

# ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PESQUISAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES  
DA PÓS-GRADUAÇÃO DO IFCE

MARIA CLEIDE DA SILVA BARROSO  
CAROLINE DE GOES SAMPAIO  
LEIDY GABRIELA ARIZA ARIZA  
(ORGANIZADORES)

## **UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ**

### **REITOR**

Hidelbrando dos Santos Soares

### **VICE-REITOR**

Dárcio Ítalo Alves Teixeira

### **EDITORA DA UECE**

Cleudene de Oliveira Aragão

### **CONSELHO EDITORIAL**

Antônio Luciano Pontes	Lucili Grangeiro Cortez
Eduardo Diatahy Bezerra de Menezes	Luiz Cruz Lima
Emanuel Ângelo da Rocha Fragoso	Manfredo Ramos
Francisco Horácio da Silva Frota	Marcelo Gurgel Carlos da Silva
Francisco Josênio Camelo Parente	Marcony Silva Cunha
Gisafran Nazareno Mota Jucá	Maria do Socorro Ferreira Osterne
José Ferreira Nunes	Maria Salete Bessa Jorge
Liduina Farias Almeida da Costa	Silvia Maria Nóbrega-Therrien

### **CONSELHO CONSULTIVO**

Antônio Torres Montenegro   UFPE	Maria do Socorro Silva Aragão   UFC
Eliane P. Zamith Brito   FGV	Maria Lírida Callou de Araújo e Mendonça   UNIFOR
Homero Santiago   USP	Pierre Salama   Universidade de Paris VIII
Ieda Maria Alves   USP	Romeu Gomes   FIOCRUZ
Manuel Domingos Neto   UFF	Túlio Batista Franco   UFF

# ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PESQUISAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES  
DA PÓS-GRADUAÇÃO DO IFCE

**MARIA CLEIDE DA SILVA BARROSO**  
**CAROLINE DE GOES SAMPAIO**  
**LEIDY GABRIELA ARIZA ARIZA**  
(ORGANIZADORES)

1ª Edição  
Fortaleza - CE  
2021



# ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA: PESQUISAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA PÓS-GRADUAÇÃO DO IFCE

© 2021 *Copyright by* Maria Cleide da Silva Barroso, Caroline de Goes Sampaio e Leidy Gabriela Ariza Ariza

O conteúdo deste livro, bem como os dados usados e sua fidedignidade, são de responsabilidade exclusiva do autor. O download e o compartilhamento da obra são autorizados desde que sejam atribuídos créditos ao autor. Além disso, é vedada a alteração de qualquer forma e/ou utilizá-la para fins comerciais.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE  
Av. Dr. Silas Munguba, 1700 – Campus do Itaperi – Reitoria – Fortaleza – Ceará  
CEP: 60714-903 – Tel: (085) 3101-9893  
www.uece.br/eduece – E-mail: eduece@uece.br

Editora filiada à



## Coordenação Editorial

Cleudene de Oliveira Aragão

## Capa e Diagramação

Narcelio Lopes

## Revisão de Texto

Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Ensino de ciências e matemática [livro eletrônico]:  
pesquisas na formação de professores da  
pós-graduação do IFCE / Maria Cleide da Silva  
Barroso, Caroline de Goes Sampaio, Leidy  
Gabriela Ariza Ariza (organizadores). --  
1. ed. -- Fortaleza, CE : Editora da UECE, 2021.  
PDF

Vários autores.  
ISBN 978-85-7826-808-4

1. Ciências - Estudo e ensino 2. Matemática -  
Estudo e ensino 3. Pesquisa 4. Pós-graduação  
5. Professores - Formação profissional I. Barroso,  
Maria Cleide da Silva. II. Sampaio, Caroline de  
Goes. III. Ariza, Leidy Gabriela Ariza.

21-94568

CDD-370.71

Índices para catálogo sistemático:

1. Formação de professores : Pesquisa : Educação  
370.71

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

# APRESENTAÇÃO

*Diana Lineth Parga Lozano*

Universidad Pedagógica Nacional; dparga@pedagogica.edu.co

O livro **Ensino de Ciências e Matemática: Pesquisas na Formação de professores da pós-Graduação do IFCE**, desenvolve quatro partes, cada uma focada em pesquisas qualitativas nas áreas de ensino de química, de física, da matemática e dos anos iniciais geradas no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE).

A **primeira parte**, com sete capítulos, tem como foco a pesquisa em ensino de química. Os autores destes destacam os seguintes temas: no **capítulo 1**, a inclusão do aluno surdo nas aulas de química; neste, é feita uma discussão teórica sobre a inclusão destes alunos na prática, a partir da compreensão da história da educação inclusiva dos surdos e de postulados de Vigotski na perspectiva da defecologia; ajuda a compreender dois critérios fundamentais, a visualização como um aspecto fundamental no aprendizado desses estudantes, e a Língua de Sinais como forma de reparação histórica. Com estes dois aspectos, exorta os professores a construir estratégias e ferramentas de ensino inclusivas. O **capítulo 2** é uma proposta para o ensino da química orgânica com uma abordagem CTSA. Aqui, os autores descrevem o ensino de química considerando a te-

mática de biodiesel obtido de óleo de fritura. Para contextualizar esta abordagem, é um estudo de caso em que os alunos participantes evidenciam o interesse com o meio ambiente, o desenvolvimento de pensamento crítico. No caso dos professores, a necessidade de que contextualizem o ensino dos conteúdos curriculares (funções orgânicas, reações orgânicas, reação de transesterificação, estequiometria da reação) na perspectiva ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, CTSA, destacando critérios ambientais, tais como a reciclagem do óleo usado, em interação com o trabalho experimental feito com materiais caseiros. O **capítulo 3** descreve uma pesquisa que aborda a categoria *trabalho e crise estrutural do capital* como categorias da análise na formação do professor no contexto atual; faz-se uma revisão bibliográfica utilizando estes ideais marxistas, e como têm afetado o processo educativo e a formação docente; em destaque está a crise do sistema geral e a educação, e como o processo de formação dos professores evidencia o trabalho docente como não-material, aspecto que é confrontado com a crise estrutural do capital na medida que os professores atuam para manter o *status quo*. O **capítulo 4** é outra pesquisa com abordagem CTSA, no contexto da atual pandemia produzida pela covid-19; é um estudo de revisão bibliográfica que descreve as adaptações às transformações neste período de crise sanitária por causa da doença desta virose. O trabalho põe em consideração publicações recentes sobre Ensino de Ciências nos tempos de pandemia, na qual tais adaptações dos professores têm relação com a perspectiva CTSA para contextualizar o ensino de ciências, lograr a chamada alfabetização científica, a formação cidadã dos alunos em que é necessária a formação de sujeitos críticos para a pós-pandemia, uma

vez que, neste período, a população em geral está sendo impactada com falsas notícias, o negacionismo científico e movimentos antivacinas. O **capítulo 5** complementa o anterior, apresentando uma pesquisa de revisão de literatura a respeito da relação CTS aplicada à problemática da pandemia Sars-Cov-2, e, analisando reflexões sobre concepção e ensino de ciências. Para isto, os autores destacam a relevância do conhecimento científico neste período de pandemia na tomada de decisões, o que é possível ao considerar os objetivos do enfoque CTS. Traz uma análise do momento atual da pandemia gerada pela covid-19 e os efeitos do isolamento social na população, aspectos que, em contraste com os objetivos do CTS, os autores consideram como uma perspectiva favorecedora na formação da população nestes momentos de crise sanitária. O **capítulo 6** descreve o ensino de química em cursos de ensino técnico nos institutos federais brasileiros através de uma análise bibliográfica na plataforma CAPES, ao considerar que neste nível de formação (ensino técnico integrado), existe uma relação entre conhecimentos profissionais e conhecimentos básicos do ensino médio. Assim sendo, os autores consideram a necessidade deste balanço, caracterizando nos documentos as metodologias utilizadas pelos professores e as dificuldades dos alunos em química; além disso, a pesquisa contribui com a análise do ensino de química nos cursos técnicos. Quanto às metodologias usadas pelos professores, têm destaque estratégias diferenciadas tais como experimentação, interdisciplinaridade, contextualização, problematização, a perspectiva sócio-histórico e a abordagem CTS; mas, chamam a atenção para a existência da pouca pesquisa quanto ao ensino de química em cursos técnicos integrados. Quanto às dificuldades dos alunos,

persiste a falta de interesse na química e as dificuldades na sua compreensão. No **capítulo 7**, as autoras analisam o estado da questão do ensino de soluções químicas no Brasil, toda vez que, por causa da pandemia do coronavírus, solicitou-se o uso de uma solução de álcool para diminuir sua propagação. O encontrado deixa claro que o enfoque CTSA é o mais utilizado, e que está concentrado na região Nordeste do Brasil, embora existam poucos trabalhos focados na atividade experimental, a contextualização e as TICs que se devem oportunizar. O enfoque CTSA é usado para favorecer a tomada de decisões, a participação cidadã, a motivação e a compreensão do conteúdo e para aproximar o aluno na química.

