções freireanas da educação, o subprojeto de Física do PIBID-UFTM tenta se apropriar daquelas metodologias de ensino que contribuem para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que valorizam a dialogicidade, a problematização e a autonomia dos sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, como a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992). Assim, entre as diversas atividades desenvolvidas no âmbito desse projeto, foram construídos sete planos de aula de sequências didáticas para o ensino de diferentes temáticas relacionadas à Física que utilizam essa metodologia de ensino.

Considerando os aspectos enfatizados, realizamos uma investigação voltada para a análise desses planos de aula elaborados pelos licenciandos do Subprojeto de Física do PIBID-UFTM. Na presente investigação objetivamos responder o seguinte problema de pesquisa: *Como os bolsistas do subprojeto de Física do PIBID-UFTM se apropriaram do referencial freireano e da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos para o planejamento efetivo de sequências didáticas para o ensino de Física?*

Iniciamos essa investigação sabendo das dificuldades de analisar esses documentos – uma vez que esses escritos estão atravessados pelo processo único de aprendizado e pela apropriação de cada um dos bolsistas do subprojeto. Processo esse que ocorreu durante as discussões, (re)elaborações e apreciações realizadas sobre os planos. Apesar de termos ciência de que nem todo esse aprendizado seja, de fato, posto sobre tela, acreditamos que, ao menos, alguns dos fundamentos e das características discutidas, bem como as dúvidas desses bolsistas, foram transpostas para esses documentos, portanto, para responder ao problema de nossa pesquisa consideramos necessário:

- Caracterizar as sequências didáticas, elaboradas no âmbito do Subprojeto de Física do PIBID-UFTM, que utilizam os Três Momentos Pedagógicos como ferramenta didático-pedagógica;
- Analisar a apresentação e o desenvolvimento dos conceitos e características fundamentais da Abordagem Temática e dos Três Momentos Pedagógicos nos componentes básicos dos planos de aula elaborados pelos bolsistas de Iniciação à Docência;

- Desvelar que concepções teóricas subsidiam as metodologias propostas nos referidos planejamentos.

Para tanto, optamos por uma análise na qual fosse possível observar o que emerge dos planejamentos, aproximando textos semelhantes para compreender, a partir da sua recorrência, as concepções apresentadas pelos bolsistas sobre aquilo que discutiram e planejaram realizar em sala de aula, baseado nesses estudos. Compreendemos que esse movimento de (co)relação é bem realizado pela Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016), portanto, optamos por essa análise para realizar os processos descritos acima.

Baseamo-nos, não somente nos referenciais teóricos estudados durante as discussões realizadas com os bolsistas, mas em outros que subsidiam a prática problematizadora e dialógica pretendida pelo subprojeto. Desse modo, esperamos garantir que a nossa análise não exija que os textos analisados vão além das interpretações possíveis que o estudo tenha promovido.

REFERENCIAL TEÓRICO

Na tentativa de caminhar em sentido diferente daquilo que é tradicionalmente proposto nos espaços educativos, Freire (1987) nos indica a possibilidade de promover uma educação que seja problematizadora, dialógica e libertadora – pois, justamente por ser problematizadora, exige ser dialógica, justamente por ser dialógica acaba por ser libertadora. A condição de liberdade em suas obras (FREIRE, 1987; 1996) não se finda em um único indivíduo que, na condição de oprimido, liberta-se ou é liberto pelo opressor – até porque não é de sua valia fazê-lo. A proposição de um diálogo crítico entre os oprimidos exige que eles, assim, descubram-se e que, enquanto comunidade, realizem o processo: “ninguém liberta ninguém, ninguém se liberta sozinho: os homens se libertam em comunhão” (FREIRE, 1987, p. 29).

Na dinâmica de sala de aula, o processo proposto por Paulo Freire exige uma mudança paradigmática – haja vista que o que chamamos de “tradicionalmente proposto” é aquilo que se chama de educação bancária, estabelecida, e muito bem, desde que conhecemos a escola, onde o professor fala de onde, o quê e para que quiser enquanto o aluno escuta. A educação problema-

tizadora e libertadora proposta por ele exige a quebra dessa relação vertical; propõe que o educador se reconheça enquanto educando, que o educando se reconheça enquanto educador e que dialoguem e construam conhecimentos no mundo: “ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p. 39).

Compreendemos que a educação mediatizada pelo mundo, além do sentido óbvio - de que ela ocorre nele - tem outro sentido fundamental: aquele que diz que nós devemos levar em consideração o mundo vivido para pensar o processo educativo. Ou seja, devemos compreender a realidade, contexto e vivências dos alunos e, principalmente, utilizá-los nas atividades que construímos para a sala de aula. A investigação dos temas geradores (FREIRE, 1987) é uma das possibilidades para alcançar esse objetivo. O autor apresenta uma investigação que conduz os envolvidos no processo educativo a temas que emergem da comunidade (escolar) e que, desse modo, seriam trabalhados com base no diálogo.

No Ensino de Ciências, alguns autores realizaram uma transposição da concepção problematizadora e libertadora de educação de Paulo Freire para o seu contexto. Demétrio Delizoicov, José Angotti e Marta Pernambuco apresentaram os Três Momentos Pedagógicos (3MP) enquanto metodologia para sequências programáticas em 1984, sendo, dessa forma, desenvolvido para além daquilo que já havia sido em Guiné-Bissau, em épocas anteriores, por alguns desses e outros pesquisadores (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010).

Nesse contexto, a abordagem de temas pensados para a sala de aula, mas que tem sua origem no nosso cotidiano sem a necessidade de uma investigação temática (FREIRE, 1987), torna-se uma opção para a prática de uma educação freireana e do uso do 3MP. Essa prática, denominada de Abordagem Temática, possui diversas possibilidades de ser realizada (HALMENSCHLAGER, 2011), incluindo aquela proposta por Paulo Freire. Ela exige que o professor realize um movimento de planejamento da sua aula no sentido oposto daquilo que realizamos tradicionalmente.

Para realizar a abordagem de temas, o professor deve pensar o tema a ser proposto para, então, contemplá-lo com alguns dos conteúdos, habilidades e competências pretendidos pela educação escolar. Nesse sentido, seja qual for o caminho escolhido para chegar até o tema, todo o trabalho da sala de aula

deve ser orientado para o seu esclarecimento, discussão e (dis)solução.

Delizoicov e Angotti (1992) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) apresentam uma proposta que busca, para o ensino de ciências, uma metodologia que preconiza a redução de dicotomias que estiveram e continuam presentes nas salas de aula. Assim, como conforme proposto por Paulo Freire, pretende (re)aproximar o cotidiano da escola e valorizar os conhecimentos prévios dos alunos para que eles sejam considerados, enquanto ponto de partida e/ou suporte para a sua aprendizagem. Para que isso ocorra, Delizoicov e Angotti (1992) apontam para a necessidade de que o professor abandone a proposta monológica de comunicação na sala em benefício do diálogo aberto. É sabido que essa proposição é desafiadora aos professores, pois, somos (educadores e educandos) formados desde sempre dentro da proposta bancária, entretanto, é verdade que grande parte das vezes que propusemos debates relevantes, que beiram situações-limites (FREIRE, 1987), os alunos se permitem ao diálogo.

Para iniciar esse desafio, os 3MP são organizados de modo a sermos, inicialmente, capazes de propor o debate. Apoiado sobre a prática freireana, o primeiro momento pedagógico, a Problemática Inicial (PI), tem o intuito de apresentar um problema de complexa solução aos alunos. O problema, seja uma situação cotidiana ou questão de solução em aberto, não apresenta somente uma função motivadora, mas também exploratória, no sentido que é com elas que levantamos os seus conhecimentos prévios. Para além disso, é com o problema que devemos lançar mão do desafio aos alunos, de modo a

[...] gerar no[s] aluno[s] a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo de que a sua solução exige conhecimento que, para ele, é inédito (DELIZOICOV, 2001, p. 132-133).

Desse modo, a ação de problematizar se diferencia da comum ação de realizar perguntas sobre os conteúdos já apresentados aos alunos. Na verdade, a sua lógica é justamente a contrária: problematizamos para construir o conhecimento, não perguntamos sobre aquilo que já transmitimos. Desse modo, é necessário diferenciar os tipos de perguntas que são problemas ou somente a

inquirição dos saberes (ARAÚJO; NIEMEYER; MUENCHEN, 2013).

É fundamental ressaltar que a problematização não se finda nessa primeira etapa da metodologia. Ela deve, constantemente, ocorrer durante as etapas que vêm a seguir, porque, conforme apontamos anteriormente, dialogicidade e problematização estão intimamente relacionadas.

A partir da necessidade, percebida pelos próprios alunos, de “estreadem” um novo conhecimento, é que se inicia o segundo momento pedagógico, a Organização do Conhecimento (OC). É nele que devemos realizar uma discussão mais profunda sobre os conhecimentos científicos necessários para a (dis)solução do problema apresentado durante o primeiro momento. O professor carece promover atividades didáticas, as quais entender convenientes ao tema abordado e adequadas para que sejam desenvolvidos os conceitos, leis e definições objetivados na sequência didática.

O conteúdo programado é preparado em termos instrucionais para que o aluno o aprenda de forma a, de um lado, perceber a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados e, de outro, a comparar esse conhecimento com o seu, para usá-lo para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 55).

Gostaríamos de destacar, aqui, a importância de o professor estar atento ao que se segue nesse momento pedagógico, pois, nele, urge certa atenção quanto ao conceito de dialogicidade presente no referencial adotado. Não por acaso, Delizoicov e Angotti (1992) apontam a natureza “instrucional” das atividades a serem desenvolvidas e, ainda que tenhamos apontado que o professor deve escolher as atividades a serem realizadas – pois não há um roteiro –, há a necessidade da sua adequação ao “desenvolvimento”, jamais à “transmissão” daqueles conceitos, leis, definições, suas histórias e/ou as suas relações com a sociedade e tecnologia.

Esses objetos necessitam ser estudados sempre em vista do tema/problema discutido, desse modo, iniciamos o terceiro momento, a Aplicação do Conhecimento (AC). Nele, o objetivo é que, retornando o problema inicial, os estudantes sejam capazes de realizar uma discussão melhor embasada e mais complexa a respeito do assunto. Para isso, esperamos que os estudantes incorporem os novos conhecimentos àqueles que já existiam e que permanecerem

ou ainda que ocupem lugar daqueles que já não servem mais, tendo em vista tudo aquilo que observaram ao construir o conhecimento científico.

Apesar de ser o último, este momento não deve ser considerado de menor importância; ao contrário, deve ser considerado com significativa relevância, assim como houve com os seus antecessores. Pois, enquanto momento que encerra a temática, ele também deve abrir espaço para novas discussões, que podem ser inauguradas, ou podem contar com desdobramentos do próprio problema inicial, ou ainda pela urgente necessidade de que os alunos sejam capazes de não só compreender aquele conteúdo, mas de realizarem, cada vez mais, leituras críticas do mundo e posicionar-se frente a questões sociocientíficas presentes no seu cotidiano (REIS et al., 2019).

A meta pretendida com esse momento é muito mais a de capacitar os alunos a ir empregando os conhecimentos na perspectiva de induzi-los a articular constante e rotineiramente a conceituação física com situações reais do que simplesmente encontrar uma solução ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas físicas. [...] *É o potencial explicativo e conscientizador das teorias físicas que deve ser explorado* (DELIZOICOV, 2001, p. 144, grifos do autor).

Em adendo, destacamos que, quando denominamos conhecimento científico permanece, para nós, implícito que não abordamos durante todo o processo de Abordagem Temática somente conceitos, equações, leis e definições oriundas de uma única ciência, tendo em vista que um tema possui complexidade superior àquela de um conceito científico e os fenômenos a que serve. Tanto o é assim que não descartamos a possibilidade de que conhecimentos oriundos da tradição permaneçam em diálogo (divergente ou convergente) com aqueles que estão organizados cientificamente, cabendo deixar claro para os alunos que ambos devem respeitar suas esferas.

Deste modo, os 3MP se findam em uma sequência didática, podendo abrir espaço para outras atividades na sua sequência ou ainda no seu próprio interior. Compreendemos que essa metodologia é de complexa assimilação, pois, como afirmamos acima, todos os professores, seja em formação continuada ou inicial, estiveram imersos a sua vida toda na perspectiva bancária de educação, salvo, em verdade, algumas práticas pontuais que participaram. Partiremos desse pressuposto e dos que foram citados acima para realizar a análise pretendida.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho, realizamos uma pesquisa documental, fundamentada em uma abordagem qualitativa (COHEN, MANION e MORRISON, 2001; GODOY, 1995; BOGDAN e BLIKEN, 1994). Como já explicitado, analisamos os planos de aula elaborados pelos bolsistas do subprojeto de Física do PIBID-UFTM durante o primeiro semestre de 2021.

Todas as ações desenvolvidas no subprojeto foram planejadas pelos bolsistas com a orientação dos Supervisores e Coordenadora de Área e avaliadas por todo grupo, em momentos destinados para a análise e debate das atividades planejadas pela equipe, partilhando a responsabilidade coletiva assumida no trabalho. Com isso, a construção dos planos de aula foi orientada por esse entendimento, trilhando o seguinte percurso: inicialmente, os discentes se apropriaram do referencial teórico por meio da leitura de artigos e capítulos de livros que apresentavam os pressupostos freireanos para a educação e a dinâmica dos 3MP. Após vários encontros para análise e discussão desse material, os bolsistas foram orientados para elaborarem um planejamento para aulas de Física que utilizasse os 3MP como metodologia de ensino. A primeira versão dos planos foi socializada pelas duplas para os seus supervisores que apresentaram pontos a serem alinhados com o referencial estudado. Uma segunda versão foi apresentada a toda equipe, momento em que as propostas foram debatidas e, por meio da análise, várias sugestões foram apresentadas. Por fim, após a análise das sugestões apresentadas pelo grupo, os bolsistas realizaram as adequações nos planejamentos, finalizando a sua elaboração.

Como o subprojeto de Física do PIBID da UFTM possui dezesseis alunos de Iniciação à Docência (ID) e os mesmos foram organizados em duplas/grupos para o desenvolvimento das atividades nas escolas, foram elaborados sete planos de aula que utilizaram a dinâmica dos 3MP como metodologia de ensino. Esses planos foram estruturados em sete tópicos: tema da aula; objetivos gerais e específicos; conteúdos abordados; metodologia; recursos didáticos; avaliação e referências. É importante ressaltar que, apesar de os Supervisores e a Coordenadora de Área participarem ativamente de todo o processo de construção dos planejamentos, esse material traduz as concepções e visões dos bolsistas, considerados os protagonistas dessa atividade. Com isso, justificamos a análise desse mate-

rial, uma vez que os planos de aula elaborados traduzem as visões e concepções construídas por esses estudantes sobre o referencial teórico adotado.

Para analisar os dados provenientes desse conjunto de planos de aula, utilizamos a Análise de Conteúdo que, de acordo com Godoy (1995), é um instrumento metodológico que pode ser utilizado para análise de discursos de diferentes naturezas provenientes de todas as formas de comunicação. Bardin (2011) define a Análise de Conteúdo como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 48).

A autora, anteriormente referenciada, apresenta diferentes técnicas para a realização da Análise de Conteúdo, diretamente vinculadas com a forma escolhida para explorar o material. No caso desta pesquisa, utilizamos a análise temática, que consiste em desmembrar o texto em unidades que, por meio de reagrupamentos, dão origem às categorias.