Na **segunda parte** do livro, a pesquisa está centrada no ensino de matemática, com os aportes de três capítulos. **capítulo 8** traz uma análise do potencial para a aprendizagem na educação básica do *App inventor* para trabalhar com blocos de códigos, pois uma vez que é uma ferramenta de criação de aplicativos interativos, incluso nos *smartphone*. A pesquisa mostra as principais funcionalidades e aplicações no ensino de ciências, na biologia e na programação, destacando que é pouco usada no ensino básico. Os autores chamam a atenção de sua falta de uso neste nível de ensino, e destacam que favorece as competências gerais da BNCC e a aprendizagem diferenciada. A falta de uso pode-se dever à sua não consideração na formação inicial do professor, o que limita o desenvolvimento do pensamento computacional. O **capítulo 9** é uma experiência da engenharia didática no ensino da hibridização da sequência de Mersenne. Os autores fizeram um levantamento bibliográfico em relação aos números híbridos e a sequência de Mersenne para associar esses dois conteúdos e realizar o

processo de hibridização desta sequência. Neste contexto, foram propostas duas situações-problemas para serem usadas em futuras turmas de formação de professores. No **capítulo 10**, as autoras elaboraram uma proposta didática para a inserção da escala dos números de Edmund Gunter no ensino de multiplicação e divisão, focada na história da matemática para fornecer recursos didáticos na formação dos professores de matemática. O capítulo traz uma breve descrição do tratado de Gunter, a construção da escala dos números e a proposta das atividades com a construção dessa escala. Assim a pesquisa é um aporte na consolidação de outros conhecimentos na formação profissional do docente: o conhecimento histórico e sua interação com a didática da matemática. No **capítulo 11**, as autoras analisaram um recurso educacional digital (RED) chamado “Ilha das Operações”, proposto para o ensino básico, que ajuda a explorar situações que compõem o Campo Aditivo na perspectiva da BNCC e na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud. O recurso foi elaborado por uma equipe multidisciplinar para auxiliar professores e alunos durante a pandemia da covid-19 com o ensino remoto. Este possui interfaces para que os alunos resolvam situações-problemas no campo aditivo, favorecendo o raciocínio do conceito ao trazer representações pictóricas, numéricas e textuais. Tem a vantagem de poder ser usado *offline* e no *desktop*, em smartphones, *tablets*, e demais dispositivos.

A **terceira parte** está focada na pesquisa no ensino de física a partir de três capítulos. Dois centrados em pesquisas bibliográficas, e o terceiro é uma proposta em andamento que analisará uma sequência didática. O **capítulo 12** é uma pesquisa do mapeamento sistemático na literatura da ferramenta Arduino no ensino de física. Os

estudos analisados apresentaram propostas educacionais voltadas para deficientes visuais e auditivos, a necessidade de realização de pesquisas com Arduino (microcontrolador eletrônicos) na área de Óptica e utilização de metodologias ativas que incentivem a participação dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. O **capítulo 13** é uma pesquisa bibliográfica que analisa metodologias ativas que influenciam a aprendizagem do aluno. Dentre elas, destacam-se a Gamificação e o ensino híbrido, no qual as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) são centrais, mas ainda são desafiadores para o ensino de física. Neste sentido, os autores põem em consideração a necessidade de reflexão sobre a relação dos resultados da pesquisa com a prática do professor e de continuidade das investigações sobre a aplicação das metodologias ativas de ensino e aprendizagem para esclarecer o uso destas metodologias. O **capítulo 14** é um estudo em andamento, que se propõe a analisar uma sequência didática utilizando instrumentos astronômicos no ensino de física como o astrolábio, quadrante, luneta, bússola e o teodolito, que não é considerado instrumento de medida. Sendo assim, o objetivo é aplicar metodologias e métodos que estimulem o gosto pela aprendizagem da física, que os alunos conheçam a história da astronomia e seus conceitos básicos e sua utilidade no cotidiano ao usar Tecnologia Digital da Informação e Comunicação (TDIC).

Na **quarta parte**, o livro descreve três pesquisas em ensino de ciências e matemática nos anos iniciais do ensino fundamental - do 1º ao 5º ano - que foram desenvolvidas através de quatro capítulos. No **capítulo 15**, a partir de pesquisa bibliográfica, os autores analisam a organização da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), evidencian-

do os conteúdos expostos na área de Ciências da Natureza e os possíveis impactos para o ensino de Ciências. Este estudo conclui que a padronização dos currículos reduz as experiências educacionais, silenciam as diversidades culturais, a pluralidade social e a autonomia docente e escolar. Este documento de política nacional de Brasil propõe procedimentos, competências e habilidades a serem executadas, para preparar estudantes que atendam a demanda do sistema produtivo, o que gera interferência de modo direto no aprendizado dos estudantes, na elaboração dos recursos didáticos, nas avaliações educacionais e na formação dos docentes. Além disso, a pesquisa revela lacunas nas propostas e conteúdos científicos, relacionadas com educação sexual, saúde e educação ambiental, que, segundo os autores, está esvaziada de conteúdos, ao suprir as necessidades empresariais do sistema capitalista. No **capítulo 16**, as autoras trazem uma revisão da literatura discutindo o uso da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud no desenvolvimento de habilidades na resolução de problemas nos anos iniciais do ensino fundamental, isto porque argumenta-se que o documento de BNCC não traz referenciais teóricos que baseiem os princípios do ensino da matemática, o que é fundamental para professores pedagogos, ao não receberem formação inicial específica no ensino das áreas do conhecimento. Esta análise permite destacar a presença de uma habilidade que perpassa por todos os anos do ensino fundamental I e que demanda de tempo para seu desenvolvimento. Quanto às operações de adição e subtração, as autoras trazem características da TCC ao classificar os problemas em seis relações de base, destacando as de composição, transformação e comparação. O **capítulo 17** descreve uma pesquisa em andamento

focada no estudo de caso na perspectiva de Yin, para evidenciar a relevância dos processos avaliativos externos no Ensino de Ciências; o objetivo do estudo é compreender a avaliação da aprendizagem e a sua relação com a pesquisa científica no Ensino Fundamental, buscando compreender os fundamentos teóricos e políticos das avaliações externas através da revisão da literatura, investigar as perspectivas de Ensino de Ciências presentes na BNCC e no DCRC, identificando a forma como o Ensino de Ciências é abordado nesses documentos e, por fim, examinando carência do ensino de ciências nas avaliações externas para o processo de ensino e aprendizagem nas turmas de segundo ano do Ensino Fundamental.

# Sumário

**APRESENTAÇÃO .....5**

*Diana Lineth Parga Lozano*

**PARTE 1**  
**PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA**

**CAPÍTULO 1..... 18**

**INCLUSÃO DO ALUNO SURDO NAS AULAS DE QUÍMICA À LUZ DA DEFECTOLOGIA VIGOTSKIANA: UMA DISCUSSÃO TEÓRICA..... 18**

*Carina Maria Rodrigues Lima, Maria Cleide da Silva Barroso e Leidy Gabriela Ariza Ariza*

**CAPÍTULO 2. .... 38**

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA UTILIZANDO BIODIESEL COMO UMA ABORDAGEM CTSA**

*Cyndi Beatriz Anjos, Leidy Gabriela Ariza Ariza e Caroline de Goes Sampaio*

**CAPÍTULO 3. .... 71**

**A CATEGORIA TRABALHO E A CRISE ESTRUTURAL DO CAPITAL: UMA ANÁLISE SOBRE A FORMAÇÃO DO PROFESSOR**

*Greyciano Felix Cavalcante Luz, Maria Cleide da Silva Barroso e Francisca Helena de Oliveira Holanda*

**CAPÍTULO 4. .... 91**

**A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTS/CTSA), NO ENSINO DE CIÊNCIAS, NA PANDEMIA DA COVID-19: ESTADO DA ARTE POR REVISÃO BIBLIOGRÁFICA CRÍTICA**

*Vicente Tomé do Nascimento Filho e Ana Karine Portela Vasconcelos*

**CAPÍTULO 5. .... 109**

**RELAÇÃO CTS (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE)  
APLICADA À PROBLEMÁTICA DA PANDEMIA SARS-  
-COV-2: REFLEXÕES SOBRE A CONCEPÇÃO E ENSINO DE  
CIÊNCIAS**

*Joel de Sousa Giffoni, Maria Cleide da Silva Barroso e Caroline de Goes Sampaio*

**CAPÍTULO 6. .... 126**

**O ENSINO DE QUÍMICA EM CURSOS DE ENSINO TÉCNICO NOS INSTITUTOS FEDERAIS BRASILEIROS**

*Valdiana Gomes Cavalcante, Caroline de Goes Sampaio e Maria Cleide da Silva Barroso*

**CAPÍTULO 7..... 145**

**O ENSINO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS: UM ESTADO DA QUESTÃO NO BRASIL**

*Nágila Menezes Rocha, Ana Karine Portela Vasconcelos e Blanca Rodríguez Hernández*

**PARTE 2**

**PESQUISA EM ENSINO DE MATEMÁTICA**

**CAPÍTULO 8. .... 162**

**APP INVENTOR: UMA ANÁLISE DE SEU POTENCIAL PARA A APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

*Francisco Ellivelton Barbosa..... 162*  
*Juscileide Braga de Castro..... 162*

**CAPÍTULO 9. .... 182**

**UMA EXPERIÊNCIA DA ENGENHARIA DIDÁTICA NO ENSINO DA HIBRIDIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE MERSENNE**

*Milena Carolina dos Santos Mangueira, Francisco Regis Vieira Alves e Paula Maria Machado Cruz Catarino*

**CAPÍTULO 10. .... 203**

**PROPOSTA DE INSERÇÃO DA ESCALA DOS NÚMEROS DE GUNTER (1623) NO ENSINO DE MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO**

*Andressa Gomes dos Santos e Ana Carolina Costa Pereira*

**CAPÍTULO 11. .... 220**

**ANÁLISE DO RECURSO EDUCACIONAL DIGITAL ILHA DAS OPERAÇÕES: EM BUSCA DAS PEDRAS SOMARTIUS E SUBTRARTIUS À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS**

*Nassara Maia Cabral Cardoso Gomes, Juscileide Braga de Castro e William Leonardo Gómez Lotero*

**PARTE 3**

**PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**

**CAPÍTULO 12. .... 239**

**O ARDUINO COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA**

*Natasha Porto Alexandre, Mairton Cavalcante Romeu e Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida*

**CAPÍTULO 13. .... 259**

**FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: METODOLOGIAS ATIVAS INFLUENCIAM NA APRENDIZAGEM DO ALUNO?**

*Cristiana Maria dos Santos Silva, Mairton Cavalcante Romeu e Maria Cleide da Silva Barroso*

**CAPÍTULO 14. .... 276**

**ESTUDO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO INSTRUMENTOS ASTRONÔMICOS NO ENSINO DE FÍSICA**

*Marcelo da Costa Carneiro, Mairton Cavalcante Romeu e Euzene Mendonça Barbosa Matos*

**PARTE 4**

**PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS ENSINO FUNDAMENTAL – DO 1º AO 5º ANO**

**CAPÍTULO 15. .... 297**

**BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: FUNDAMENTOS E REFLEXÕES. 297**

*Jairla Bianca Aires Praciano, Raphael Alves Feitosa e Isabel Garzón Barragan*

**CAPÍTULO 16. .... 318**

**A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) E O ENSINO DA MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS (TCC)**

*Samara Sales Frazão e Maria Cleide da Silva Barroso*

**CAPÍTULO 17..... 339**

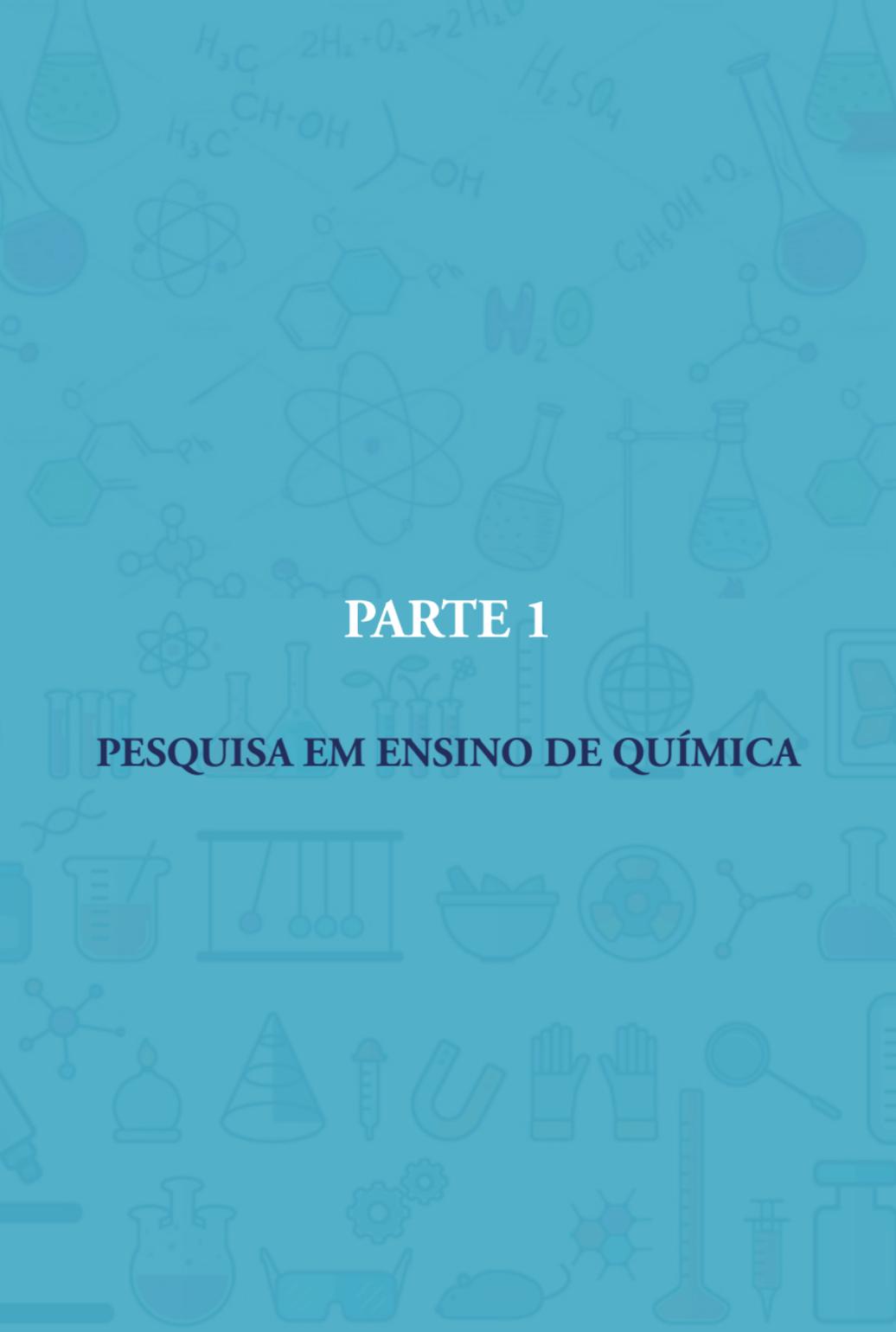
**ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL E SUA RELAÇÃO COM AS AVALIAÇÕES EXTERNAS**

*Maria Elizete Pereira Alencar Oliveira, Maria Cleide da Silva Barroso e Francisca Helena de Oliveira Holanda*

**SOBRE OS AUTORES..... 358**

**POSFÁCIO..... 363**

*Diana Lineth Parga Lozano e William Manuel Mora Penagos*

The background is a light blue color with a repeating pattern of white line-art icons and chemical formulas. The icons include various pieces of laboratory glassware like flasks, beakers, and test tubes, as well as symbols for atoms, molecules, and safety equipment like gloves and goggles. Chemical formulas such as  $H_2O$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_3C-CH_2-OH$ ,  $C_2H_5OH + O_2$ , and  $H_2O_2$  are scattered throughout the pattern.