A Análise Temática é realizada em três etapas. Na **Pré-análise**, é estabelecido o contato inicial com os documentos analisados com a finalidade de sistematizar as primeiras ideias sobre o texto através da leitura flutuante. Tendo em vista o seu processo de construção, já tínhamos contato com os planejamentos dos bolsistas. Desse modo, ainda que desejássemos uma “leitura diagonal” dessas produções, realizamos, em verdade, uma leitura para lembrar os seus textos e, especialmente, os seus contextos. Essas produções foram realizadas imersas em discussões que podem nos auxiliar na compreensão daquilo que pretendemos investigar.

Na **Exploração do material**, o texto é codificado através da seleção das “unidades de registro” e “unidades de contexto”, que correspondem ao segmento de conteúdo considerado importante para a pesquisa. Em um primeiro momento, esse material foi dividido, e essas unidades foram identificadas por cada um dos investigadores. Em seguida, realizamos uma metanálise (análise das codificações) com rodadas de discussões a fim de validar as codificações que cada um dos investigadores propôs, o que acreditamos garantir mais

fidedignidade ao processo de exploração em vista dos nossos objetivos de pesquisa.

Após isso, as unidades de registro foram classificadas e agrupadas de acordo com as características comuns, sendo identificadas sob um título genérico – isto é, categorizadas. Foram criadas duas grandes categorias que permaneceram e quatro subcategorias que foram se modificando conforme observamos as suas semelhanças. Desse modo, as duas categorias e o total de nove subcategorias presentes neste trabalho foram propostos a posteriori, emergiram do processo analítico.

Por fim, no **Tratamento dos resultados**, inferência e interpretação as mensagens analisadas foram interpretadas à luz do referencial teórico. O intuito é o de evidenciar aspectos dessas mensagens que vão além de sua superfície, instigando “[...] o investigador por essa atração pelo escondido, o latente, o não aparente, o potencial de inédito (do não dito), retido por qualquer mensagem” (BARDIN, 2016, p. 14). Esse movimento ocorreu a partir da escrita de textos que descrevem e interpretam cada uma das categorias e suas respectivas subcategorias, subsidiadas por unidades de registro e contexto que apoiam ambos os processos (descrição e interpretação). Portanto, realizamos um processo dedutivo que possui a inferência como característica principal. As subcategorias e as unidades potenciais que subsidiam esse tratamento se encontram divididas em suas respectivas categorias, abaixo.

RESULTADOS

A princípio, apresentamos o perfil dos Planos de Aula construídos pelos bolsistas de Iniciação à Docência do PIBID-UFTM, subprojeto de Física. No Quadro 1, trazemos um recorte das principais informações extraídas dos planos, nomeados conforme apresentamos no quadro.

A partir desta apresentação, é possível compreender a estrutura dos planejamentos organizados pelos licenciandos. Como destacado anteriormente, foram analisados 7 planos de aula, sendo 3 planos estruturados para o contexto da E. E. Francisco Cândido Xavier e 4 para a E. E. Aurélio Luis da Costa, ambas parceiras do projeto.

Quadro 1 - Perfil dos planos de aula*Perfil dos planos de aula*

Autores	Tema da aula	Conteúdo abordado	Turma	Nº de aulas	Recursos Tecnológicos	Avaliação
Dupla A	Fenômenos elétricos no cotidiano	Eletricidade	3º ano	6	Simulação do Phet, google forms, PPT no canva	Participação nos momentos síncronos
Dupla B	Como a internet chega aos nossos aparelhos?	Ondas eletromagnéticas	2º ano	8	Simulação do Phet	Participação nos momentos síncronos
Dupla C	Tipos de energia: o conhecimento físico para entender energias no movimento com uma abordagem dos 3 momentos	Energia	Não especificou	Não especificou	Simulação do Phet	Participação nos momentos síncronos
Dupla D	A relação entre a pressão e a temperatura	Calor e temperatura	2º ano	7	Google Forms, vídeo do Youtube, Simulação do Phet, PPT no canva	Participação nos momentos síncronos e análise dos questionários
Dupla E	Conceitos iniciais da Cinemática e Dinâmica por meio da simulação do PHET.	Mecânica e Dinâmica	1º ano	6	Google Forms, Google Classroom, Google Meet,	Participação nos momentos síncronos e análise dos questionários
Dupla F	Fenômenos eletrostáticos no dia a dia	Eletricidade	Não especificou	Não especificou	Google Meet, Google Forms Simulação do Phet, Materiais para experimento	Participação nos momentos síncronos, análise do questionário aplicado e lista de exercícios com questões de ENEM e vestibulares, valendo nota.
Dupla G	O impacto das telas em nossas vidas.	Luz	2º e 3º ano	Não especificou	MaindMeinster - Mapa conceitual, simulação do phet,	Participação nos momentos síncronos e análise dos mapas conceituais

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pontos importantes que podemos ressaltar, a partir da análise do Quadro 1, é que, em determinados planos, os bolsistas deixam clara a intenção de relacionar o conteúdo diretamente com o cotidiano dos alunos, como nos planos escritos pelas duplas B e G, por exemplo, indo ao encontro com o que o Libâneo (1994, p. 224), enfatiza: “Por objetividade, entendemos a correspondência do plano com a realidade à que se vai aplicar. não adianta fazer previsões fora das possibilidades humanas e materiais da escola, fora das possibilidades dos alunos”. Em outros, como nas duplas D e E, percebemos uma abordagem mais voltada ao conteúdo, o que não quer dizer que não foram estabelecidas relações com o cotidiano em sala de aula, uma vez que, neste trabalho, analisamos a construção dos planos, e não a sua implementação.

Além disso, enfatizamos a presença de diferentes recursos tecnológicos utilizados nas atividades didáticas elaboradas pelos bolsistas, o que pode ser justificado pelo momento de pandemia que estamos vivenciando. É certo que não foi uma tarefa fácil para os bolsistas construírem os planos de aula em um contexto de ensino remoto, por outro lado, esses desafios foram importantes para que eles pudessem vivenciar o dinamismo que é a rotina de um professor.

Com relação à metodologia utilizada, os bolsistas se preocuparam em deixar claro a presença dos 3MP nos planos, enfatizando as atividades que seriam desenvolvidas em cada momento. Foram mencionados os recursos utilizados em cada etapa, como vídeos, reportagens, além de inserirem as problematizações que seriam realizadas. Foi possível, ainda, perceber que os licenciandos se preocuparam em demonstrar de que forma esperavam interagir com os alunos, mesmo que pautadas por uma percepção mais transmissiva em alguns casos, o que já era esperado devido à formação recebida na educação básica que, possivelmente, seguiu os moldes de um ensino transmissivo.

Apresentado o perfil dos planos de aula construídos, no próximo subitem, realizamos a análise dos dados emergentes desse material. De modo geral, a análise de conteúdo prevê a construção de categorias, a partir das etapas delimitadas no tópico anterior. Durante esse processo, percebemos que surgiram subagrupamentos dentro de cada categoria, que foram organizados em subcategorias, cujos dados são explorados a seguir.

Mundo, temas e conteúdos

A primeira categoria que emerge da análise empreendida diz respeito à compreensão dos bolsistas a respeito do conceito de Tema (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002), estudado durante o processo formativo do subprojeto. De modo geral, almejamos interpretar como os bolsistas compreendem a função dos componentes básicos do plano (Tema, Objetivo, Conteúdos, Metodologia etc.) na produção de uma sequência didática baseada na Abordagem Temática que pretendíamos quando iniciados os nossos estudos.

Durante a análise, observamos que essa categoria guarda íntima relação com o modo no qual esses bolsistas pensam os conceitos científicos e a que eles servem em aulas que preconizam uma discussão mais ampla do que aquela tradicionalmente realizada na sala de aula. Grande parte das unidades percebidas durante o processo analítico se encontram nos itens “Tema”, “Objetivo” e “Conteúdos a serem abordados”, oriundas das sequências didáticas por eles planejadas. Desse modo, emergiram as subcategorias que se encontram no Quadro 2. Os números presentes no Quadro quantificam os excertos provenientes dos planos de aula e que deram origem a cada subcategoria.

Quadro 2 - Categoria Mundo, Temas e Conteúdos e suas subcategorias.

<i>Mundo, Temas e Conteúdos</i>								
	Dupla A	Dupla B	Dupla C	Dupla D	Dupla E	Dupla F	Dupla G	Total geral
Abordagem Temática	2	4	1	1	1	1	5	15
Exemplificações e relações	2	1	0	1	1	4	1	10
Conceitos científicos isolados	2	1	4	2	3	1	2	15
Total geral	6	6	5	4	5	6	8	40

Fonte: Elaborado pelos autores.

Compreendemos que essas três subcategorias funcionam como uma espécie de escala, de modo que **Abordagem Temática** é a que mais se aproxima da abordagem que esperamos que os bolsistas utilizassem nas aulas planejadas. Uma primeira percepção é de que os bolsistas compreendem que as aulas orientadas pela perspectiva educacional freireana e a Abordagem Temática têm o mundo real, a vida e os cotidianos dos alunos como ponto de partida:

“[...] como a **internet** “viaja” de um **modem** para os **aparelhos eletrônicos da casa** ou até mesmo como a própria **internet chega no modem**” (Dupla B, grifos nossos).

Além dessa compreensão, os bolsistas também perceberam a necessidade de que o tema não se baste na sua função motivadora, mas que sirva também como ponto de partida para uma discussão mais profunda. Dessa forma, há uma relação em que os conceitos científicos servem ao tema:

“Responder [...] as problematizações iniciais **utilizando a física e discussão dos temas abordados**” (Dupla G).

Em especial nessa unidade, vale ressaltar a não exclusão dos “temas abordados” em detrimento da Física pura para que os alunos construam as respostas esperadas pelos bolsistas. Os diversos conhecimentos, os levados pelos alunos à sala de aula e aqueles que foram construídos dentro dela, podem contribuir para as discussões planejadas. Assim, os bolsistas também exploram uma diversidade de conceitos (científicos ou não) e promovem uma discussão mais rica a respeito da temática e dos fenômenos nela identificados.

A asserção acima é corroborada pela identificação de, pelo menos, mais uma unidade que demonstra a sapiência dos bolsistas que a abordagem temática não deve se bastar somente na Física a ser discutida, mas realizar conexões com as outras disciplinas escolares com o objetivo de enriquecer e relacionar os conhecimentos científicos de diferentes áreas na compreensão de um tema presente no cotidiano:

“A 1º etapa da atividade será a problematização **através do tema de esportes radicais**, mais precisamente o skate, o tema pode ser ligado com a educação física **permitindo uma interdisciplinaridade** [...]” (Dupla C, grifos nossos).

Em que pese o contexto, há, de fato, a necessidade de os bolsistas deixarem mais claro como o processo destacado deverá ocorrer, contudo é explícita a percepção de que a Abordagem Temática é rica em possibilidades interdisciplinares.

A subcategoria que se encontra no meio é aquela que fala sobre as **Exemplificações e relações** planejadas pelos bolsistas a fim de tornar os conceitos estudados mais próximos do cotidiano dos alunos. Entretanto, esse movimento proposto pelos bolsistas tem seu sentido contrário daquele obser-

vado na subcategoria anterior. Nela, observamos que as exemplificações e relações temáticas acontecem ao fim da discussão ou transmissão dos conceitos científicos:

“Diferenças entre condutores e isolantes; Eletrização por atrito, indução e contato; Processo de polarização nos isolantes; **Exemplos de aplicações de eletrização no cotidiano**” (Dupla F, grifos nossos).

É interessante destacar que os excertos que subsidiam a elaboração dessa subcategoria foram retirados dos mesmos planos em que foram identificados os trechos que deram origem à subcategoria Abordagem Temática. Ou seja, apesar de os bolsistas compreenderem o significado dessa abordagem para as aulas de Física e estruturarem as sequências didáticas a partir de temas presentes no cotidiano dos estudantes, em alguns trechos, esse mesmo tema é apresentado para, simplesmente, exemplificar o conteúdo físico explorado:

“**Compreensão dos conceitos relacionados a eletrostática e sua relação com o cotidiano**; Compreensão dos fenômenos naturais; problematizar e refletir os conceitos de cargas elétricas, processos de eletrização; conhecer a série triboelétrica” (Dupla A, grifos nossos).

Vale salientar, ainda, que as unidades dessa subcategoria foram identificadas de forma majoritária nos itens objetivos (gerais e específicos) e conteúdos abordados nas aulas. Assim, destacamos que, apesar de os bolsistas estruturarem as sequências didáticas articuladas aos temas, estes, ainda, destacam a aprendizagem dos conteúdos físicos como objetivo primordial das aulas. Nesses trechos, não identificamos referências à contribuição do ensino de Física para a formação mais ampla dos estudantes, que os capacitem para participação em processos de tomada de decisão, por exemplo.

Por fim, a terceira subcategoria é chamada **Conceitos físicos isolados** e, como o próprio nome diz, indica a abordagem de conteúdos de forma desarticulada ao tema explorado nas aulas. Do mesmo modo que na subcategoria anterior, os trechos selecionados são provenientes dos mesmos planos de aula em que é identificada a tendência da Abordagem Temática.

Em determinados trechos dos planos de aula, compreendemos que alguns licenciandos não conseguiram superar aquela concepção que chamamos de tradicional, em que o ensino de Física visa apenas a aprendizagem de con-

teúdos, sem que este ensino contribua para a construção de novas percepções e compreensões sobre os contextos social, político, econômico e/ou ambiental nos quais os estudantes estão inseridos:

“Compreender a energia ligada ao movimento de um corpo; **compreender e aplicar a equação ligada a energia cinética ($E_c=mv^2$)**; compreender que todo corpo a possui uma energia ligada com a altura do corpo em relação a superfície da terra; **compreender e aplicar a equação liga a energia potencial $E_p=mgh$** ” (Dupla C, grifos nossos).

De acordo com o trecho do plano de aula construído pela Dupla C, o propósito primordial da sequência didática está centrado em uma abordagem estritamente conteudista, que pouco se articula com os propósitos de uma educação dialógica e problematizadora almejada pelos 3MP. Apesar de elaborarem uma sequência didática centrada em temas cuja abordagem metodológica promove o debate e a problematização de situações cotidianas, alguns bolsistas não veem esta como uma possibilidade de almejar objetivos mais amplos do que a aprendizagem conteudista. O trecho a seguir é outro exemplo desse tipo de abordagem:

“Compreender, discutir **conceitos relacionados à Cinemática e Dinâmica** com apoio de simuladores computacionais; aprender a **relação das fórmulas**; conhecer as **grandezas físicas** e suas unidades; conhecer as causas dos movimentos” (Dupla E, grifos nossos).

Outro aspecto que merece destaque é que uma parte dos trechos agrupados nessa subcategoria foi identificada no Segundo Momento Pedagógico, ou seja, na Organização do Conhecimento. Após problematizar o tema nas primeiras aulas, os bolsistas apresentam dificuldades em relacionar o tema problematizado com os conteúdos a ele relacionados:

“Envio de slide-card via classroom, trazendo os conceitos da eletrostática e as curiosidades do cotidiano. **Será apresentado a série triboelétrica, para que os alunos tenham noção** que diferentes materiais ao serem atritados” (Dupla A, grifos nossos).

Ou seja, o que observamos, em determinados casos, é que o momento voltado para a organização do conhecimento é abordado a partir de uma perspectiva centrada, exclusivamente, em conteúdos. Esses planos não deixam claros como serão construídas relações com o tema problematizado em aulas

anteriores. Essa escolha pode diminuir a potencialidade dialógica das atividades, tendo em vista que, nesses casos, o único detentor do conhecimento a ser discutido é o professor. Nesse contexto, pode-se ocorrer uma diminuição da relação entre professor e alunos, reduzindo a riqueza de interações que poderíamos observar. Assunto esse que é dado pela nossa segunda categoria.

Interação professor-aluno

A segunda categoria diz respeito à forma pela qual os bolsistas compreendem a interação professor-aluno no processo de ensino e aprendizagem durante o desenvolvimento das aulas que utilizam os 3MP como metodologia de ensino. A partir dela, compreendemos como os bolsistas utilizam o referencial teórico para construir a sequência didática e quais fundamentos e características do referencial freireano e dos 3MP são descritos explicita e implicitamente por eles enquanto descrevem o planejamento das aulas.

Durante a construção da categoria percebemos que os excertos organizados são provenientes, em sua maioria, dos itens “Aspectos Metodológicos” e “Avaliação” dos planos de aula. O que, logo em primeira mão, faz sentido àquilo que ela nos permite compreender: como os bolsistas entendem o processo de ensino-aprendizagem que, compreendemos, é composto da descrição do processo – a metodologia – e a importância da sua avaliação e recuperação da aprendizagem – a avaliação – para a sua retomada e continuidade. Emergiram seis subcategorias cujos excertos identificados nos planos de aula analisados são quantificados no Quadro 3.

Quadro 3 - Categoria Interação Professor-Aluno e suas subcategorias.

<i>Interação Professor-Aluno</i>								
	Dupla A	Dupla B	Dupla C	Dupla D	Dupla E	Dupla F	Dupla G	Total geral
Provocações e problemas	1	1	3	0	0	1	0	6
Busca pelo conhecimento prévio	0	1	1	0	0	0	1	3
Construção conjunta	1	1	2	1	0	1	1	7
Diálogo com os alunos	0	3	0	1	1	0	1	6
Perguntas e Exercícios	1	0	0	0	1	1	0	3
Transmissão do conteúdo	0	1	2	0	0	1	0	4
Total geral	3	7	8	2	2	4	3	29

Fonte: Elaborado pelos autores.

As quatro primeiras subcategorias apresentadas pelo Quadro 3 articu-

lam-se, diretamente, com os pressupostos teóricos e metodológicos dos 3MP. Por meio de provocações e problemas, da busca pelo conhecimento prévio, da construção conjunta do conhecimento e do diálogo com os alunos, os bolsistas revelam as características de um ensino dialógico e problematizador. Por outro lado, as duas últimas articulam-se com abordagens metodológicas de cunho mais transmissivo, mais próximas de uma educação bancária que desconsidera o papel do aluno no processo de ensino e aprendizagem.

Na categoria **Provocações e Problemas**, estão reunidos os trechos que indicam que os bolsistas pretendem utilizar de recursos semelhantes àquilo que propomos enquanto problematização (FREIRE, 1986) para instigar a participação dos alunos no decorrer das aulas. É interessante destacar que os bolsistas utilizam recursos didáticos diversificados para atingirem as provocações e/ou apresentarem os problemas para os quais os alunos devem argumentar:

Iremos **encaminhar para os alunos uma história em quadrinhos** e também a **reportagem** “Homem morre após ser atingido por um raio próximo a represa na grande Curitiba” **para instigar os alunos** sobre o conteúdo **antes da problematização** (Dupla A, grifos nossos).

A partir das unidades de registro coletadas, observamos que os bolsistas incluem uma preocupação em trazer para as aulas, além de temáticas, em sua maioria, presentes com recorrência no cotidiano dos alunos, objetos e uma linguagem mais próxima daquela que é falada pelos alunos, facilitando a ação problematizadora, tendo em vista que não só o tema, mas também a sua abordagem, se torne mais familiares. Verificamos essa preocupação também no excerto da Dupla F:

Iniciamos a atividade apresentando a simulação “John Travoltagem” aos alunos. O intuito aqui é que os alunos percebam que é o atrito com o tapete que faz com que a eletricidade seja transferida para o “John Travolta”. Aqui o(a) professor(a) pode perguntar para os alunos: **Será que todos os materiais que atritamos "arrancam" eletricidade e passam de um para o outro?** Essa pergunta não precisa ser respondida agora (Dupla F, grifos nossos).

“Hipotetizamos” que não é por acaso a escolha do verbo “arrancar”, tão pouco a presença das aspas para apresentá-lo. Acreditamos que ambos são

uma vulgarização do conceito de eletrização que, futuramente, será construído junto com os alunos durante as discussões. Aqui, é interessante ressaltar, também, o contexto da unidade. Ela se encontra escrita no segundo momento pedagógico, a OC, o que nos indica a presença de um processo de problematização que não se finda na PI.

Já a categoria **Busca pelo conhecimento prévio** está ligada à premissa de levar em consideração as vivências dos alunos, e não os considerar como “tábuas rasas”, que não possuem conhecimento sobre o tema da aula. Conforme apresentado pelo Quadro 3, apenas três excertos evidenciaram a preocupação de conhecer os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema explorado, cujas vozes fariam parte na construção do conhecimento.

“[...] “você sabe como eles fazem essas manobras?” “por que eles ficam tão rápidos quando descem a mega rampa?” através das respostas deles **perceber os conhecimentos prévios que eles possuem, problematizá-los de forma que eles precisem de novos conhecimentos para responder as perguntas**” (Dupla C, grifos nossos).

A partir do trecho acima, percebemos que os bolsistas deixam claro a iniciativa de envolver os alunos na construção do conhecimento e apresentam diferentes recursos para auxiliar o alcance desse objetivo, como formulários do Google, abarcando questionamentos norteadores, programas para construção de mapas mentais, entre outros. Mais importante, ainda, é a consideração de que o movimento de problematização, em se tratando dos 3MP, não deve servir somente para levantar os conhecimentos prévios, mas também para que os alunos percebam a necessidade de discutirem novos conhecimentos, que dá sentido ao segundo momento pedagógico (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

Nessas duas subcategorias, grande parte dos excertos são provenientes do Primeiro Momento Pedagógico. Portanto, consideramos que os bolsistas conseguem demarcar essa etapa como um momento propício para o resgate do conhecimento prévio dos alunos, tão importante para a construção do “novo conhecimento”, além de lançar mão de problemas que instiguem os estudantes, através dos quais, esse conhecimento prévio pode ser identificado e comparado.

A terceira subcategoria, nomeada como **Construção conjunta**, reúne o maior número de excertos provenientes de seis planos, dos sete analisados.

Por meio dessa subcategoria, ressaltamos a intenção dos bolsistas em construir o conhecimento de forma conjunta com os alunos, que são convidados para participarem de discussões e debates sobre o tema e conteúdo explorados nas aulas.

“[...] para que assim **possamos construir juntos** o conceito inicial de interferência, que iremos finaliza-lo a última aula [...]” (Dupla B, grifos nossos).

Interessante mencionar que a maioria dos trechos dessa subcategoria são identificados na descrição do Segundo Momento Pedagógico. Assim, os bolsistas compreendem que a sistematização de conhecimentos e de conteúdos científicos não, necessariamente, precisa ocorrer de forma verticalizada, ou seja, aqueles que detêm o conhecimento o depositam nos educandos (FREIRE, 1987). Outra característica relevante é que, mesmo naqueles planos que possuem uma abordagem mais conteudista, os bolsistas enfatizam e valorizam a participação dos alunos na construção desse novo conhecimento.

Já a subcategoria **Diálogo com os alunos** evidencia a preocupação dos bolsistas em que todo o processo seja pautado pelo diálogo. Assim, esses estudantes são valorizados e convidados a terem voz ativa nas atividades propostas.

“O foco será **dialogar com os alunos** a fim de conduzi-los ao tema proposto (Sono x Tela)” (Dupla G, grifos nossos).

No trecho anterior, os verbos "dialogar" e "conduzir" mostram que os bolsistas se preocupam em proporcionar uma participação dos alunos nas aulas de forma mais ativa e reforçam a preocupação com relação à compreensão do tema da aula pelos alunos. De fato, a construção do conhecimento através do diálogo é uma das características centrais dos pressupostos freireanos para a Educação. Pensando na dinâmica de sala de aula, os diferentes momentos dos 3MP visam garantir a interação dialógica entre educador e educando, de forma que este é compreendido como o caminho promissor para a construção do conhecimento.

Ao contrário das subcategorias anteriores, as próximas duas são articuladas a uma perspectiva que pouco valoriza a presença e a participação do aluno no contexto de sala de aula. Com isso, os excertos selecionados in-

dicam a perspectiva de um ensino verticalizado, do professor para o aluno. Entretanto, cabe ressaltar que, das 29 unidades que compõem essa categoria, apenas 7 estão nessas duas subcategorias.

A subcategoria **Perguntas e Exercícios** apresenta a utilização desse tipo de recurso em diferentes etapas dos 3MP, inclusive no momento da Problematização Inicial:

“A problematização inicial será feita através de um **questionário do Google forms**, na qual iremos colocar questionamentos a serem respondidos pelos alunos” (Dupla E, grifos nossos).

No trecho, os bolsistas destacam que será utilizado um questionário para a problematização inicial, dando indício para a possibilidade de que sejam utilizadas perguntas ao invés de problemas. Além disso, a perspectiva de que os alunos participem apenas desse momento de resposta do questionário, sem indicar de que forma o mesmo será utilizado ou se será estabelecido algum tipo de diálogo a partir das respostas.

Por fim, a subcategoria **Transmissão do Conteúdo** está relacionada a uma perspectiva mais tradicional, em que o professor é o responsável por transmitir o conhecimento para os alunos. Os excertos que constituem essa subcategoria fazem parte das descrições do Segundo e Terceiros Momentos Pedagógicos. Assim, apesar de problematizar os temas no Primeiro Momento, alguns bolsistas dão continuidade à atividade com aulas de transmissão de conteúdo.

“Nesse momento **será apresentado** em aula aos alunos o vídeo “Por que a panela de pressão explode?” do canal do YouTube “PET-EQ UFSCar”. Além do vídeo, **será disponibilizado e apresentado** um material complementar em formato de “Card”, sendo ele sobre Termologia, como também **será utilizado slides em PowerPoint** para apresentação do conteúdo” (Dupla D, grifos nossos).

No plano de aula do qual foi retirado o excerto anterior, propõe-se realizar uma problematização acerca da explosão de uma panela de pressão. Entretanto, na continuidade, será utilizado um vídeo que explica o motivo da explosão (“Por que a panela de pressão explode?”) para, em seguida, apresentar os conteúdos relacionados através de uma apresentação de slides. Com isso, inferimos que os alunos não são convidados a participarem desse momento, sendo que devem receber o conteúdo passivamente, haja vista que

o próprio vídeo responderá à problematização, e não os alunos o farão. Da mesma forma, o trecho a seguir revela a mesma concepção:

“[...] para que possamos assim começar uma simulação no PHET, **para mostrar aos alunos** a maneira como as ondas “atravessam” as paredes” (Dupla B, grifos nossos).

Nesse excerto os bolsistas usam o verbo "mostrar" para planejar como a discussão dos conceitos será realizada. Ainda que não tenhamos clareza do que esse verbo pode significar para os bolsistas, parece-nos que ele está mais alinhado com uma ideia de apresentação dos conceitos científicos, e não à sua construção, como podemos verificar também na dupla C:

“Após isso[,] (sic) o professor **precisa mostrar uma maneira de aumentar sua velocidade e explicar os conceitos físicos ligados às energias presentes** neste simulador mudar para a simulação com o medidor para melhor **demonstração dos conceitos**” (Dupla C, grifos nossos).

Acreditamos que essa unidade corrobora o argumento anterior, tendo em vista que, logo em seguida ao primeiro grifo demarcado, temos a declaração dos bolsistas, de que esta seria a melhor forma de “demonstrar os conceitos”. Ademais, afirmamos, por algumas vezes, durante o texto, que há de se atentar à ausência de explicações mais detalhadas, por parte dos planejamentos, sobre como alguns processos dialógicos e problematizadores devem acontecer, o que permite somente que sejamos capazes de inferir o processo pretendido pelos bolsistas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desta pesquisa foi o de investigar como um grupo de professores em formação inicial se apropria do referencial freireano e da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) e as utiliza no planejamento efetivo de sequências didáticas, para o ensino de física no Ensino Médio. Assim, foram analisados sete planos de aula produzidos por bolsistas do Subprojeto de Física do PIBID da Universidade Federal do Triângulo Mineiro que apresentaram propostas de sequências didáticas para o ensino de

Física que utilizavam as dinâmicas dos 3MP.

De forma geral, concluímos que os bolsistas compreendem como as aulas de Física devem ser estruturadas a partir dessa ferramenta didático-pedagógica. As três etapas previstas pelos 3MP são bem delimitadas nos planejamentos e as atividades propostas para cada momento estão consonantes com o apresentado pela literatura, mesmo que, em alguns planos, tenhamos observado uma menor apropriação dos pressupostos deste referencial por parte dos bolsistas. O que pode ser justificado pela falta de apropriação com a metodologia, pois, para alguns, era o primeiro contato com o 3MP.

Identificamos que, na maior parte dos planos, ainda há uma dificuldade em compreender o significado de uma Abordagem Temática para o ensino de Física e como se dá a relação dos temas com os conceitos e conteúdos físicos. Assim, apesar de estruturarem as sequências didáticas através de um tema, parte dos bolsistas têm dificuldades para superar aquela concepção de ensino conteudista, em que a aprendizagem dos conteúdos é, unicamente, fundamental. Fato que é corroborado pelas unidades identificados nos itens “Tema”, “Objetivo” e “Conteúdos a serem abordados” dos planos de aula e que indicam a tendência de valorizar ou, até mesmo, priorizar a aprendizagem dos conteúdos da física antes de qualquer outro objetivo que possa indicar uma formação para a vida. Por outro lado, não podemos desconsiderar que as sequências didáticas foram estruturadas ou articuladas a um tema de relevância cotidiana, uma vez que, na descrição metodológica das aulas, identificamos unidades que indicam a abordagem de temas, principalmente, no primeiro momento pedagógico, ou seja, quando o tema é problematizado e os alunos convidados a participarem de um diálogo.

Nos parece claro que os bolsistas compreendem a metodologia dos 3MP e o objetivo de uma educação problematizadora e dialógica, entretanto, ao colocá-los em tela, estruturando uma atividade a partir dele, optam por verbos que estão dissonantes daquilo pretendido por ela, por exemplo. Cabe, portanto, uma investigação da prática executada, uma vez que, a partir dela, é possível que identifiquemos se esse é um problema do uso da linguagem ou do referencial em si.

Outro aspecto relevante é a relação que os bolsistas pretendem estabelecer com os alunos que participarão desse processo de ensino e aprendi-

zagem. Na maior parte das unidades identificadas, percebemos a pretensão de estimular a participação desses alunos ao longo das aulas. Desse modo, os bolsistas indicam que serão utilizados provocações e problemas, a busca pelo conhecimento prévio, a construção conjunta do conhecimento e o diálogo com os alunos nas diferentes etapas estabelecidas pelos 3MP, de forma a incentivar o envolvimento e a participação dos estudantes nos diferentes momentos previstos.

Com esse processo analítico, podemos dizer que os professores, em formação inicial, autores desses planos de aula, estão vivenciando um processo de ressignificação do ensino de Física. Ao serem apresentados a uma nova perspectiva teórica que os convida a repensar as aulas de física, percebemos, através da análise dos materiais por eles produzidos, que eles compreendem como a ferramenta didático-pedagógica deve ser utilizada e traz concepções que se articulam a um ensino dialógico e problematizador. Entretanto, ainda, é possível identificar que essa perspectiva convive com uma concepção de ensino mais tradicional, preocupado com a transmissão e aprendizagem de conteúdos em detrimento de outras perspectivas mais amplas.