# PARTE 1

## PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA

## CAPÍTULO 1.

### **INCLUSÃO DO ALUNO SURDO NAS AULAS DE QUÍMICA À LUZ DA DEFECTOLOGIA VIGOTSKIANA: UMA DISCUSSÃO TEÓRICA**

*Carina Maria Rodrigues Lima*

*Maria Cleide da Silva Barroso*

*Leidy Gabriela Ariza Ariza*

#### **RESUMO**

A educação inclusiva é uma área de ensino que possibilita escolas que se adaptem às diferenças num ambiente de diversidade, o que nos alerta para a necessidade de encontrar formas de desenvolver práticas pedagógicas que permitam o desenvolvimento das habilidades de todos os alunos. Com isso, o objetivo deste artigo é fazer uma discussão teórica sobre a inclusão dos alunos surdos nas aulas de Química a partir de uma compreensão da história da educação inclusiva dos surdos e de postulados de Vigotski em seus estudos da defectologia, entendendo a visualização como aspecto fundamental no aprendizado desses estudantes. Vigotski deu contribuições sobre o desenvolvimento das pessoas com deficiência, sendo uma delas a existência da compensação, que é uma compensação social do indivíduo que teve alguma perda orgânica para a realização de problemas. A pessoa surda, por exemplo, desenvolveu uma própria língua e utiliza de aspectos visuais em seu aprendizado. No ensino de Química, a visualização pode ocasionar

em um aprendizado pela compensação de Vigotski, que proporcionará ao aluno outras formas de aprender. Utilizar a visualização como método de ensino é respeitar a identidade surda e mediar uma educação inclusiva. Nas práticas de ensino, é preciso considerar as individualidades dos alunos, assim como nos alerta Vigotski, bem como toda a prática educacional que priorize o caminho e não o fim, enxergando o aluno com deficiência para além de sua deficiência, com suas habilidades, com metodologias que possam promover a compensação do defeito e então, superar seus limites e obter o aprendizado.

*Palavras-chave:* Educação inclusiva, ensino de Química para surdos, defectologia.

## 1. INTRODUÇÃO

A educação especial se desenvolve a passos lentos. A forma que a sociedade trata as pessoas com deficiência depende dos costumes e crenças de cada época. Por muito tempo essas pessoas foram maltratadas e excluídas do convívio social. Nos últimos anos, as transformações ocorridas na educação especial foram mais profundas, principalmente a partir dos anos 90, no Brasil.

A educação inclusiva é uma área de ensino que possibilita que as escolas se adaptem às diferenças num ambiente de diversidade, compreendendo que cada aluno é uma pessoa única, com características e ritmo próprio no processo de construção do conhecimento. O que nos desperta a necessidade de encontrar formas de desenvolver práticas pedagógicas que permitam o desenvolvimento de suas habilidades cognitivas (MACÊDO; SANTOS; CORREIA, 2018).

A política de inclusão tem sido implantada gradativamente em nosso país, com avanços consideráveis, com o objetivo de garantir o direito de todas as pessoas à educação e a democratização escolar. No entanto, com a complexidade que é a educação inclusiva, várias adversidades permeiam o sistema educacional, como a formação de professores e adaptações arquitetônicas e curriculares, o que desafia a prática docente (RODRIGUES; PEREIRA; SANTOS, 2018).

A educação dos surdos, historicamente, não foi particularizada no ensino, mas na biologia clínica. Procurando “normalizá-los” e ensinar-lhes a língua oral. Os surdos foram até mesmo proibidos de usar sua língua natural. Atualmente, é reconhecida a Língua de Sinais – no Brasil é chamada de Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) – como a língua principal do surdo, devendo este aprender secundariamente a linguagem escrita (ROSSETO, 2009).

Vigotski desenvolveu pesquisas sobre a educação das pessoas com deficiência, que ficaram conhecidas como estudos da “defectologia”. Em seus estudos, Vigotski compreendeu que o surdo precisa utilizar sua língua natural no processo de educação para que conseguir êxito e poder participar ativamente da vida social (BARRETO, 2009).

Dessa forma, os professores precisam buscar métodos que auxiliem no ensino inclusivo dos alunos surdos. Quevedo, Vanzin e Ulbricht (2014) informam que a principal forma de aprendizagem do surdo é pelo sentido da visão. Mesmo que o indivíduo não consiga reconhecer os símbolos que compõem a palavra, a imagem permitirá que ele compreenda seu significado. Portanto, acredita-se que a estimulação visual seja essencial para o aprendizado do aluno surdo.

A necessidade de visualização é acentuada na disciplina de Química, a qual exige o entendimento de vários conceitos abstratos e termos que podem ainda não existir na língua de sinais (FERREIRA; BARROSO; SAMPAIO, 2020). A Química, como uma disciplina indispensável na formação do sujeito, não pode ser negligenciada, e a forma de comunicação do aluno não pode ser um empecilho. Acredita-se que todos devem ser capazes de superar suas limitações e conseguir aprender a Química, e isso só é possível a partir da compreensão da diversidade.

Com isso, o objetivo desse artigo é fazer uma discussão teórica sobre a inclusão dos alunos surdos nas aulas de Química a partir de uma compreensão da história da educação inclusiva dos surdos e de postulados de Vigotski em seus estudos da defectologia, entendendo a visualização como aspecto fundamental no aprendizado desses estudantes.

## **2. DO INÍCIO: UM POUCO DA HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA**

As pessoas com deficiências tiveram tratamentos diversos pela sociedade ao longo da história humana, de acordo com os interesses e crenças de cada época. O tratamento das pessoas com deficiência na sociedade tem sido diferente ao longo da história da humanidade. Na Antiguidade, as pessoas com deficiência eram consideradas desprovidas de beleza e esmero, valores apreciados na época, por isso eram isoladas (SAMPAIO; MÓL, 2017).

As pessoas não acreditavam que os surdos pudessem pensar, pois havia uma crença de que o pensamento só se desenvolvia se houvesse a existência de uma linguagem,

por esse motivo, não se oferecia nenhum tipo de ensinamentos aos surdos e conseqüentemente, eles não aprendiam (BELTRAMI; MOURA, 2015).

A fé cristã dominava e manipulava a população na Idade Média, com isso, as deficiências eram relacionadas com maldições e poderes sobrenaturais impostos por Deus como sinais de possíveis crimes executados por eles ou por suas famílias. Isto era motivo para que essas pessoas fossem castigadas e mortas (SAMPAIO; MÓL, 2017). Os surdos sofriam ainda por não poderem manifestar sua fé verbalmente, o que os faziam ser desconsideradas no convívio em sociedade (PONTARA, 2017).

Foi somente no século XIX que começaram as pesquisas sobre deficiência por meio da Psicologia e da Educação. Foi nesse período que começaram a ser implantados centros especializados e centros de formação profissional para pessoas com deficiência (SAMPAIO, MÓL, 2017). De acordo com Souto (2014), embora tenham sido criados institutos especiais e estabelecida a educação para pessoas com deficiência, o que realmente aconteceu foi o isolamento dessas pessoas, segregando-as.

No século XX, foram iniciados movimentos sociais pelos direitos das pessoas com deficiência (SOUTO, 2014). Nesse período, difunde-se no Brasil a educação escolar das pessoas com deficiência com o conceito de integração. Essa prática era dada com ambientes separados para essas pessoas e com tentativas de “normalizá-las” (CARNEIRO, 2015).

A condição para que o aluno com deficiência frequentasse a escola em classes regulares era que ele acompanhasse a turma. A escola não era preparada para recebê-lo, não fazendo nenhuma adaptação estrutural nem curricular (SAMPAIOL; MÓL, 2017). Nessa perspectiva, a inte-

gração quer moldar o sujeito considerados diferente para inseri-lo na sociedade o mais “normal” possível.

O período de 1960 a 1990 foi marcado por lutas pelos direitos das pessoas com deficiência. Em 1994, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) organizou uma conferência em Salamanca, Espanha, na qual foi formulada a Declaração de Salamanca, que estipula a inclusão de alunos com deficiência nas escolas e sociedade, marcando assim o conceito de inclusão, mudando o paradigma até então existente, estabelecendo que a sociedade garanta a inserção das pessoas com deficiência em todos os espaços (SAMPAIO; MÓL, 2017; UNESCO, 1994).

Esse documento abriu caminho para que várias leis e documentos fossem criados no país para garantir os direitos das pessoas com deficiência. A Constituição Federal de 1988 é o documento mais importante que estabelece a garantia de uma educação para todos os alunos, sendo assim, a escola é para todos sem fazer nenhuma distinção (BRASIL, 1988). Além desta, existem outras leis, decretos e resoluções, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, 1996). Também foram criadas associações direcionadas ao ensino básico e para o ensino superior, que é o caso das Associações de Pais e Amigos dos excepcionais (APAE) e dos Núcleos de Atendimento à Pessoa com Necessidades Específicas (NAPNE), este último compreendido nos Institutos Federais de Educação.

Os surdos tiveram sua língua reconhecida no país como tal em 2002, com a Lei n° 10.436, que estabelece a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como forma legal de comunicação e expressão, com a Língua Portuguesa escrita como segunda língua (BRASIL, 2002).

Mas para se chegar a esse reconhecimento, as pessoas surdas tiveram um longo caminho de rejeição e negação da sua identidade e linguagem pela sociedade. Um grande marco na história dessa comunidade foi a Convenção de Milão, que ocorreu em 1880. Nessa convenção existiam educadores e pesquisadores, na maioria ouvintes, que decidiram que os surdos não poderiam utilizar sua língua natural, e a única forma de educação à essas pessoas seria a oral (PONTARA, 2017). Após essa Convenção, proibiu-se em vários países, inclusive no Instituto dos Surdos-Mudos do Brasil, o uso da língua de sinais (BELTRAMI; MOURA, 2015).

Com tantos avanços na educação inclusiva do país, em 2020 instituiu-se o Decreto n° 10.502 que trata da Educação Especial. O decreto traz alguns enunciados que até então não eram mais discutidos, como as salas de aulas especiais e escolas especiais para “educandos da educação especial que não se beneficiam, em seu desenvolvimento, quando incluídos em escolas regulares inclusivas e que apresentam demanda por apoios múltiplos e contínuos” (BRASIL, 2020, não paginado).

O decreto gera uma preocupação, pois remete ao tipo de educação do século passado, em que os alunos com deficiência eram separados em escolas ou classes especiais se não acompanhassem o ensino regular. Isto contrasta com o que defende o movimento de educação inclusiva, que é uma escola capaz de englobar todos os estudantes e atender todas as demandas educacionais destes, sem distinção e compreender a diversidade humana.

Diante dessa história conturbada, marcada pela exclusão e negação das diferenças, é essencial que haja uma revolução social e educacional que rompa com os modelos

estruturados historicamente. Portanto, a discussão sobre a educação inclusiva é necessária e inacabada, para que construamos escolas inclusivas que sejam capazes de educar todos os educandos independente das diferenças.

### **3. O QUE A DEFECTOLOGIA VIGOTSKIANA TRAZ DE CONTRIBUIÇÃO PARA A EDUCAÇÃO DO ALUNO SURDO**

Vigotski (1896 – 1934) foi um psicólogo russo que se dedicou aos estudos da criança com deficiência, sendo esse campo chamado de defectologia. Vigotski define a defectologia como “uma esfera do conhecimento teórico e do trabalho científico-prático [...] refere-se à criança cujo desenvolvimento se há complicado com o defeito” (VIGOTSKI, 1987, p. 2-3 *apud* SILVA; MENEZES; OLIVEIRA, 2013, p. 20218).

Atualmente, o termo “defectologia” pode causar desconforto, pois pode ser julgado como negativo. Entretanto, as pesquisas de Vigotski nesse campo focam no potencial do sujeito e não nas suas falhas (SILVA; MENEZES; OLIVEIRA, 2013).

Na defectologia, o psicólogo se dedicou com mais afinco às deficiências mentais, à surdez e à cegueira (BARRETO, 2009). Para ele, a criança com deficiência se desenvolve a partir das mesmas regras que as outras crianças, visto que elas também interagem socialmente com o meio e o desenvolvimento acontece através dessas interações.

Para Vigotski, o aprendizado das pessoas com deficiência ocorre de forma diferente dos outros, mas isso não

quer dizer inferior. Ele defende que não se pode mensurar o grau de desenvolvimento da criança com deficiência da mesma forma das outras, pois o que importa é todo o processo educativo e não apenas a resposta final, por isso os métodos puramente quantitativos não se aplicam. O estudioso tem cada criança como um ser único, com um desenvolvimento único também, assim, as especificidades e o aprendizado dos sujeitos com deficiência também são únicos e precisam de atenção específica.

As ideias de Vigotski em relação ao desenvolvimento do aluno com deficiência pode ser comparado com a formação da água, dois gases formando um líquido. Melhor explicando, o desenvolvimento das pessoas com deficiência não é limitado à simples soma de suas limitações, mas é algo diverso e qualitativo, o que questiona o método de ensino inferior para um desenvolvimento inferior (BARRETO, 2009).

De acordo com Vigotski, as restrições biológicas não são fatores decisivos para determinar a incapacidade de desenvolvimento pleno das crianças, a sociedade é quem coloca limites em seu desenvolvimento. Para o autor, as crianças com deficiência não se sentem diferentes, a sociedade que os trata assim (CUNHA; CUNHA; SILVA, 2013). Sendo assim, a criança com deficiência não a sente, o que ela sente são os obstáculos oriundos dela em uma sociedade que impõe um padrão de “normalidade”. Conforme Cunha, Cunha e Silva (2013, p. 13): “O defeito só se torna deficiência quando a criança é participe da vida social”. E ainda, nas palavras de Silva, Menezes e Oliveira (2013, p. 20219): “A criança só percebe o peso de sua deficiência a partir do momento que é confrontada a ser como uma criança normal”.

Da mesma maneira, os surdos sentem a deficiência, primeiramente, nas relações sociais, porque a surdez não é simplesmente uma perda auditiva, uma vez que as pessoas não existem sem comunicação por ser seres sociais que se relacionam com o mundo em que vivem. Os órgãos não são somente orgânicos (BARRETO, 2009).

Na educação dos surdos, Vigotski adentrou na teoria da oralização do aluno. Só depois ele compreendeu que o indivíduo surdo não conseguiria aprender se não utilizasse sua linguagem natural, e foi quando ele começou a defender a língua de sinais (até então chamada de mímica) na escolarização do aluno surdo, com a língua escrita como uma segunda língua (BARRETO, 2009).

Vigotski defendeu que os métodos orais contrariam a natureza da pessoa surda, pois ela aprendia apenas a imitar a pronúncia das palavras e não a linguagem propriamente, por isso não se desenvolvia completamente. Dessa forma, entende-se que a língua oral para essas pessoas não acrescenta em nada no seu desenvolvimento, pelo contrário, pode ser prejudicial (MARTINS; TACCA; KELMAN, 2009).

De acordo com Cenci (2015), as palavras são signos que permitem a compreensão do mundo, e os sinais são os signos da língua de sinais, por isso dá a possibilidade de representar o mundo, a contar histórias, elaborar teorias e dar explicações. A defectologia aponta a “palavra como instrumento psicológico fundamental” (VIGOTSKI, 1929/1927, p. 31 *apud* CENCI, 2015, não paginado. Tradução nossa).