Esses resultados revelam a importância de programas como o PIBID para a formação de futuros professores, tendo em vista que, através desse processo, os mesmos são convidados a pensarem e refletirem sobre o processo de ensino e aprendizagem, apropriando-se de novas formas e de métodos para ensinar. Programas como esse, quando acontecem com bolsistas ingressantes em cursos universitários, podem promover discussões que permitam que eles iniciem um processo de desconstrução sobre os objetivos da educação e do ensino do conhecimento científico desde o início de sua vida acadêmica.

Diante do exposto, abrem-se novas possibilidades para a ampliação deste estudo, uma vez que é possível investigar como se dará o processo de implementação das sequências didáticas elaboradas, seja através do acompanhamento das aulas, ou, ainda, através da realização de entrevistas ou grupos focais com os bolsistas após vivenciarem essa experiência. Assim, será possível compreendermos como o planejamento é colocado em prática e como o referencial teórico freireano e da metodologia dos 3MP subsidia as ações desses futuros professores em sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. B.; NIEMEYER, J.; MUENCHEN, C. Uma análise dos trabalhos presentes nos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF): problematizações ou perguntas? *In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS*, 4., 2013, Girona. **Anais...** Girona, 2013.
- BELLUCO, A., CARVALHO, A. M. P. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Cad. Bras. Ens. Fis.**, v. 31, n. 1, p. 30-59, abr. 2014.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 3ª reimpressão da 1ª edição de 2016. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- _____. Decreto nº 7.219, de 24 de junho de 2010. Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID e dá outras providências. Diário Oficial da União, n. 120, seção 1, p. 4-5, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7219.htm. Acesso em: 04 fevereiro de 2022.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in Education**. London: Routledge Falmer, 2000.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática docente**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: Tipos e Fundamentos. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995. <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>
- HALMENSCHLAGER, K. R. Abordagem Temática no ensino de ciências: algumas possibilidades. **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 7, n. 3, p. 10-21, 2011.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez. 1994.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os Três Momentos Pedagógicos: um olhar histórico epistemológico. *In: ENCONTRO DE PESQUISA DE ENSINO DE FÍSICA*, 12., Águas de Lindóia, **Anais...** Águas de Lindóia, 2010.
- REIS, P. et al. Queremos a nossa ribeira de volta! O empoderamento dos alunos para uma iniciativa de ação coletiva. *In: WATANABE, G. (Org.). Educação científica freireana na escola*. São Paulo: Editora da Livraria da Física, 2019, p. 53-71.

CAPÍTULO 4



EXPOSIÇÃO ITINERANTE EM FÍSICA: CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO NÃO-FORMAL PARA O ENSINO FORMAL

Isabel Cristina de Castro Kondarzewski³⁷

Alice Assis³⁸

Henrique Buday³⁹

CONSIDERAÇÕES INICIAIS: ao longo dos anos de 2015 e 2016, desenvolvemos exposições itinerantes em física, próprias de ensino informal, e aplicamos em ambientes formais. Buscamos investigar a possibilidade de contribuição entre esses diferentes espaços. É crescente o número de pesquisas que propõem o uso de atividades de divulgação científica como recurso importante para o ensino de ciências e, dentro dessa linha, há trabalhos que estudam como as atividades poderiam ser potencializadas dentro da educação básica. Fundamentados nos indicativos da teoria de Vygotsky, neste trabalho, investigamos uma exposição itinerante apresentada dentro da escola, avaliando o desenvolvimento do processo interativo e as emoções desencadeadas. Os dados indicam diferentes momentos em que as emoções positivas são observadas e os constructos característicos de um processo interativo com perfil instrucional. Esses dados nos permitiram inferir que essas atividades lúdicas, típicas do ensino informal, podem ser utilizadas na educação básica, com grande potencialidade para auxiliar no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

37 Doutorado em Educação para a Ciência (UNESP/ Bauru). Licenciada em Física (UNESP/ Guaratinguetá). E-mail: isabel.castro@unesp.br

38 Doutorado em Educação para a Ciência (UNESP/ Bauru). Licenciada em Física (UNESP/ Bauru). E-mail: alice.assis@unesp.br

39 Mestrado em Ensino de Ciência (UNIFEI). Licenciado em Física (UNESP/ Guaratinguetá). E-mail: henrique_buday@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Os conhecimentos científico e tecnológico têm recebido cada vez mais importância na forma com que a sociedade se organiza. Tal avanço acontece em um ritmo acelerado e há cada vez mais a necessidade de instrumentalizar os cidadãos, a fim de que possam usufruir e analisar com criticidade os avanços científicos e tecnológicos e sua relação com o desenvolvimento ambiental, por exemplo. Encontrar formas de socializar o conhecimento acumulado historicamente pelo ser humano no âmbito do ensino básico formal deve ser um dos objetivos de uma educação que se proponha a essas metas. Nesse cenário, o Ensino de Ciências tem papel fundamental na construção de valores, tais como a compreensão de que o conhecimento científico sistematizado é fruto da construção humana e que o desenvolvimento social passa, diretamente, pela compreensão de como a ciência pode ser utilizada na sociedade.

A nova BNCC - Base Nacional Comum Curricular (MEC, 2017) traz em sua estrutura, tanto do Ensino Fundamental como no Ensino Médio, um conjunto de habilidades que sugerem a importância das práticas para a aprendizagem de Ciências, conforme salientam Sasseron (2018) e Freguglia (2021), o que pode ser exemplificado a partir da própria BNCC. Nela, é possível verificar o quanto é enfatizada a relevância do desenvolvimento da capacidade de analisar, discutir, argumentar e realizar previsões nas atividades propostas aos alunos. As práticas, certamente, podem ser desencadeadas a partir de diferentes metodologias, contudo, neste trabalho, apresentamos a investigação de uma prática que envolve a divulgação científica dentro do espaço formal de ensino.

Autores, como Gaspar (1993) e Vieira et al (2005), indicam os museus e centros de ciências como importantes espaços de divulgação científica, capazes de promover a aprendizagem em ciências, despertando o interesse e o desenvolvimento do processo interativo. Oliveira, Silva e Monteiro (2014) destacam as exposições itinerantes com semelhanças significativas aos Museus e Centros de Ciências, pois também apresentam grande interação social e ludicidade, porém com a vantagem de facilitar a mobilidade aos objetos expostos até mais próximos do público. Para os autores, as exposições itinerantes permitem que parte do acervo dos museus e centros de Ciências possa

chegar a regiões mais distantes e de difícil acesso. Envolvem, geralmente, um público bastante heterogêneo, com diferentes faixas de idades e graus de escolaridades. Além disso, os objetos do acervo precisam apresentar certas peculiaridades para que possam chamar a atenção desse público.

O trabalho de Cascais & Terán (2011) defende a aliança entre os diferentes espaços educativos, escola formal, museus, zoológicos, parques e outras tantas modalidades de educação, onde se desenvolve a divulgação científica, de maneira a fortalecer os quatro pilares indicados no relatório da UNESCO sobre a Educação para o século XXI. Para isso, a escola tem de incorporar tais atividades em seu planejamento anual, como auxiliar ao processo de ensino e aprendizagem, e não somente como lazer. Contudo, dificuldades como distância, custo e responsabilidades adicionais no transporte dos alunos têm sido elencadas como obstáculos às excursões aos Museus e Centros de Ciência (MCC). Uma alternativa similar, que pode facilitar esse processo, é a exposição itinerante na escola.

Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa de mestrado (OLIVEIRA, 2017) em que foi realizada uma investigação sobre essa modalidade de divulgação científica, com características dos objetos de exposição dos MCC, em uma escola de Educação Básica. Utilizamos a teoria de Vigotski como referencial de análise em relação ao processo interativo e às emoções desencadeadas ao longo de uma exposição itinerante.

REFERENCIAL TEÓRICO

Em um espaço não-formal, como os Museus e Centros de Ciências (MCC), onde espera-se que a divulgação científica possa acontecer de forma a promover a alfabetização científica, é necessário que observemos os processos interativos socioculturais presentes nesses ambientes. Gaspar (1993) já destacou a necessidade de um referencial teórico que seja capaz de tratar da possibilidade da ocorrência efetiva do processo de ensino e de aprendizagem nesse espaço, a viabilidade do ensino não-formal de ciências e uma possível interação entre esse ensino não-formal de ciências com o ensino formal. O autor propõe a teoria de Vigotski como o referencial mais adequado para o

estudo dos processos de ensino e aprendizagem em MCC.

Para Vigotski (2007), entre todos os sistemas de relação social, o mais importante é a linguagem.

A capacitação especificamente humana para a linguagem habilita as crianças a providenciar instrumentos auxiliares na solução de tarefas difíceis, a superar a ação impulsiva, a planejar uma solução para um problema antes de sua execução e a controlar seu próprio comportamento. Signos e palavras constituem para as crianças, primeiro e acima de tudo, um meio de contato social com outras pessoas. As funções cognitivas e comunicativas da linguagem tornam-se, então, a base de uma forma nova e superior das atividades nas crianças, distinguindo-as dos animais. (VIGOTSKI, 2007, p.17-18)

Vigotski (2007, p.11) reconhece que a inteligência prática e o uso de signos em crianças pequenas podem atuar de forma independente, mas afirma que, no adulto, a atividade simbólica realiza uma função organizadora específica, capaz de produzir formas novas de comportamento. Ao investigar crianças pequenas, de 4 a 5 anos, Vigotski percebeu que elas “resolvem suas tarefas práticas com a ajuda da fala, assim como dos olhos e das mãos.” (VIGOTSKI, 2007, p. 13)

Apesar de considerar a existência de muitas investigações específicas sobre o desenvolvimento das funções psíquicas da criança, Vigotski (2000) afirma que esses estudos decompunham as formações e os processos complexos que envolvem essas funções em seus elementos constituintes, perdendo seu caráter unitário tradicional e limitando o conceito de desenvolvimento psíquico da criança unicamente ao desenvolvimento biológico das funções elementares que transcorrem em direta dependência da maturação cerebral. Com isso, funções psíquicas complexas por sua natureza e funcionamento – como o desenvolvimento da atenção arbitrária, memória lógica, pensamento abstrato e imaginação científica – eram estudadas sob a mesma lógica do aparecimento da dentição infantil ou das mudanças hormonais na adolescência.

Vigotski propõe, então, uma maneira diferente de abordar a relação entre o biológico e o cultural. Para ele, a cultura originou formas especiais de conduta, modificou a atividade das funções psíquicas e edificou novos níveis de comportamento humano em desenvolvimento, organizada prioritariamente, pela vida social, pela interação entre seres humanos. Mas, como a cultura é

capaz de realizar tais desenvolvimentos? Como o homem evoluiu de um comportamento rudimentar para outro, mais complexo e elaborado? Vigotski argumenta que o fator primordial consiste no fato de que é o próprio homem que cria os estímulos que determinam suas reações e utiliza esses estímulos como meios para dominar os processos da própria conduta. É o próprio homem que determina seu comportamento com ajuda dos meios artificialmente criados: “o domínio da conduta é um processo mediado que se realiza sempre através de certos estímulos auxiliares [estímulos-signos]” (VIGOTSKI, 2000, p.127).

Um dos exemplos dados pelo autor para justificar essa sua hipótese é uma história de um padre que pede para um dos paroquianos contar o que se lembra do sermão do domingo passado, e ouve, após certa hesitação, os pensamentos mais importantes. Algumas semanas depois, o padre repara que o paroquiano não presta mais nenhuma atenção ao seu discurso, porquanto está ocupado em escrever em um papel as ideias que o auxiliarão a reproduzir o discurso do pároco. Semelhante a essa história, ele lembra uma atitude comum nos seres humanos de se utilizar uma fita amarrada no dedo para se lembrar de algo que se tem a fazer. Para Vigotski, essas atividades são peculiares ao ser humano, isto é, o homem é capaz de criar estímulos artificiais e dominar, assim, os próprios processos de memorização. Essas atividades se fundamentam numa proposição distinta do princípio do estímulo-resposta. O fato específico de introduzir meios artificiais e auxiliares na memorização, ou na criação ativa, o emprego de estímulo em qualidade de instrumento de memória é uma manifestação de comportamento especificamente humano (VIGOTSKI, 2000).

A conduta humana não é determinada pelos estímulos presentes, todavia pela nova e modificada situação psicológica criada pelo próprio homem, que faz uso dos estímulos artificiais como instrumentos auxiliares para dominar as próprias reações e planejar o comportamento, sendo “a existência simultânea dos estímulos dados e criados, o traço distintivo da psicologia humana.” (VIGOTSKI, 2000, p. 82)

Assim, para o autor, o desenvolvimento humano teve princípio na filogênese e prossegue na ontogênese, não só pelo desenvolvimento do aparelho nervoso, mas também pelo aperfeiçoamento do sistema de sinais da linguagem. A complexidade dessa questão se faz visível quando refletimos a partir

do estudo sobre o indivíduo, da influência social exterior e passamos ao da influência social interior. Nessa direção, argumenta que a utilização de signos tem certa analogia com o emprego das ferramentas: o papel das ferramentas em uma operação de trabalho tem um traço semelhante ao papel das adaptações na conduta, criadas pelos signos – a função instrumental do signo. Assim como a ferramenta tem uma função mediadora de algum objeto ou meio de alguma atividade, o homem influencia sua conduta através dos signos. No entanto, existe uma diferença essencial entre signos e ferramenta: a ferramenta está dirigida para fora, enquanto que o signo é o meio que se vale o homem para influenciar a sua conduta, ou a dos outros, é um meio para sua atividade interior, está orientado para dentro.

Ao desenvolver os traços característicos de sua estrutura superior, os signos auxiliam o homem a dominar sua própria reação e, consequentemente, sua conduta e seu comportamento. Além disso, Vigotski (2000) analisa no que consiste o processo de domínio das próprias reações e como ele se desenvolve na criança. Segundo o autor, “o que mais caracteriza o domínio da própria conduta é a escolha, e não é em vão que a velha psicologia, ao estudar os processos da vontade, viu na escolha a mesma essência do ato volitivo” (VIGOTSKI, 2000, p. 285). Para ele, nossa vontade não é livre e depende de vários motivos externos. No desenvolvimento do comportamento humano, os processos histórico-culturais desenvolvidos pela humanidade são internalizados pelo indivíduo por diferentes motivos, vontades, necessidades ou interesse.

A teoria de Vigotski, também denominada de teoria histórico-cultural ou sócio-histórica, tem por fundamento básico a importância da interação social, no desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Tanto Gaspar (1993) quanto Monteiro e Gaspar (2007) utilizam o trabalho de Wertsch (1984) como balizador da ocorrência do processo interativo. Wertsch foi um profundo estudioso da teoria de Vigotski, autor de obras que tratam, por exemplo, da denominada Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), espécie de desnível cognitivo entre as potencialidades de aprendizagem do aluno, entre o que ele consegue aprender sozinho e com um parceiro mais capaz. Wertsch (1984), ao tratar da ZDP, enfatiza a importância de que possamos identificar processos interativos que visem alguma instrução e, segundo ele, esses processos vão

ocorrer se houver, ao menos, 3 constructos básicos identificáveis: a Definição de Situação, a Intersubjetividade e a Mediação Semiótica.

Para Vigotski, o processo interativo é mediado pelos signos criados na cultura e internalizado dependendo dos interesses, vontades, necessidades ou motivos do aprendiz (GASPAR, 1993; MONTEIRO e GASPAR, 2007).

Gaspar (1993) afirma que, nas exposições em MCC, a interação social ocorre de forma abundante, em diferentes níveis e estruturas, destacando como esses espaços podem ser estudados adotando-se o referencial da Teoria de Vigotski, e enfatiza a interação social, cultural e histórica como sendo fatores determinantes para o desenvolvimento cognitivo.