Entretanto, mesmo com o entendimento de que a oralização não é cabível para o surdo e que o desenvolvimento desse aluno acontece pela utilização de sua língua própria, Vigotski não obteve grandes avanços nessa área, no que diz

respeito a metodologias de ensino para esse alunado. Mesmo assim, suas ideias são de grande importância para os estudos, pois mesmo sendo do século passado, suas teorias são muito próximas com as atuais em relação a inclusão (MARTINS; TACCA; KELMAN, 2008).

Além disso, o psicólogo russo fornece contribuições sobre o desenvolvimento das pessoas com deficiência. Uma dessas contribuições é sobre a compensação. A teoria da compensação de Vigotski explica que há uma compensação social do indivíduo que teve alguma perda orgânica para a realização de problemas (CENCI, 2015). A pessoa surda, por exemplo, desenvolveu uma própria língua e utiliza de aspectos visuais em seu aprendizado.

Sendo assim, é preciso buscar formas que possibilitem o estímulo de outros caminhos para o aprendizado desses alunos. No entanto, Vigotski nos alerta que a educação foi pensada apenas para as pessoas “normais”, e por isso não foram criados meios de aprendizagem que utilizam outras formas de aprender além das funções orgânicas (CUNHA; CUNHA; SILVA, 2013).

Ressalta-se que a compensação não exclui o déficit, mas contribui nos processos sociais (ROSSETO, 2009). Vigotski compreende que a deficiência causa dificuldades, mas são esses obstáculos que irão estimular o desenvolvimento da criança, pois faz com que ela busque caminhos alternativos que possibilitarão o aprendizado (VIGOTSKI, 2011).

Diante disso, compreende-se a necessidade de pensar em estratégias educacionais que sejam inclusivas, que possam estimular a compensação citada por Vigotski e utilize ferramentas que priorizem a individualidade do aluno surdo.

#### **4. INCLUSÃO DO ALUNO SURDO NAS AULAS DE QUÍMICA: A VISUALIZAÇÃO COMO FOCO**

A Química contribui substancialmente na construção de senso crítico e na formação científica dos alunos. Por sua complexidade, e quando ensinada de forma distante do cotidiano dos alunos, dificilmente despertará o interesse deles. Por isso, o ensino de Química é um processo difícil, que exige bastante reflexão do professor em sua prática e na busca por metodologias diferenciadas que possam ser avaliadas sem priorizar a memorização.

O ensino de Química para alunos surdos pode ser ainda mais desafiador, pois é preciso atentar-se para a heterogeneidade da sociedade tão representada em uma sala de aula regular. Para Camargo (2015), os alunos surdos desafiam as aulas de ciências, pois eles representam a diversidade humana, colocando em movimento a lógica do ambiente escolar, exigindo modificações e adaptações que englobe todos os estudantes e suas individualidades.

De acordo com Fernandes e Reis (2017), para fazer a inclusão dos alunos surdos em sala de aula é necessário que todos os envolvidos, professores e alunos, compreendam a surdez como uma cultura própria e respeitem seu modo de aprender e de se comunicar. Isso Vigotski entendeu bem, quando mudou sua postura referente à linguagem dos surdos, compreendendo a necessidade de utilizar a língua de sinais e esquecer as tentativas de oralizar eles (BARRETO, 2009).

Dessa maneira, é fundamental que as aulas de Química sejam inclusivas, uma vez que ela possibilita a formação de cidadãos críticos. A aprendizagem de Química precisa

permitir o entendimento de processos químicos e conhecimentos relacionados às tecnologias, ambiente, sociedade, política e economia (PONTARA, 2017).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) define que o ensino de ciências deve formar estudantes para enfrentar os desafios da atualidade, de forma integral, voltado para a formação cidadã (BRASIL, 2018). E essa educação deve ser ofertada a todos, superando limitações e compreendendo a diversidade.

Para conseguir oferecer um ensino integral é necessário compreender a língua do educando, uma vez que a comunicação no processo educativo é fundamental (QUEVEDO; VANZIN; ULBRICHT, 2014). As pessoas surdas utilizam a Libras como língua principal. A Libras é uma linguagem gestual que acontece pelos estímulos visuais. Desse modo, o ensino deve privilegiar as explicações visuais, pois a Química, em específico, é uma ciência com expressões próprias, que às vezes podem não ter uma tradução clara para a Libras, o que dificulta o entendimento do aluno. É o que confirma Ferreira, Barroso e Sampaio (2020, não paginado): “Nos dicionários de Libras observa-se a escassez dos termos e conceitos químicos, o que leva ao intérprete criar sinais não dicionarizados através daquilo que os professores relatam em sala de aula”.

Sobre a visão, Quevedo, Vanzin e Ulbricht (2014, p. 290) afirmam:

O principal sentido para a aprendizagem do surdo é a visão. É como o surdo se orienta. Se para ouvintes, a audição está na base de desenvolvimento da linguagem, para os surdos, é ativada no cérebro, enquanto linguagem, da mesma forma que as pessoas ouvem e falam, só que via expressão visual.

Além disso, buscar estratégias que favoreçam a visualização na disciplina de Química pode ocasionar um aprendizado pela compensação de Vigotski, no qual o aluno vai utilizar outras formas de aprender. Utilizar a visualização como método de ensino é respeitar a identidade surda e mediar uma educação inclusiva.

Segundo Benite *et al.* (2015, p. 3), a Química “possui linguagem própria criada a partir da complexa interpretação e descrição dos fenômenos naturais e transformações dos materiais e substâncias”. E essa característica dessa ciência não pode ser uma barreira para o aluno surdo. “Pensando no Ensino de Química, e compreendendo que ela é uma ciência abstrata, há que haver uma preocupação com as ferramentas de linguagem e os modelos didáticos que contemplem a compreensão do aluno com surdez (FERREIRA; BARROSO; SAMPAIO, 2020, não paginado).

É necessário repensar as formas de ensinar para que elas sejam acessíveis a todos os alunos que compõem a diversidade da sala de aula para que não mais tenhamos uma educação voltada apenas para os “normais”, como historicamente foi desenvolvida, como alertou Vigotski (CUNHA; CUNHA; SILVA, 2013).

Não estamos defendendo, no entanto, o esquecimento da linguagem científica no ensino dos surdos, isso até seria contraditório, uma vez que exponho a importância de um ensino igualitário e completo independente de deficiências. O que mostramos, com base na fundamentação de Vigotski e no entendimento da cultura surda, é a utilização do visual como um aparato nesse processo de ensinar, pois, nas palavras de Quevedo, Vanzin e Ulbricht (2014, p. 290): “A imagem permite que uma criança entenda o significado da

palavra, mesmo quando ela não sabe o sinal espacial para construir a palavra”.

No entanto, o ensino da linguagem científica para os alunos surdos é uma tarefa difícil, tanto para o professor quanto para o intérprete, mas não é uma tarefa impossível. Pelo contrário, é preciso desmistificar a ideia de que o aluno surdo não consegue entender os conceitos das aulas de Química, com discussões sobre a educação inclusiva no ensino de Química que visem buscar formas de contornar as dificuldades e buscar estratégias que respeitem as necessidades dos alunos na sala de aula (FERREIRA; BARROSO; SAMPAIO, 2020).

Concordamos com Ferreira, Barroso e Sampaio (2020) que:

o ensino de química, de forma geral, necessita de otimização na didática utilizada pelo professor, na necessidade de utilizar o dia a dia dos alunos para ilustrar a química e os seus conteúdos de forma clara. Na ausência de aulas práticas como ferramenta para que haja compreensão do aluno, seja ele surdo ou ouvinte, vem à tona desafios que precisam ser vencidos e torna-se então, perceptível a necessidade de repensar nas aulas de química e suas estratégias, utilizando-se de recursos visuais, linguagem corporal, ambientes virtuais, ou qualquer outro meio que estimule a imaginação e a compreensão do aluno favorecendo e auxiliando no aprendizado do mesmo (não paginado).

Na pesquisa dos mesmos autores, durante a qual desenvolveu-se um *web site* para uma aluna surda do Ensino Médio, identificou-se a falta de linguagem visual nas aulas de Química, além de outros problemas, como alunos surdos que chegam ao Ensino Médio sem saber ler e escrever. “Explorar o visual sem dúvidas é muito eficaz na retenção da aprendizagem, além de ser essencial para a comunidade surda” (FERREIRA; BARROSO; SAMPAIO, 2020, não paginado).

Deste modo, compreende-se a importância de uma educação mais inclusiva na disciplina de Química para os alunos surdos e a importância de sua linguagem e dos aspectos visuais no processo de aprendizado destes. Vigotski nos ajuda a compreender a importância do respeito à individualidade dos alunos surdos e a importância de buscar estratégias de ensino compensatórias, mas o debate da inclusão no ensino atual é fundamental para o desenvolvimento de uma prática pedagógica que atenda às necessidades dos estudantes, visto que a sociedade evoluiu tecnologicamente e cientificamente, o que nos dá mais opções de diversificar as metodologias de ensino para uma sala de aula mais inclusiva.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que a educação inclusiva teve uma história conturbada. Os direitos obtidos desde o século passado são avanços, mas é preciso fazer reflexões e discussões sobre essa temática para que continue avançando e não haja retrocessos. Além disso, os debates são para alcançar uma educação que seja inclusiva também na prática.

Na educação dos surdos, reconhecer a Língua de Sinais como sua forma de comunicação e utilizá-la nos espaços escolares é fundamental e uma reparação histórica, pois, por muito tempo, foram privados de se expressar em sua língua. Contudo, entende-se a necessidade de estudos desse tema para que os professores consigam encontrar estratégias de ensino inclusivas e que respeitem a identidade dos alunos surdos. Ressaltamos que a educação deve

incluir seus alunos e não vice-versa. Para isso, devem-se desenvolver valores e práticas que deixem as escolas mais inclusivas, esquecendo os ideais antigos que segregavam as pessoas “diferentes”, separando os alunos de acordo com suas necessidades educacionais.

Vigotski afirma as interações sociais fazem parte dos sujeitos, porém a linguagem faz parte do ser, da comunicação entre os seres, além de ser a forma significativa das pessoas para sua compreensão, por isto nos estudantes surdos as estratégias de interação estruturam sua natureza na inclusão da linguagem e no fortalecimento de habilidades no contexto social.

Nas práticas de ensino, é preciso considerar as individualidades dos alunos, assim como nos alerta Vigotski, bem como toda a prática educacional que priorize o caminho e não o fim, enxergando o aluno com deficiência para além de sua deficiência, com suas habilidades, com metodologias que possam promover a compensação do defeito e então, superar seus limites e obter o aprendizado.

Essas conclusões abarcam todas as disciplinas, inclusive a de Química. No ensino dessa matéria, é necessário compreender sua complexidade e tentar respeitar as necessidades de todos os alunos. Para o aluno surdo, que tem como principal forma de aprendizagem a visualização, é preciso encontrar metodologias e ferramentas que favoreçam o ensino mais visual, permitindo sua inclusão nas aulas.

## REFERÊNCIAS

BARRETO, Selva Maria Guimaráes. **As Condições Subjetivas e Objetivas do Trabalho Docente no Processo de Inclusão de Crianças na Educação Infantil: Uma análise sob a perspectiva da defectologia de Vigotsky**. 2009. 137 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2212/2504.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 set. 2020.

BELTRAMI, Caroline Moraes; MOURA, Maria Cecília de. A Educação do Surdo no Processo de Inclusão no Brasil nos Últimos 50 Anos (1961-2011). **REB**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 146-161, 2015.

BENITE, Claudio Roberto et al. Atendimento Educacional Especializado: a tecnologia assistiva para a experimentação no ensino de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, 2015, Águas de Lindóia. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2015. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R157>>. Acesso em: 11 julho 2020.

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>>. Acesso em: 27 out. 2020.

BRASIL. **Constituição**. Constituição da República Federal do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 10.502**, de 30 de setembro de 2020. Brasília, 2020. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10502.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10502.htm)>. Acesso em: 26 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 10.436**, de 24 de abril de 2002. Brasília, 2002. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110436.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110436.htm)>. Acesso em: 16 out 2020.

CAMARGO, Eder Pires de. Um Estudo do Processo de Inclusão de Alunos Cegos por meio da Análise do Emprego de Linguagens Acessíveis em Aulas de Física Moderna. In: VIVEIRO, Alessandra Aparecida; BEGO, Amadeu Moura (Orgs.). **O Ensino de Ciências no Contexto da Educação Inclusiva**: Diferentes matizes de um mesmo desafio. Jundiaí: Paco, 2015. P. 47-82.

CARNEIRO, Relma Urel Carbone. Educação Inclusiva: desafios da construção de um novo paradigma. In: VIVEIRO, Alessandra Aparecida; BEGO, Amadeu Moura (Orgs.). **O Ensino de Ciências no Contexto da Educação Inclusiva**: Diferentes matizes de um mesmo desafio. Jundiaí: Paco, 2015. P. 31-39.

CENCI, Adriane. A Retomada da Defectologia na Compreensão da Teoria Histórico-Cultural de Vygotski. In: REUNIÃO NACIONAL DA ANPED, 37, 2015, Florianópolis. **Trabalhos da 37 Reunião da ANPED**. [S. I.]: Anped, 2015. Não paginado. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/326548384>>. Acesso em: 27 out. 2020.

CUNHA, Marcel Lima; CUNHA, Niágara Vieira Soares; SILVA, Natália Ayres da. A defectologia de Vygotski e a educação da criança cega. **Revista Formar Interdisciplinar**, Sobral, v. 1, n. 2, p. 6-11, 2013.

FERREIRA, Luana Melka Vanderlei Leão; BARROSO, Maria Cleide da Silva; SAMPAIO, Caroline de Goes. Química com Sinais: O ensino visual da Química para alunos surdos por meio de web site. **Gôndola: ensino e aprendizagem de ciências**, Bogotá, v. 15, n. 3, não paginado, 2020. Disponível em: <<https://www.dropbox.com/s/orrngl4dr9dmo3u/08.%2013778%20-%20publicacionantecipada.pdf?dl=0>>. Acesso em: 30 out. 2020.

FERNANDES, Jomara M; REIS, Ivoni Freitas. Estratégia Didática Inclusiva a Alunos Surdos para o Ensino dos Conceitos de Balanceamento de Equações Químicas e de Estequiometria para o Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 39, n. 2, p. 186-194, 2017. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160075>.

MACÊDO, Luciana Maria de Souza; SANTOS, Fábio Alexandre; CORREIA, Deryjones de Lima. O Transladar do Ensino de Química na Perspectiva da Educação Inclusiva. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO, 3., 2018, São Luís. **Anais do III Simpósio Nacional de Tecnologias Digitais na Educação**. São Luís: EDUFMA, 2018. P. 679-688. Organizado por João Batista Bottentuit Junior (Org.).

MARTINS, Linair Moura Barros; TACCA, Maria Carmem V. R.; KELMAN, Celeste Azulay. Vygotsky: A inclusão e a educação bilíngue dos surdos. In: CONGRESSO BRASILEIRO MULTIDISCIPLINAR DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, 5, 2009, Londrina. **Anais do Congresso Brasileiro Multidisciplinar de Educação Especial**. Londrina: UEL, 2009. P. 2906-2914. Disponível em: <<http://www.uel.br/eventos/congressomultidisciplinar/pages/arquivos/anais/2009/347.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Declaração De Salamanca**: declaração de Salamanca e enquadramento da acção na área das necessidades educativas especiais. Salamanca: UNESCO, 1994. Disponível em: <[http://www.pnl2027.gov.pt/np4Admin/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=1011&fileName=Declaracao\\_Salamanca.pdf](http://www.pnl2027.gov.pt/np4Admin/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=1011&fileName=Declaracao_Salamanca.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2019.

PONTARA, Amanda Bobbio. **Desenvolvimento de Sinais em Libras Para o Ensino de Química Orgânica: Um estudo de caso de uma escola de Linhares/ES**. 2017. 263 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2017.