Por outro lado, Monteiro e Gaspar (2007) apontam a importância das emoções para o desenvolvimento do processo interativo, em salas de aula de Física, ao investigarem as emoções positivas e negativas, geradas nos alunos, que podem potencializar ou obstaculizar o processo interativo.

Este trabalho apresenta a análise dos principais resultados da pesquisa realizada por Oliveira (2017), acerca do processo interativo desencadeado ao longo de uma exposição itinerante na escola, observando momentos em que os três constructos sinalizados por Wertsch (op. cit.) garantem a ocorrência do processo interativo e da sua relação com as emoções desencadeadas, conforme categorização proposta por Monteiro e Gaspar (2007).

METODOLOGIA

A exposição itinerante investigada no presente trabalho foi planejada em colaboração entre os pesquisadores da Universidade e o professor de Física e o professor de ciências da escola. A escola é pública, localizada na cidade de Pindamonhangaba – São Paulo, e envolvia alunos do 9º ano, que foram os sujeitos pesquisados.

A exposição foi organizada com 14 experimentos que abordavam conceitos de física – especialmente, mecânica, óptica, eletromagnetismo e termodinâmica – escolhidos pelo professor de Física, sendo temas dos conceitos científicos estudados pelos alunos. O número de experimentos e a distribuição ao longo do espaço disponível no pátio da escola foram planejados de forma a se

ter, aproximadamente, cinco alunos interagindo em cada experimento exposto, ainda que essa distribuição fosse opcional.

Os experimentos foram expostos de maneira que os alunos se organizassem em uma longa fileira, de modo que poderiam interagir com todos os objetos e a dinâmica ocorresse de forma organizada. Participaram duas turmas do 9º ano, uma de cada vez, com aproximadamente 25 alunos cada. Além do pesquisador, também auxiliaram na exposição dois bolsistas de graduação da UNESP, que estimularam os alunos a interagirem com os experimentos e forneceram explicações.

O pesquisador participou ativamente da exposição como professor mediador, dialogando e incentivando os alunos a participarem e exporem suas dúvidas. Foi também responsável pela filmagem e optou por adicionar pequenos trechos de reflexão e impressão sobre os diálogos ocorridos, no decorrer da filmagem, logo após acontecerem. Isso facilitou a percepção do diálogo ocorrido, bem como os indícios de emoções dos alunos, na ótica do professor mediador.

A transcrição foi realizada de forma a manter o anonimato dos alunos, identificados pelas letras do alfabeto, de forma indistinta. Os alunos da primeira turma estão indicados como A, B, C... O, pois foram os quinze alunos que, em algum momento, expressaram algum questionamento ou reflexão. Os alunos da segunda turma estão assinalados com duas letras AA, AB, AC... AK, ou seja, tivemos onze alunos que expressaram algum comentário ao longo da atividade. As falas do professor mediador são identificadas pela letra PP, que atuou como professor e como pesquisador, de forma indistinta.

A análise das vídeos-gravações teve como referencial básico a Teoria de Vigotski, a partir da perspectiva dos constructos de Wertsch (1984) a respeito do processo interativo e das percepções relativas às emoções, a partir da caracterização proposta por Monteiro e Gaspar (2007).

Wertsch (1984) propõe, como constructos básicos da ocorrência da interação social com objetivo de instrução:

- A existência de uma Definição de situação - forma como cada indivíduo entende a tarefa a ser cumprida dentro da instrução apresentada.

- Indícios de Intersubjetividade – ação entre os sujeitos, ao longo do processo interativo, que demonstre uma redefinição da tarefa ou situação proposta entre os integrantes da interação social.
- Existência de processos de Mediação semiótica - formas de linguagem que tornam possível o processo de intersubjetividade.

Monteiro e Gaspar (2007), inspirados nos trabalhos de Vigotski e de outros autores, propõem uma categorização das emoções, observando quais auxiliam o desenvolvimento do processo interativo e quais obstaculizam a interação. Oliveira (2017) sintetiza essas informações no Quadro 1:

Quadro 1 - Emoções positivas e negativas.

Emoções Positivas	Respeito	Consideração pelo que se fala ou se propõe. Sentimento de se reconhecer na atividade proposta algo importante e digno de atenção.
	Surpresa	Admiração por uma descoberta, um entendimento, um insight. Maravilhar-se com algo ou situação inesperada.
	Indignação	Manifestação de inconformismo com situações que não ficaram claras ou se apresentaram mal explicadas ou com explicações incompletas.
	Solidariedade	Manifestação de comprometimento com as atividades e com o auxílio aos demais interlocutores envolvidos.
Emoções Negativas	Indiferença	Falta de consideração para o que se fala ou se faz. Não há reconhecimento na atividade proposta de algo útil ou importante.
	Embaraço	Manifestação de mal-estar ou constrangimento por desempenhar determinada atividade, seja por inibição ou medo de expor-se.
	Frustração	Manifestação de decepção por se sentir incapaz de realizar algo ou insatisfação com alguma característica da atividade proposta.

Fonte: Oliveira (2017, p.22).

Ao expor as interligações entre o processo interativo desencadeado, segundo os constructos de Wertsch (1984) e as percepções das emoções observadas, conforme a categorização de Monteiro e Gaspar (2007), observamos

elementos que sugerem indicativos que o uso das exposições itinerantes na escola podem representar uma ação complementar importante para o ensino de Física.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

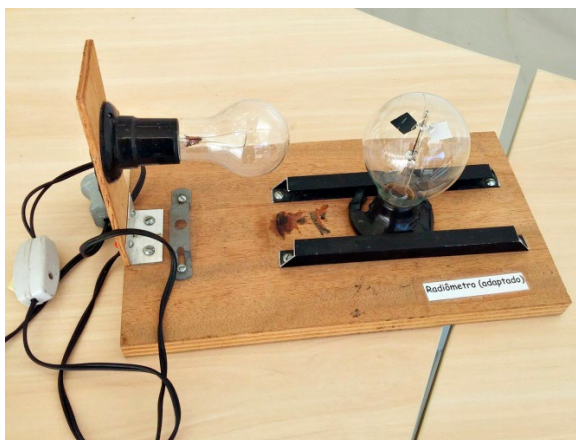
Dos experimentos utilizados na exposição, neste trabalho, apresentamos os dados de quatro deles, por permitirem maiores análises do processo interativo e emocional. Os experimentos “Radiômetro de Crookes” e “Miragem” despertaram bastante interesse e permitiram uma boa caracterização, tanto do processo interativo como das emoções. Os experimentos “Arrasto Eletromagnético” e “Espelho Angular, embora tenham sido manipulados pelos alunos, despertaram poucos indícios de interação.

A seguir apresentamos os relatos dos processos interativos a partir desses experimentos que, conforme explicado, foram transcritos e adaptados de Oliveira (2017). As transcrições recebem um número, entre parênteses, no início dos diálogos, que indicam sua sequência ao longo do processo. Tanto a turma 1 como a turma 2 apresentaram uma discussão muito semelhante sobre os conceitos abordados, do ponto de vista do processo interativo e, para não extrapolar o espaço deste artigo com uma repetição de fatores semelhantes, optamos por apresentar apenas os dados da turma 1. Os dados da turma 2 são destacados somente em momentos específicos.

1) O Radiômetro de Crookes:

O radiômetro é um equipamento específico que contém palhetas bem finas, pintadas de branco de um lado e preto do outro lado, apoiadas em uma haste dentro de um bulbo de vidro, parcialmente fechado a vácuo. As palhetas são movidas com a radiação de luz proveniente de uma fonte. A Figura 1 corresponde à foto do equipamento apresentado aos alunos:

Figura 1 - Radiômetro de Crookes



Fonte: Sala de Demonstração FEG- UNESP.

A transcrição dos dados coletados para este experimento pode ser acompanhada nos trechos a seguir:

- (1) Pesquisador: Qual a explicação para que isso gire? [se referindo ao Radiômetro de Crookes]. Será que é o vento o responsável?
- (2) Aluno A: É o vento! Está ventando um pouquinho
- (3) Pesquisador: Mas o vento consegue passar pelo vidro?
- (4) Aluno A: Não... Vamos Aluno B, responde alguma coisa!
- (5) Aluno B: Não sei como isso funciona.
- (6) Pesquisador: Será que se eu desligar a lâmpada, ele para de girar?
- (7) Aluno B: Nossa! Está parando!
- (8) Pesquisador: Porque será que quando eu ligo a lâmpada, ele gira e quando eu desligo a lâmpada, ele para de girar?
- (9) Aluno C: Tem alguma relação com a luz que a lâmpada produz!

O professor mediador, ao observar os alunos da turma 1 interagindo com o experimento, pergunta se eles têm alguma explicação para a palheta do

radiômetro girar, apesar de estar protegida por um bulbo de vidro. Fica claro, nas transcrições, que o experimento foi um mecanismo de mediação semiótica importante para que a interação social, entre professor e alunos, ocorresse. O Aluno C chega à conclusão de que a luz seria responsável pelo o movimento da palheta, extrapolando seu conhecimento espontâneo influenciado pela ação da intersubjetividade entre alunos e professor. Inicialmente, esse aluno indicou a necessidade de existência do vento para que o giro acontecesse. Tanto a definição de situação construída pelo professor, ao perguntar sobre o giro da ventoinha, quanto a intersubjetividade, evidenciadas ao longo dos diálogos, e a mediação semiótica, organizada com o uso do experimento e da linguagem, caracterizam o processo da interação social construída na exposição com vistas à aprendizagem, conforme os constructos de Wertsch (1984).

2) Miragem:

Outro experimento da exposição foi o equipamento Miragem ou “Magic Hologram - Mirage 3D”, que consiste em duas superfícies parabólicas posicionadas com suas faces reflexivas uma diante da outra e com uma abertura no centro de umas das superfícies, de maneira que permita a visualização da imagem projetada, no nosso caso, um pequeno brinquedo em formato de porquinho.

Figura 2 - Experimento Miragem



Fonte: Sala de Demonstração FEG- UNESP.

As transcrições coletadas sobre esse experimento, na turma 1, são transcritas a seguir:

(31) Pesquisador: Vocês estão conseguindo ver o porquinho aqui? (Referindo-se ao experimento Miragem).

(32) Aluno G: Nossa! Como assim? (O aluno G apresenta uma feição bem surpresa).

(33) Pesquisador: Tenta pegar o porquinho!

(34) Aluna G: Ai Meu Deus! Não consigo pegar o porquinho! Aluno H, tenta pegar o porquinho!

(35) Aluno H: Não consigo!

(36) Pesquisador: Olha aonde na verdade está o porquinho. (Nesse momento o Pesquisador mostra que o porquinho estava no interior dos pratos espelhados). Mas parece que ele está aqui nessa superfície. Vocês têm alguma ideia do porquê isso acontece?

(37) Aluno I: Ilusão de óptica?

(38) Aluno G: Isso! É ilusão de óptica só pode ser!

(39) Pesquisador: Sem dúvida é uma maneira de se interpretar esse experimento! Vocês acham então que essa ilusão tem alguma relação com o espelho das superfícies internas desse experimento?

(40) Aluno G: Com certeza!

O experimento é manipulado por três alunos quando o professor mediador, ao ver os alunos surpreendidos, propõe que eles tentem explicar a formação da imagem do porquinho na superfície do equipamento. Cada um dos alunos interpretou essa tarefa diferente, mas assumiram a tarefa, definindo uma situação prévia, como indício dos constructos de Wertsch (1984). O Aluno I tenta estabelecer uma linha de raciocínio para chegar à resposta da tarefa, mais uma vez indicando uma ação intersubjetiva, ainda que parcial, tendo em vista o desencadeamento pouco frutífero do processo interativo pelo

professor. A transcrição (40) sugere que o aluno percebeu a relação entre os espelhos curvos e a formação da imagem na superfície do experimento, novamente mostrando o equipamento como um meio significativo na troca de informações entre aluno e professor.

Nas duas turmas, fica evidente o uso dos constructos de Wertsch no desencadeamento do processo interativo, com uma mediação muito influenciada pelo uso do equipamento, além da linguagem verbal, bem como indícios de propostas de Definição de situação e Intersubjetividade ao longo do processo.

3) Arrasto Eletromagnético:

O arrasto magnético é um equipamento formado, essencialmente, por dois discos, um de aço e um de alumínio. No disco de aço, estão fixados vários ímãs e gira devido a uma correia, ativada pela manivela. O disco de alumínio pode girar livremente, se alguma força atuar sobre ele. Os dois discos podem estar afastados ou próximos. Quando próximos, frente a frente, ao girar o disco de aço com a manivela, ele induz uma força eletromagnética no disco de alumínio, que o obtém um movimento circular associado. A figura 3 mostra o equipamento disponibilizado aos alunos:

Figura 3 - O Arrasto Eletromagnético



Fonte: Sala de Demonstração FEG- UNESP.

O Arrasto Eletromagnético também foi um experimento que causou muito interesse, especialmente, na turma 2. O Aluno AI se interessa pelo

experimento e pede para o professor mediador explicar os conceitos científicos abordados pelo mesmo. Fica claro, pelas falas do aluno, que não houve uma ação intersubjetiva nem se estabeleceu uma mediação semiótica entre os dois indivíduos, ou seja, o aluno estava com muita dificuldade de entender a explicação, logo mostrou desinteresse e a interação social com vistas à aprendizagem ficou comprometida.

4) Espelho Angular:

O Espelho Angular é um experimento constituído de dois espelhos planos, fixos entre si. Quando posicionado como na Figura 4a, gera uma imagem sem inversão, no entanto, ao ser rotacionado em 90 graus, como na Figura 4b, gera uma imagem invertida do mesmo ponto objeto inicial.

Figura 4a - Espelho angular sem inversão da imagem



Figura 4b - Espelho angular com inversão da imagem



Fonte: Sala de Demonstração FEG- UNESP.

Algumas análises das transcrições não foram realizadas por causa de certo comprometimento que houve nas filmagens realizadas durante a exposição itinerante. O professor mediador era sempre muito requisitado e alguns diálogos não puderam ser concluídos. Contudo, ficou evidente que a exposição itinerante contribuiu para a construção da interação social com vistas à aprendizagem, bem como houve indícios de emoções positivas e negativas demonstradas pelos alunos.

A categorização das emoções foi realizada conforme proposta de Monteiro e Gaspar (2007) e sintetizada no Quadro 2 que relaciona as emoções observadas e suas referências, indicadas pelo número dentro dos parênteses, nas respectivas transcrições:

Quadro 2 - Indicações de emoções presentes ao longo da exposição

Emoções	Categorias	Turma	Número de vezes	Transcrições
Positivas	Respeito	1	2	(71) Aluno N: Sim, eu acho que em algum lugar algo precisa estar girando.
				(100) Aluno E: E se acabar a água? É mais um motivo para não desperdiçarmos ela?
	Surpresa	1	5	(7) Aluno B: Nossa! Está parando!
				(27) Aluno F: É o calor!
				(28) Aluno D: não é calor! É magia!
				(32) Aluno G: Nossa! Como Assim? (O aluno G apresenta uma feição bem surpresa).
				(43) Aluno J: Estou sim! que legal!
	Indignação	1	2	(65) Aluno B: Olha quando o Aluno D está segurando o experimento o liquido chega até a borbulhar! A mão dele deve ser muito quente.
				(34) Aluna G: Ai Meu Deus! não consigo pegar o porquinho! Aluno H, tenta pegar o porquinho!
		2	3	(38) Aluno G: Isso! É ilusão de óptica só pode ser!
				(120) Aluno AC: não consigo!
				(121) Aluno AD: Nossa, como assim?
				(122) PP: Os alunos claramente se divertem ao interagir com o experimento Miragem e sentem emoções muito positivas compartilhando uns com os outros.
				(123) Aluno AC: Nossa, agora que eu vi que o porquinho está lá no fundo!
				(124) PP: Isso mesmo, o porquinho está lá no fundo. Você viu como é lá dentro?
				(125) Aluno AC: É cheio de espelho.
	Solidariedade	1	3	(141) Aluno AC: Porque será que mexe né?
				(143) Aluno AC: Mas por que que gira?
				(4) Aluno A: Não... Vamos Aluno B, responde alguma coisa!
				(5) Aluno B: não sei como isso funciona.
				(72) Aluno O: Na usina, a água gira para as luzes se acenderem!
				(77) Aluno F: Vai aluno E, vamos ver se você consegue.

Negativas	Indiferença	Sem indícios		
	Embaraço	Sem indícios		
	Frustração	2	2	(118) Aluno AC: Nossa difícil de entender! E esse aqui, o que ele faz? (Referindo ao experimento Miragem) (154) PP: Nós somos cientistas aqui agora, certo? Temos que investigar. O que é que tem nesse disco aqui que não tem nesse outro? (159) Aluno AJ: Interessante, mas eu não entendo.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2017, p.22).

O Quadro 2 mostra alguns dos indícios de emoções que os alunos apresentaram durante a exposição itinerante. Nem todos, obviamente, foram perceptíveis nas imagens da câmera ou pelo professor mediador. A emoção, categorizada como respeito, foi observada, primeiramente, na transcrição (71). Nela, ficou evidente que o Aluno N levou em consideração as alegações do professor e buscou responder à pergunta dele, diferente do Aluno C, que, simplesmente, disse: “Não sei” (70). Na transcrição de número (100), essa emoção também fica clara, pois o Aluno E leva em consideração a explicação do professor sobre o experimento e na sua fala demonstra uma preocupação com o futuro da água, ou seja, o aluno notou algo digno de atenção na fala do professor e aprofundou a discussão.

A emoção de surpresa foi a mais observada durante a exposição, não somente pelas transcrições, mas, especialmente, pelo vídeo da câmera, em que ela é manifestada no semblante dos alunos muitas vezes, sendo difícil de registrá-la de forma escrita. O fato de ser a mais predominante reforça a ideia de que a exposição itinerante, ainda que na escola, é um local lúdico em que a aprendizagem e o prazer podem coexistir de forma harmoniosa.

A indignação, assim como a surpresa, também pôde ser identificada várias vezes. Na transcrição de número (34), o Aluno G tenta pegar a imagem real do objeto formada na superfície do experimento “Miragem” e ao se deparar com o seu insucesso pede ao Aluno H para tentar segurar o objeto, demonstrando, assim, o seu inconformismo em não conseguir segurar o objeto a ponto de pedir para que outro aluno tente. Tanto na transcrição de número (38) quanto nas de números (141) e (143), os alunos mostraram o desejo de saciar suas inconfor-

midades com os experimentos, ora buscando interagir com os outros alunos à sua volta, ora buscando interagir com os alunos bolsistas e/ou com o professor.

Por fim, solidariedade também foi uma emoção muito manifestada pelos alunos. Naturalmente, os integrantes de uma exposição buscam interagir com os experimentos juntamente às pessoas com uma maior afinidade, logo, a solidariedade torna-se uma emoção, de certa forma, inerente a esse tipo de atividade pedagógica, pois, no contexto de uma sala aula, sempre haverá os grupos de discentes com maior afinidade que, dentro de uma exposição, irão, naturalmente, se comprometer uns com os outros para realizarem e concluir o que lhes é proposto. Nesse sentido, nas transcrições de número (4) e (5), podemos perceber, na fala do Aluno A, que ele pede auxílio ao Aluno B na busca de encontrar uma resposta para o que o professor lhes perguntou, ou seja, o Aluno A e B manifestam uma emoção que evidencia um comprometimento entre eles de tentarem descobrir a resposta juntos. As transcrições (72) e (77) sobre essa emoção seguem o mesmo princípio.

As emoções positivas são aquelas que favorecem a construção da interação social, contudo há também as emoções negativas que contribuem exatamente para o contrário das positivas. Também foi possível observá-las, nas falas dos alunos, ainda que tivessem poucas emoções negativas em comparação com as positivas. Esse fato já foi explicado quando se postulou acerca do alto carácter lúdico desse tipo de atividade. Entretanto, faz-se necessário ressaltar as únicas duas emoções negativas observadas. Na transcrição de número (118), vemos que o Aluno AC expressa a dificuldade em entender o experimento “Espelho Angular”. Essa sensação de frustração, ao tentar entender o conceito e não conseguir, faz com que ele perca o interesse pelo experimento e simplesmente pergunte acerca de outro experimento. Na transcrição de número (159), essa emoção também é evidente. Nela, novamente, o aluno, ao se deparar com uma explicação mais complexa, sente-se frustrado por não conseguir assimilar essa explicação e desabafa com a frase “Interessante, mas não entendo”. Essas duas emoções negativas mostram que cada exposição deve conter experimentos que se adequem ao nível cognitivo do público que as integram.

Por fim, de forma geral, foi possível perceber que a atividade da exposição itinerante despertou emoções positivas e negativas, segundo Gaspar e

Monteiro (2007), e manifestou importantes indicativos do processo de interação social. Por isso, a aplicação dessas atividades, típicas do ensino não formal, pode ser amplamente vinculada ao espaço formal de ensino, ainda que tais movimentos precisem ser mais investigados, para além do ponto de vista das emoções e do processo interativo, mas também relacionado à postura do professor, ao valor da argumentação promovida pelos alunos e, consequentemente, aos mecanismos de enriquecimento cultural absorvido pelos alunos, que não foram discutidos neste trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho faz um estudo sobre o uso da exposição itinerante, típicas dos Museus e Centros de Ciências, mas que pode ser incorporada ao espaço formal, na escola. Foi observado o processo da exposição a partir de uma análise das interações sociais e emoções desencadeadas.

Inicialmente, destacamos que as emoções desenvolvidas pelos alunos no contexto da exposição mostram que houve diversos indicativos de experiências emocionais positivas que levaram os alunos a questionarem e, acima de tudo, promoverem a interação social com um parceiro que pudesse ter as respostas, sustentando um ciclo de emoção e interação social que se apoiam e se enriquecem. As considerações ligadas à interação social presentes no discurso dos alunos demonstram o quanto esse tipo de exposição assegura esse tipo de interação. Mesmo que tenham sido poucos os diálogos extraídos das gravações, eles demonstraram a presença dos constructos de Wertsch (1984), que sugerem a presença de um processo de interação social com vistas à aprendizagem.

Destacamos a dificuldade na coleta de dados ligada a esse tipo de atividade. Mesmo quando utilizamos uma câmera sob a responsabilidade do professor (e pesquisador), muitos diálogos não puderam ser capturados, pois ele era constantemente interrompido pelos alunos que o indagavam sobre os experimentos, tornando difícil, muitas vezes, concluir as explicações. Foram tentados modelos diferentes, com a câmera

com um colaborador, contudo os dados apresentam outros problemas, com a poluição sonora, o deslocamento do foco da gravação e a possibilidade de inibição dos sujeitos de pesquisa. A melhoria de estudos sobre essa temática precisa se estruturar com um número maior de câmeras e microfones.

Como expusemos previamente, a articulação entre ensino formal e não-formal pode trazer diversas contribuições para a aprendizagem de ciências do aluno, aliando-se a ludicidade, a divulgação científica e as emoções positivas à aprendizagem em um espaço privilegiado para interações sociais desta natureza, que é a escola, numa relação de mútuo compartilhamento e atendimento. Novas pesquisas podem ocorrer para investigar como o professor pode melhorar sua atuação, auxiliar o desenvolvimento das argumentações dos alunos e, ainda, melhorar políticas educacionais capazes de garantir esse espaço interativo na escola.

REFERÊNCIAS

CASCAIS, M. G.; FACHÍN-TERÁN, A. Educação formal, informal e não formal em ciências: contribuições dos diversos espaços educativos. In: **Encontro de Pesquisa Educacional Norte e Nordeste (EPENN)**, 20, 2011, Manaus. Anais eletrônico. Manaus: UFAM, 2011.

FREGUGLIA, A. A. *et al.* BNCC e as práticas epistêmicas e científicas nos anos finais do ensino fundamental. In: **Revista Insignare Scientia**. v. 4 (3), p. 487-583, 20, 2021. Disponível em < <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12143/7830> >

GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências – conceituação e proposta de um referencial teórico**. 1993. 173 fls. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1993.

MEC, Ministério da Educação (2017). **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília: Secretaria da Educação Básica. Disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 71-84, 2007.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. In: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 18 (3), p. 1061–1085, 2018. Disponível em < <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833/3034> >

OLIVEIRA, D. G.; SILVA, A. P.; MONTEIRO, I. C. C. Avaliação de experimentos interativos em exposições itinerantes. **XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2014.

OLIVEIRA, Henrique Buday de. **Exposição Itinerante e Espaço Formal: Um Estudo de Caso**. 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017.

VIEIRA, Valéria; BIANCONI, M. Lucia; DIAS, Monique. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**. São Paulo , v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

VIGOTSKI, L. S. **Obras escogidas: historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores (1931)- tomo III**. Madrid: Visor, primeira edição 1995, 2000.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 6.ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

WERTSCH, J. V. The zone of proximal development: Some conceptual Issues. In: Rogoff, B. e Wertsch, J. V. (eds): **Childrens learning in the Zone of Proximal Development- New Directions to Child development**, n 23 – S Francisco, Jossey – Bass, março, p 84, 1984.

CAPÍTULO 5



COMPREENSÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO CTS

*Josiane Marques da Silva⁴⁰
Cristiane Muenchen⁴¹*

CONSIDERAÇÕES INICIAIS: são amplas as discussões na área do Ensino de Ciências/Física sobre a abordagem de temas e, em especial, abordagem de temas que permitam discussões que articulem o desenvolvimento científico e tecnológico. Relacionado a isso, atualmente, a educação brasileira passa por um período de reorganização curricular advindo da implementação do Novo Ensino Médio, política pública que prevê a implementação de itinerários formativos. Com isso, entendemos que são necessárias ações no âmbito de pesquisas acadêmicas no campo do Ensino de Ciências/Física que possam ofertar subsídios alternativos para o desenvolvimento de práticas no contexto dos itinerários formativos. Assim, este trabalho, de natureza qualitativa, tem como finalidade responder ao seguinte problema: “Quais são as compreensões dos estudantes sobre Ciência e Tecnologia na implementação da unidade temática “Reflexões da produção industrial: A Mineração em Caçapava do Sul”?”. A partir do desenvolvimento da unidade temática, balizada pela Educação Ciência Tecnologia Sociedade, observamos que os estudantes possuem argumentos reducionistas sobre as relações da Ciência e Tecnologia sobre a mineração de calcário em Caçapava do Sul, todavia, com a continuidade

40 Doutoranda em Educação em Ciências (PPGECQVS/UFSM). Licenciada em Ciências Exatas - Física (UNIPAMPA). E-mail: josimarquesilva@gmail.com

41 Professora Associada do Departamento de Física da UFSM. E-mail: crismuenchen@yahoo.com.br

do desenvolvimento da unidade temática percebemos que alguns estudantes apresentaram argumentos na direção ampliada das relações entre Ciência e Tecnologia. Com isso, percebemos a necessidade de reavaliar o planejamento da unidade temática, na perspectiva de tornar as discussões propostas mais problematizadoras.

INTRODUÇÃO

O Ensino Médio é caracterizado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei 9.394/1996, como a última etapa da Educação Básica. Ao longo dos anos, vem passando por reformas curriculares em nível de Política Públicas e, atualmente, vivenciamos o processo de implementação do Novo Ensino Médio, Lei 13.415/2017 (HABOWSKI; LEITE, 2020).

O Novo Ensino Médio prevê mudanças organizativas do currículo escolar ancoradas pelas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). Nessas mudanças, o currículo será composto pela base comum com carga horária de 1800 horas e mais 1200 horas correspondentes aos itinerários formativos, entendidos como espaços de flexibilização curricular, constituídos por um conjunto de disciplinas que os estudantes poderão escolher em que itinerários irão aprofundar os conhecimentos.

A implementação do Novo Ensino Médio, em todas as instituições de ensino, ocorreu no início do ano de 2022. Entretanto, desde de 2019, algumas escolas foram selecionadas como piloto para iniciar o processo de reestruturação estabelecidas pelas diretrizes deste novo formato do Ensino Médio. No município de Caçapava do Sul – Rio Grande do Sul (RS), a Escola Estadual Nossa Senhora da Assunção foi uma das piloto desse processo, contexto de implementação da unidade temática abordada neste trabalho.

No estado do RS, essas mudanças curriculares do Ensino Médio são orientadas pelo Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio (RIO GRANDE DO SUL, 2021); este documento segue as diretrizes da BNCC, prevendo a implementação dos itinerários formativos. A partir destas mudanças curriculares, poucas foram as alterações nas finalidades da educação, ou

seja, nas finalidades de formação dos estudantes da Educação Básica. Além das finalidades preparação para o trabalho, cidadania e estudos posteriores, o Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio prevê, ainda, como finalidade, a “compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos e dos processos produtivos” (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p.19).

Estas finalidades não são inéditas, pensando em termos de Políticas Públicas, uma vez que, além de estarem presentes na LDB, estão presentes em outros documentos curriculares, a exemplo das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNEB) (BRASIL, 2013). Todavia, essas mudanças na estrutura curricular configuram-se desafios na/para prática pedagógica dos educadores/as, uma vez que é necessário pensar para além das disciplinas de sua formação, ou seja, de forma interdisciplinar.

Para além das Políticas Públicas, entendemos e defendemos que o processo de ensino aprendizagem precisa ser participativo e que os conteúdos escolares e sua abordagem necessitam estar em sintonia com a realidade dos estudantes, bem como que são imperativas as articulações entre as áreas do conhecimento por meio de práticas interdisciplinares. Além disso, compreendendo os processos científicos-tecnológicos como algo que precise estar presente de forma efetiva nos currículos de Ciências/Física e nas práticas pedagógica.

Considerando estes aspectos e a busca de contemplar a finalidade “compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos e dos processos produtivos”, percebemos que são necessários aportes teórico/metodológicos que possam balizar iniciativas nos contextos dos itinerários formativos. Sendo Assim, entendemos que a perspectiva da Educação Ciência Tecnologia Sociedade (CTS) pode se configurar como uma alternativa para fundamentar propostas pedagógicas no referido contexto.

Nossas práticas pedagógicas devem estar para além das políticas públicas; devemos olhar para elementos dessas políticas que se aproximam da educação, do currículo e da escola que queremos e, a partir disso, desenvolver nossas práticas. Assim, considerando as emergências impostas pelas políticas públicas, em especial, sobre o desenvolvimento dos itinerários formativos, são necessárias articulações a nível de pesquisa acadêmica para desenvolver estas propostas. Dessa forma, no contexto do Grupo de Estudos e Pesquisas Educação em Ciências em Diálogo (GEPECiD), da Universidade Federal de

Santa Maria (UFSM), foi pensada e elaborada uma unidade temática pautada pelos pressupostos da Educação CTS para desenvolvimento no itinerário formativo “Sustentabilidade”, da disciplina Impactos Ambientais sociais e socioambientais, em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Nossa Senhora da Assunção no município de Caçapava do Sul.

Assim, este trabalho tem a intenção de responder o problema: *“Quais são as compreensões dos estudantes sobre Ciência e Tecnologia na implementação da unidade temática “Reflexões da produção industrial: A Mineração em Caçapava do Sul”?”*

REFERENCIAL TEÓRICO

A Educação CTS é uma das modalidades da Abordagem Temática (AT), perspectiva que propõe a estruturação curricular por meio de temas na intenção de subverter a lógica conceitual, engessada e hegemônica dos currículos escolares, por uma lógica orgânica, participativa, dialógica e contextual (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Para isso, os currículos na AT são organizados a partir de temas. A natureza e os processos de obtenção dos temas dependem da modalidade da AT, ou seja, por exemplo, na ATF, ancorada pelos pressupostos freireanos, o Tema Gerador é de natureza contextual, obtido pelos processos de Investigação da Realidade (MUENCHEN et al, 2019). Na Educação CTS, os temas podem ser selecionados pelo professor/a, mas devem possuir naturezas sociocientíficas e estar em sintonia com a realidade dos estudantes (HUSCHE, 2010).

De acordo com Auler (2008, p.1), os objetivos da Educação CTS são

[...] promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

Para Auler e Delizoicov (2001), a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) é concebida por meio de duas perspectivas: a reducionista e a amplia-

da. Os referidos autores sinalizam que a produção do conhecimento científico tecnológico está vinculada a uma concepção de neutralidade da Ciência e Tecnologia (CT), em que esta última é entendida como “mito original”, bifurcando-se em três mitos – (I) superioridade do modelo de decisões tecnocráticas: em que o cientificismo tecnocrático, ou seja, os problemas que envolvem a CT estão/são de responsabilidade de técnicos da ciências – cientistas – e a participação de outros agentes da sociedade é excluída; (II) perspectiva salvaçãoista da CT: em que se entende que os problemas sociais são resolvidos apenas pela CT, e (III) determinismo tecnológico: o qual se relaciona como o modelo linear do desenvolvimento da CT – ou seja – *+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem estar social* – neste mito não existe um posicionamento social sobre o desenvolvimento da CT.

A maneira que o mito da neutralidade da CT é abordado na escola, mais especificamente na sala de aula, no planejamento pedagógico e no currículo escolar, caracteriza qual a ACT está sendo construída. Pode ser por meio de uma perspectiva reducionista, conteudista e técnica, com intenção de entender o funcionamento de artefatos tecnológicos, por exemplo, podendo ocultar os mitos, ou por meio da perspectiva ampliada, em que os conteúdos são compreendidos como meios para o entendimento do tema CTS, na intenção de superar o mito da neutralidade da CT.

Dessa forma, defendemos a abordagem ampliada das relações CTS, em que o estudante seja participante do processo de ensino aprendizagem e que, por meio do diálogo e da problematização, o mito da neutralidade da CT seja superado. Mas, *por que “alfabetizar científica e tecnologicamente os estudantes do Ensino Médio?* Como pontuamos, anteriormente, – *para além das orientações e das diretrizes das políticas públicas* – acreditamos que isso está, intrinsecamente, relacionado a qual educação que buscamos; que currículo sonhamos e que escola queremos.

Sem sombra de dúvidas, a escola é um território de disputas políticas, em que as decisões curriculares, por exemplo, são hegemônicas. Todavia, não podemos esquecer da utopia de Freire. Por isso, avançamos com a convicção da educação, da escola, do currículo que queremos! *Problematizadora – dialógica – que a comunidade participe das atividades escolares – que o currículo esteja em sintonia com a realidade do estudante – que professores/as e estu-*

dantes sejam sujeitos do processo de ensino aprendizagem – que possamos ensinar para e na perspectiva da conscientização e da transformação social.

METODOLOGIA

Este relato de experiência, de natureza qualitativa (GIL, 2010), emergiu do planejamento de desenvolvimento de uma unidade temática. O planejamento da unidade temática foi realizado de forma remota, por um coletivo de integrantes do GEPECiD, das áreas de Física, Química e Biologia. O tema sugerido pelo coletivo para a elaboração da unidade temática foi “Reflexões da produção industrial: A Mineração em Caçapava do Sul”. O município de Caçapava do Sul possui empresas de mineração de calcário, sendo responsável por 80% da produção de calcário no estado do Rio Grande do Sul. Dessa forma, entendemos que a abordagem desse tema seria de relevância social e poderia permitir a articulação das relações da tríade CTS, bem como contemplar a finalidade “compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos e dos processos produtivos”, proposta pelo Referencial Curricular Gaúcho para o Ensino Médio (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

O planejamento da unidade temática foi estruturado a partir dos Três Momentos Pedagógicos (3MP)⁴² – **Problematização Inicial (PI)** – **Organização do Conhecimento (OC)** – **Aplicação do Conhecimento (AC)**. Na problematização inicial, apresentamos o tema aos estudantes e conhecemos os saberes desses sobre o tema, com o objetivo de que os estudantes percebessem a necessidade de aquisição de novos saberes para melhor entender o tema. Na organização do conhecimento foram apresentados, pelo professor/a, os conteúdos científicos que explicam o tema e, na aplicação do conhecimento, foi realizada uma retomada do primeiro e do segundo momento, podendo surgir novos temas que pudessem ser respondidos com os conhecimentos trabalhados (DELIZOICOV, 2002) (vide quadro 1).

42 Os Três Momentos Pedagógicos, como dinâmica didático pedagógica, não se restringem ao trabalho de sala de aula. Estruturam currículos críticos e, a partir do Estudo da Realidade, podem propiciar que temas geradores emergjam do processo (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2012).

Quadro 1 – Organização da Unidade Temática

Aula	3 MP	Conjunto de Aulas
01	PI	Problematicando o tema mineração no município.
02	OC	Aspectos históricos das atividades de mineração no município.
03	OC	Compreendendo o conceito e utilização dos minerais.
04	OC	Como é realizada a exploração mineral?
05	OC	Relações ecológicas, biodiversidade e a mineração.
06	OC	Mineração e a saúde.
07	AC	Júri-simulado

Fonte: Elaborado pelos autores.

A aula discutida no contexto deste relato de experiência é a aula quatro. Inicialmente prevíamos que todos os integrantes do coletivo da unidade temática participassem de todas as aulas de desenvolvimento da proposta, no contexto do ensino remoto, entretanto a rede estadual de ensino retomou a presencialidade no mês de agosto, assim o desenvolvimento da proposta ficou limitado, no aspecto da participação do coletivo. Dessa forma, o desenvolvimento das aulas foi realizado por uma das doutorandas da área de Química, que é a professora regente da turma do itinerário sustentabilidade e por umas das autoras deste relato, da área de Física, visto que somos as únicas do coletivo que residem em Caçapava do Sul.

Salientamos que o planejamento de cada aula também foi estruturado através dos 3MP. No quadro 2, é apresentada a estrutura da aula quatro.

Quadro 2 - Organização da aula quatro

Aula	Título da aula	Problemática Inicial	Organização do Conhecimento	Aplicação do Conhecimento
04	Como é realizada a exploração mineral?	Como vocês acham que é realizada a extração do calcário? Vocês já ouviram um “estrondo” em algum local da cidade ou próximo da casa de vocês? Vocês já perceberam a casa de vocês ou algum local que vocês frequentam vibrar com os “estrondos”?	Abordagem do conceitos de Energia, Temperatura, ondas mecânicas e processos de extração do calcário	Produção escrita máximo 20 linhas respondendo os questionamentos: Por que exploramos calcário? Existem implicações associadas à exploração de calcário?

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na perspectiva de responder o problema proposto neste capítulo, serão utilizadas as produções escritas dos estudantes elaboradas no terceiro momento pedagógico, da aula quatro. Os excertos serão identificados PE1, PE2, ... PEn para as produções dos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analizamos, nesta seção, as 11 produções escritas recebidas dos estudantes. As discussões estão organizadas a partir dos questionamentos que colocamos aos estudantes no terceiro Momento Pedagógico (MP): “Por que exploramos calcário? Existem implicações associadas à exploração de calcário?”

Ao analisar as respostas dos estudantes para questionamento “Por que exploramos calcário?”, observamos que a maior parte das respostas dos alunos foi mais “técnica”, com pouca argumentação de seus posicionamentos sobre a exploração do calcário.

Ajuda muito na agricultura é usado como fertilizante, é também para corrigir a acidez do solo (PE11).

Exploramos calcário para fim agrícola (PE8).

Porque o calcário é a maior fonte de renda que temos em nossa cidade (PE3).

Um dos principais motivos de explorar o calcário é porque gera muito emprego e dinheiro (PE7).

Todos os estudantes que entregaram as produções escritas citaram que a produção de calcário é para benefícios na agricultura, como fertilizante agrícola, e para benefícios econômicos, sendo as indústrias de calcário principal fonte de geração de empregos no município. Essas respostas estão no nível técnico e acrítico sobre o porquê de explorarmos o calcário. Respostas que estão muito próximas ao modelo linear de desenvolvimento, em que o uso da ciência e da tecnologia produz riquezas e bem estar social, ou seja, *“utilizamos da CT para explorar o calcário que é utilizado na agricultura e que é bom para a economia e geração de emprego!”*.

Com isto, na primeira questão, “Por que exploramos calcário?”, observamos que as compreensões dos estudantes sobre a CT estão atreladas à perspectiva reducionista da CT. Isso porque eles não se questionaram e posicionaram sobre a exploração de calcário, porém apresentaram respostas “neutras”, que são respostas que podem ser caracterizadas como slogans de marketing *“a importância da mineração em Caçapava do Sul é para o desenvolvimento da agricultura e para gerar empregos no município”*.

Por conseguinte, necessitamos repensar o enfoque/abordagem trabalhado/a na unidade temática, em que os estudantes não conseguiram entender de forma ampliada o porquê da exploração de calcário no nosso município. A unidade temática foi estruturada e desenvolvida de forma participativa, dialógica e problematizadora, todavia precisamos reavaliar eventuais “lacunas” que não permitiram aos estudantes extrapolar suas concepções de senso comum e reducionistas.

Ao observar as respostas dos estudantes sobre segunda questão, “Existem implicações associadas à exploração de calcário?”, identificamos elementos que se aproximam da percepção ampliada sobre CT.

“Sim, prejudica o meio ambiente, poluição por conta dos gases que os processos que são feitos na empresa liberam, além das rachaduras que podem acontecer nas casa por perto. (PE3).”

“Na exploração do calcário é de essencial relevância conhecer os problemas causados e fazer uso de medidas para não causar danos irreversíveis para o meio ambiente. (PE5)”.

“A exploração deste minérios causa como consequências impactos negativos para o meio ambiente como erosão, retirada da vegetação nativa. (PE1).

Embora as respostas estejam apontando para uma perspectiva crítica e ampliada sobre a CT, percebemos que as escritas não extrapolaram as provocações sobre as implicações da mineração de calcário, que discutimos durante as aulas quatro e cinco. A partir disso, repensamos a questão que foi proposta aos estudantes e questionamo-nos: será que corresponde a uma problematização ou uma pergunta? Ao perceber essas características nas escritas dos alunos, voltamos a pensar sobre a questão e, assim, percebemos que, facilmente, esta poderia ser respondida com um “sim ou não”, ou seja, não caracteriza algo problematizador e que provoque a pensar mais sobre o assunto.

Nesta direção, Muenchen (2010, p. 158) sinaliza que nem toda pergunta é uma problematização, argumentando que “[...] a problematização é uma forma de desvelamento, é ela que provoca a curiosidade, o querer conhecer”. A referida autora cita características que distinguem a problematização de pergunta, sendo a problematização a mediadora das construções, a exemplo de gerar inquietação (frente ao mundo, aos problemas), também a necessidade de propiciar uma leitura crítica de mundo e de que isso implique na mudança/ transformação. A partir destas proposições, consideramos que necessitamos repensar as questões propostas aos estudantes no terceiro MP, ou seja, em que medida os estudantes foram inquietados a pensar de forma crítica sobre os questionamentos propostos?

Balizados pelos pressupostos freireanos, Schwan e Santos (2020, p. 11) argumentam que “ninguém conscientiza ninguém: as pessoas se conscientizam a partir da compreensão da importância de determinada situação em sua vida”. Nesse contexto, inserimos a importância da participação dos estudantes na construção curricular e em sala de aula, assim, os estudantes estarão imbuídos em um processo participativo de pensar e de propor soluções para os problemas de sua realidade. Do mesmo modo, consideramos ser importante o entendimento pelos educadores/as sobre a necessária promoção de uma

consciência ingênua para uma consciência crítica dos estudantes. Como isto, precisamos olhar para o planejamento na perspectiva de entendermos se as atividades propostas permitem a ampliação da consciência ingênua e se as perguntas colocadas aos estudantes têm características que possam classificá-las como problematização.

Entretanto, duas respostas sinalizaram de forma mais sistemática aproximações com a perspectiva ampliada de CT.

“Uma das pequenas implicações são as rachaduras causadas nas casas pelo número de explosões. Já entre os maiores está a doença que os trabalhadores pegam durante toda sua vida. Outra coisa que é bem polêmica é o desmatamento, mas pelo que as empresas falam as árvores cortadas são sempre replantadas. **E será que é verdade?**” (PE10, grifo meu).

“Para amenizar esses problemas [desmatamento, poluição do ar e rachaduras nas casas] é importante a ação do Estado, por ser o que promove as leis, criando entidades, como associações para garantir que as empresas de calcário cumpram os deveres de diminuir os impactos no meio ambiente e garantir uma distância segura das casas para que não ocorram desastres” (PE9).

Ao observar as respostas apresentadas por PE10 e PE9, percebemos uma inquietação crítica do estudante E10 sobre o reflorestamento que as indústrias de calcário realizam, tendo a dúvida como o ponto de partida para um pensar crítico, no entanto ainda não observamos a extrapolação para uma participação democrática sobre este assunto, por outro lado E9 sinaliza para uma ação política na fiscalização ambiental da produção de calcário. Diante disso, pensamos ser necessário, em nível de políticas públicas, ter estas iniciativas, mas não podemos nos esquecer de que, no âmbito da Educação CTS, a participação da sociedade nestas decisões tem fundamental importância..

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando o problema balizador deste trabalho, “*Quais são as compreensões dos estudantes sobre CT na implementação da unidade temática “Reflexões da produção industrial: A Mineração em Caçapava do Sul”?*”,

entendemos que as compreensões dos estudantes se aproximam da perspectiva reducionista sobre as relações entre CT, contudo existem elementos que estão em sintonia com a perspectiva ampliada do desenvolvimento da CT. Este aspecto, pode estar atrelado ao desenvolvimento da unidade temática e como esta última foi estruturada.

Embora consideramos necessário repensar o planejamento da unidade temática, em especial as questões problematizadoras, para que os estudantes extrapolem a consciência ingênua para alcançar a consciência crítica, observamos que, inicialmente, os estudantes não apresentaram um olhar crítico sobre a produção de mineral em Caçapava do Sul, mas, no decorrer das propostas, alguns estudantes apresentaram argumentos mais críticos sobre o desenvolvimento da CT, aproximando da perspectiva ampliada.

Por fim, sinalizamos que são necessárias ações a nível de pesquisa acadêmica para estruturar práticas que possam balizar as iniciativas pedagógicas no contexto dos itinerários formativos, em especial, práticas que permitam a abordagem de temas, a exemplo de temas CTS.

REFERÊNCIAS

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? In: **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 3, n. 1, p. 1 – 13, 2001.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**. v.1, n. especial, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Leis e Decretos. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.
- DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J; PERNAMBUCO, M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HABOWSKI, F.; LEITE, F. A. Política do Novo Ensino Médio no Brasil: Compreensões acerca dos Itinerários Formativos. In: **I Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Cerro Largo - RS, 2020.

HUNSCHE, S. **Professor “fazedor” de currículos**: desafios no estágio curricular supervisionado em ensino de física. 2010. 143 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos**: um estudo sobre as práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A Construção de um Processo Didático-Pedagógico Dialógico: Aspectos Epistemológicos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (online), v. 14, p. 199-215, 2012.

MUENCHEN, C; et al. Os três momentos pedagógicos na formação inicial de professores: o trabalho com temas geradores. In: WATANABE, G. (org.). **Educação Científica Freireana na Escola**, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

RIO GRANDE DO SUL. **Referencial Curricular Gaúcho** – Ensino Médio. Secretaria de Estado da Educação: Porto Alegre, 2021.

SCHWAN, G.; SANTOS, R. A. Dimensionamentos curriculares de enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. 1-15, 2020.

POSFÁCIO



ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO BRASILEIRO: REFLEXÕES SOBRE ALGUNS DESAFIOS

Prof. Dr. Luciano Fernandes Silva⁴³

O campo de Ensino de Física encontra-se consolidado no Brasil, de modo que a história da construção e do estabelecimento desse campo do conhecimento já foi amplamente apresentada por diversos autores, como Gaspar (2004)⁴⁴, Moreira (2000)⁴⁵, Nardi (2007)⁴⁶ e Megid (2014)⁴⁷. A constituição deste campo se confunde com a própria história da construção do campo da Educação em Ciências no cenário nacional. Nesse sentido, revisitar alguns aspectos dessa história e adentrar nos meandros da sua produção fornece elementos para compreender tendências e perspectivas da própria Educação em Ciências.

Com relação à história da construção dessa área do conhecimento, destaca-se que, em 2022, por exemplo, comemoram-se 51 anos da abertura de uma área de concentração em ensino de Física dentro do programa de pós-graduação em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); e 49 anos do início do primeiro programa em Ensino de Ciências, modalidade

43 Instituto de Física e Química da Universidade Federal de Itajubá. E-mail: lufesilva@unifei.edu.br

44 GASPAR, A. Cinquenta Anos de Ensino de Física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. *Educação*, v. 13, n. 21, p. 71-91, 2004.

45 MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 1, março/2000, p.94-99.

46 NARDI, R. A área de ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros. In: NARDI, R. (Org.). *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 2007. p.357-412.

47 MEGID, J. Origens e Desenvolvimento do Campo de Pesquisa em Educação em Ciências no Brasil. In: NARDI, R.; GONÇALVES, T.V.O. (Org.). *Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática no Brasil: memórias, programas e consolidação da pesquisa na área*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. p. 98-139.

Física, sendo essa uma iniciativa conjunta do Instituto de Física (IF) e da Faculdade de Educação (FE) da Universidade de São Paulo (USP).

Também é importante ressaltar que, em janeiro de 1970, foi realizado o primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e, em julho de 1986, o primeiro Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), ambos organizados pela Sociedade Brasileira de Física (SBF). Destaca-se o pioneirismo do SNEF, sendo este considerado o primeiro encontro típico do campo da Educação em Ciências.

Em 1979, foi criada a Revista de Ensino de Física (REF), que é considerada a mais antiga, editada no Brasil, dedicada, exclusivamente, ao ensino de Física. Posteriormente, em 1992, ela passou a ser intitulada Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF). Após cinco anos, em 1984, foi criado o Caderno Catarinense de Ensino de Física (CCEF) que, em 2002, passou a ser denominado Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), já a revista Física na Escola (FnE) teve sua primeira edição em 2000. Esta revista, editada pela SBF, volta-se, exclusivamente, para a divulgação de informações sobre a Física e o seu ensino, tendo como ênfase a sala de aula e o Ensino Médio.

Ao longo das últimas cinco décadas, foram produzidas centenas de teses e dissertações em Ensino de Física em diferentes programas de pós-graduação brasileiros. Parte dessa produção foi catalogada por pesquisadores do Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física (PROFIS/IFUSP). Esse trabalho, realizado sob coordenação da professora Maria Regina Dubeux Kawamura, está organizado em Catálogos Analíticos formados, atualmente, por três volumes (períodos de 1972-1992, 1992-1995 e 1995-2006), que sistematizam informações acerca de 891 dissertações e teses (programas acadêmicos) da área de Ensino de Física.

Também chama a atenção o catálogo digital de teses e dissertações do campo da Educação em Ciências organizado pelo Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC) da Faculdade de Educação (FE) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), sob coordenação do professor Jorge Megid Neto. Esse catálogo reúne centenas de teses e dissertações do campo do Ensino de Física.

Outro destaque, na história da área, é a constituição, a partir do ano de 2013, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF),

sendo esta uma iniciativa da SBF. O programa objetiva o aperfeiçoamento de professores que atuam no Ensino Médio e Fundamental, em especial no que diz respeito às práticas pedagógicas, ao uso consistente de referenciais teóricos, à construção e ao uso de sequências didáticas no ambiente escolar. Esse é um programa extenso que já formou mais de 1680 professores em todo o país.

Neste cenário, percebe-se que a produção de conhecimento no campo do Ensino de Física é ampla e diversificada. Há centenas de pesquisas acadêmicas com os mais diferentes matizes teóricos e metodológicos. São inúmeros os relatos de práticas pedagógicas realizadas em sala de aula, assim como de trabalhos que descrevem o desenvolvimento de metodologias de ensino e de material didático. Esta produção é parte constituinte da construção socio-cultural básica do discurso mais amplo e diverso do campo da Educação em Ciências. Ou seja, os discursos construídos pelos participantes do campo do Ensino de Física são eles próprios constituintes e partícipes da construção da identidade do campo da Educação em Ciências.

Ao mesmo tempo em que esta diversidade é saudável para o campo e para práticas democráticas, também cresce, cada vez mais, uma preocupação quanto ao significado histórico dessa produção. Neste contexto, por exemplo, é necessário entender como esta produção tem influenciado os processos que visam a melhoria do ensino de Física na educação básica.

Diante deste quadro, é importante indagar sobre as funções de uma produção científica tão vasta e diversificada e que está em franca expansão quantitativa e qualitativa no cenário brasileiro. Certamente, uma das funções dessa produção está relacionada com uma melhor compreensão sobre práticas e teorias que fundamentam os trabalhos do campo do Ensino de Física. De modo mais concreto, os trabalhos realizados no âmbito do campo do Ensino de Física têm também como um de seus objetivos contribuir para a construção de sua identidade, credibilidade social e papel político.

A partir deste cenário, visualiza-se como essencial a elaboração de trabalhos investigativos que busquem sistematizar a produção do campo de Ensino de Física. Trabalhos dessa natureza permitem responder questões mais compreensivas sobre tendências e perspectivas do próprio campo da Educação em Ciências. Esses trabalhos também podem contribuir para melhor compreender o lugar e o significado dessa produção para os diferentes esforços em

entender o processo educativo e a forma como está sendo construído o campo do Ensino de Física, em particular, o da Educação em Ciências, de modo mais amplo.

Indo além dos trabalhos investigativos que se voltam para uma sistematização da produção do campo de Ensino de Física, é possível visualizar outras questões instigantes que podem ser elaboradas em estudos mais compreensivos relacionados com o campo do Ensino de Física. Nesse contexto, há três questões que, de modo especial, parecem conter um sentido de urgência mais pronunciado. São elas:

1 – Que cenários se apresentam para os professores de Física ao longo do processo de implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do Novo Ensino Médio nas escolas brasileiras?

2 – Que níveis articulações entre o que se anuncia como perspectiva teórica e o que de fato acontece em sala de aula é possível reconhecer nas práticas pedagógicas de Ensino de Física?

3 – Os trabalhos do campo do Ensino de Física têm se voltado para uma perspectiva de transformação da sociedade?

A primeira questão se relaciona com importantes mudanças provocadas pela implementação da BNCC e do Novo Ensino Médio. Nesse contexto, é preciso questionar, entre outros aspectos, o que tem ocorrido com a quantidade e qualidade de aulas de Física oferecidas nas diferentes escolas públicas de Ensino Médio. Além disso, questionar se a atual configuração curricular dos cursos de licenciatura em Física tem preparado o futuro professor para os novos desafios colocados pelas diferentes reformas da educação básica.

É importante enfatizar, como já fizeram outros pesquisadores (MOZENA & OSTERMANN, 2016⁴⁸; OSTERMANN & REZENDE, 2021⁴⁹), que estas reformas, considerando o contexto das lutas e dos interesses políticos e econômicos relacionados com a área da educação, têm se apresentado como o marco de um grande retrocesso, em especial, para professores do campo do Ensino de Física.

O segundo questionamento é mais recorrente na história da constituição

48 MOZENA, E.R.; OSTERMANN, F. Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 2, p. 327- 332, ago. 2016.

49 OSTERMANN, F.; REZENDE, F. BNCC, Reforma do Ensino Médio e BNCC, Formação: um pacote privatista, utilitarista minimalista que precisa ser revogado. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 38, n. 3, p. 1381-1387, dez. 2021.

do campo. Há importantes indagações sobre a falta de coerência entre o nível de propósito e o nível de fato no que tange o processo de elaboração e de consolidação das práticas pedagógicas. Em outras palavras, o que se propõe teoricamente é muitas vezes distante do que se apresenta em termos mais pragmáticos.

O terceiro questionamento, por sua vez, foi melhor apresentado por Pedro Reis em editorial da Revista Ciência & Educação (REIS, 2021⁵⁰). Nesse editorial, o autor destaca que um dos importantes desafios da Educação em Ciências para os tempos atuais está relacionado com a ideia de uma Educação em Ciências para a Transformação Social. Segundo o autor, é necessário que a educação em ciências não

[...] se centre na promoção da adaptação e da conformidade dos cidadãos às regras e às condições atuais da nossa sociedade e das nossas comunidades, mas que se preocupe com a capacitação e o empoderamento dos cidadãos para uma transformação democrática, colaborativa e fundamenta em ciência da sociedade (REIS, 2021, p. 2)

Nesta perspectiva, Reis (2021) chama a atenção para a emergência e urgência dos problemas ambientais. Nesse cenário, é preciso indicar que o campo do Ensino de Física também apresenta um papel fundamental na construção de uma sociedade que deve repensar seu relacionamento histórico com a natureza. Em outras palavras, entende-se que o combate às mudanças climáticas e, de modo mais amplo, o reconhecimento de que se vive um tempo de catástrofes ambientais, exige uma educação em ciências que contribua para a construção de uma sociedade mais justa e ambientalmente sustentável.

50 REIS, P. Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados. *Ciência & Educação*, v. 27, e21000, 2021

SOBRE OS ORGANIZADORES



UMA BREVE BIOGRAFIA DE LUCAS DE PAULO LAMEU



Licenciado em Física pela Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI (2011), Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI (2014), Doutor em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) Júlio de Mesquita Filho - campus de Bauru (2020) e Pós-doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Sergipe (UFS), cuja temática é "A APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA NO PRISMA DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA: os princípios dos mecanismos atencio-

nal da luz". Também é Professor de Educação Básica de Física do Centro de Educação Profissional (CEP) Tancredo Neves e da Escola Estadual Nossa Senhora de Lourdes (MG). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação para a Ciência/Ensino de Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade; Três Momentos Pedagógicos; Teoria Sociocultural de Vigotski; Ensino Integral; Introdução de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e no Ensino Fundamental; Teoria dos Campos Conceituais; e Neurociência/Psicologia Cognitiva - processos cognitivos e atencionais. Também trabalha com o ensino experimental de Física e de Astronomia e Astronáutica no Ensino Médio.

UMA BREVE BIOGRAFIA DE LAERTE SILVA DA FONSECA



Livre Docente pela Emil Brunner World University® (EBWU, Miami, Flórida/EUA); Doutor Honoris Causa (EBWU); Laureado com o Título de Notório Saber (EBWU); Pós-Doutorado em Educación Lingüística y Literaria y de Didáctica de las CCEE y de la Matemática, Universidade de Barcelona/UB, Espanha; Pós-Doutorado em E-learning, Universidade Fernando de Pessoa/UFP, Porto/Portugal; Pós-Doutorado em Ciências Básicas e Ambientais, EEL da Universidade de São Paulo/USP; Pós-Doutorado em Psicologia e Neurociência Cognitiva (EBWU); Pós-Doutorado em Educação Matemática (UNIAN/SP);

Doutor em Educação Matemática (ênfase em Neurociência Cognitiva) pela Universidade Anhanguera de São Paulo - UNIAN, com sanduiche de 01 ano na Université Claude Bernard Lyon 1 - FR/Bolsa CAPES); Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFS), Mestre em Educação (UFS); Especialista em: Neuropsicologia (UNIFESP/CDN), Neuroaprendizagem (Instituto Saber/BR), Psicopedagogia (Institucional e Clínica, FPD), Ensino de Matemática (UFS), Educação Matemática (FA) e em Gerência e Tecnologia da Qualidade pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG; Psicólogo (ESTÁCIO-SE), Licenciado em Matemática (UFS); Especialização em Terapia Cognitivo-Comportamental (PUC-RG); Especialização em Neurociências e Educação (Instituto de Psicologia Sapiens, IPS-PR, em andamento/2021); Especialização em Neurociências, Psicologia Positiva e Mindfulness (Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUC/PR, em andamento/2022); Prof. Titular de Educação Matemática do Instituto Federal de Sergipe (IFS/Campus Aracaju); Professor Homenageado: Título de Honra ao Mérito pelas valiosas contribuições prestadas ao IFS (REITORIA/IFS); Pesquisador da FAPITEC/SE-BIBIC/Jr-CNPq. Pesquisador do PIBIC/IFS. Membro do Grupo de Pesquisa em Educação e Contemporaneidade/UFS. Tem experiência na área de Educação Matemática, com ênfase em Recursos Humanos, atuando principalmente nos seguintes temas: Treinamento das Habilidades Sociais, Engenharia Neurodidática, Engenharia Didática, Teoria das Situações Didáticas, Teoria Antropológica do Didático, Teorias da Aprendizagem (Dificuldade de Aprendizagem), Formação de Professores de Matemática, desde 1989. É consultor de cursos de pós-graduação em Educação Matemática, Psicopedagogia e Metodologia do Ensino de Matemática. É autor de livros e artigos publicados em periódicos nas áreas de Neurociências, Psicopedagogia e de Educação Matemática. Atualmente é Docente do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Sergipe - IFS (desde 1993) e do Programa de Pós-

Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe - UFS (desde 2015), tendo como áreas de concentração a Didática da Matemática e a Neurociência Cognitiva; Criador e Editor-Chefe de Caminhos da Educação Matemática em Revista (impressa, 2008 e online, 2014/IFS); Coordenador do GEPEM - Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (IFS); Coordenador do neuroMATH - Grupo de Pesquisa em Desenvolvimento Neurocognitivo da Aprendizagem Matemática (IFS). Colunista do Jornal Planeta (Brasília, BR). Pró-Reitor de Ensino do Instituto Federal de Sergipe - IFS (em 2010).

A obra “O Ensino de Física no âmbito educacional brasileiro: perspectivas, reflexões e abordagens” objetiva promover discussões e reflexões acerca de pesquisas em ensino de Física com temáticas variadas como o Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade, os Três Momentos Pedagógicos, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, entre outros, de forma a ressaltar a importância de se trabalhar uma visão crítica e reflexiva em alunos e alunas de modo que os mesmos não apenas apreendam os conceitos físicos, mas que os relacione com o seu cotidiano e os articule com esferas e aspectos sociais, políticos, econômicos e tecnológicos, sobremaneira com o advento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Novo Ensino Médio. Além disso, a proposta do e-book, também, é trazer, para professores e professoras, propostas e discussões sobre temáticas variadas no Ensino de Física e ainda atrair alunos e alunas que possam despertar algum interesse sobre a temática proposta.



EDITORA
IFS



INSTITUTO FEDERAL
Sergipe