QUEVEDO, Sílvia Regina Pochmann de; VANZIN, Tarcísio; ULBRICHT, Vania Ribas. Ambientes virtuais de aprendizagem bilíngues para surdos em EAD. **RBAAD**, [S. l.], v. 13, não paginado, 2014. Disponível em: <<http://seer.abed.net.br/index.php/RBAAD/article/view/259>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

RODRIGUES, Danielle Maria Apolonio; PEREIRA, Gildeglan da Silva; SANTOS, Denilson Barbosa dos. A Utilização do Software Prodeaf Tradutor como Recurso Didático na Educação de Surdos. In: Simpósio Nacional De Tecnologias Digitais Na Educação, 3., 2018, São Luís. **Anais do III Simpósio Nacional de Tecnologias Digitais na Educação**. São Luís: EDUFMA, 2018. P. 518-533. Organizado por João Batista Bottentuit Junior (Org.).

ROSSETTO, Elisabeth. **Sujeitos com deficiência no ensino superior: vozes e significados**. 2009. 238 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21375/000736922.pdf?sequence=1&siAllowed=y>>. Acesso em: 23 maio 2020.

SAMPAIO, Laura Firmino; MÓL, Gerson de Souza. **Texto de Apoio Educação Inclusiva nas Aulas de Química**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade de Brasília (UnB), vol. 12, n. 15. 2017. Disponível em: <[http://ppgrec.unb.br/wp-content/uploads/boletins/volume12/15\\_2017\\_LauraSampaio.pdf](http://ppgrec.unb.br/wp-content/uploads/boletins/volume12/15_2017_LauraSampaio.pdf)>.

SILVA, Fabrícia Gomes da; MENEZES, Helena Cristina Soares; OLIVEIRA, Daiana Araujo de. Um Estudo Sobre a Defectologia na Perspectiva Vigotskiana: A aprendizagem do deficiente intelectual em reflexão. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 11., 2013, Curitiba. **Anais do XI Congresso Nacional de Educação**. [S. l.]: Educere, 2013. P. 20217-20230.

SOUTO, Maricélia Tomáz de. **Educação inclusiva no Brasil: contexto histórico e contemporaneidade**. 2014. 38 f. TCC (Graduação) – Curso de Licenciatura em Química, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

VIGOTSKI, Lev Semionovitch. A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 861-870, 2011. Traduzido por Denise Regina Sales, Marta Kohl de Oliveira e Priscila Nascimento Marques do texto original VIGOTSKI, L. S. Defektologuiia i utchenie o razvítii i vospitánii nenormálnogo rebionka. In: Problemi defektologuii [Problemas de defectologia. Moscou: Prosveschenie, 1995. P. 451-458.

## CAPÍTULO 2.

### UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA UTILIZANDO BIODIESEL COMO UMA ABORDAGEM CTSA

*Cyndi Beatriz Anjos  
Leidy Gabriela Ariza Ariza  
Caroline de Goes Sampaio*

#### RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta metodológica de ensino de Química utilizando a temática biodiesel como tema de contextualização de abordagem CTSA. O biodiesel produzido pelo processo aludido nessa pesquisa traz inúmeros benefícios para a sociedade, como diminuição de problemas relacionados ao seu descarte, além da possibilidade de aumentar o interesse dos alunos a temas relacionados ao reuso e meio ambiente. Para isso, realizamos um estudo de caso em uma escola da rede pública de Fortaleza. A pesquisa ocorreu no segundo semestre do ano de 2019 na EEFM Deputado Joaci Pereira, localizado em Fortaleza-Ceará, tendo um total de 34 alunos do 3º ano do ensino médio como participantes. Como metodologia, realizamos uma atividade dividida em 4 etapas, contemplando desde a teoria até a prática no ensino de química, envolvendo pré-testes e pós-testes como instrumento de coleta de dados, aulas expositivas, produção de materiais alternativos como ferramentas de intervenção e atividade experimental de produção e caracterização de

biodiesel. Como resultado observamos uma melhora no entendimento de conhecimentos Químicos e ambientais por parte dos alunos. Os resultados mostram a importância do profissional de Química abordar conteúdos curriculares pré-estabelecidos, contextualizando-os com ciência, tecnologia, sociedade e ambiente – CTSA. Vale destacar o envolvimento e a satisfação dos alunos em participarem desse trabalho, bem como ressaltar como o conhecimento científico é necessário para a formação de um cidadão consciente e comprometido com sua sociedade. Assim, foi possível destacar a importância de se utilizar o biodiesel obtido a partir do óleo de fritura como temática para levantar questões ambientais no Ensino de Química.

**Palavras-chaves:** Ensino de Química, Biodiesel, CTSA.

## INTRODUÇÃO

Na busca por práticas que auxiliem o professor a contextualizar os assuntos abordados nas aulas de química, com o cotidiano do educando, surge o movimento chamado Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) que está atrelado à educação científica e ambiental, tendo como objetivo a formação de cidadãos críticos e preparados para lidar com as diversas situações do nosso século. Não devemos romantizar a ciência como se esta fosse a solução para tudo, devemos levar o conhecimento científico e tecnológico da maneira mais natural possível, possibilitando a cada indivíduo saber postar-se criticamente diante de discussões pertinentes a contemporaneidade (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

A utilização de forma desenfreada de fontes energéticas derivadas do petróleo causa prejuízos quase que irreparáveis ao nosso planeta. Como destaca Parente (2003), os derivados do petróleo, quando utilizados, liberam grande quantidade de moléculas de enxofre que ficam armazenadas nas camadas superiores da Terra e em contato com outras moléculas, causam danos ambientais, elevando o índice de poluentes atmosféricos em contato com moléculas de água. O óleo diesel é uma fonte de energia não-renovável, já que é um dos produtos do craqueamento do petróleo, cuja característica ameaça o meio ambiente, pois influencia diretamente no aumento do efeito estufa, devido à alta demanda de moléculas de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), o que contribui para o aquecimento global, além da liberação de moléculas de enxofre, como citadas anteriormente, na forma de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ). Estas são oxidadas em contato com moléculas de oxigênio, o ar atmosférico, formando o trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ), que por sua vez reage com moléculas de água suspensas na atmosfera, formando ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Ao ocorrer a precipitação, esse ácido atinge superfícies e causa danos ao patrimônio público, erosão do solo, acidifica lagos, rios e mares, atingindo também vegetações, alterando diversos equilíbrios de vidas que dependem da fauna e da flora afetadas (GUARIEIRO; VASCONCELOS; SOLCI, 2011).

Fundamentados no uso e nos prejuízos causados pelo óleo diesel, os cientistas desenvolveram o biodiesel, biocombustível que pode ser derivado de oleaginosas, de gordura animal e até mesmo do resíduo desses dois, os chamados OGR (óleo e gordura residual). O biodiesel é uma fonte renovável de energia, que não produz moléculas de enxofre na sua queima, não contribuindo para a formação das chuvas ácidas, por exemplo, o que lhe concerne mais um benefício.

Outro ponto a ser destacado é que o biodiesel possui matéria-prima altamente diversificada, o que eleva o interesse por ele como substituto ao diesel tradicional. Os benefícios econômicos atrelados ao biodiesel são vários, principalmente para o Brasil, que possui uma agricultura variada, e o clima tropical viabiliza o plantio de diversas oleaginosas, com isso o uso do biodiesel visa, entre outros, diminuir consideravelmente a dependência por petróleo e seus derivados (PARENTE, 2003).

Segundo dados da ANP (2019), até 2018 a produção de biodiesel no Brasil pulou de 1,6 milhões de m<sup>3</sup>, em 2009, para 5,4 milhões de m<sup>3</sup>, em 2018. Com isso, é possível perceber que a produção teve um aumento de 237%. Isso se deve às leis e resoluções que estabelecem uma porcentagem de biodiesel que deve ser adicionada ao óleo diesel vendido em postos. A Lei nº 13.263/16, por exemplo, vem com algumas alterações no que diz respeito à porcentagem de biodiesel adicionada ao produto final, se comparada com a mesma lei, porém, de anos anteriores, Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014. A de versão de 2016 previa um aumento gradual mais significativo da mistura de biodiesel ao combustível, do que exigido nos anos anteriores. Em 1º de março de 2020, o percentual mínimo de biodiesel acrescido ao óleo diesel passou de 11% para 12%, e o teor mínimo de biodiesel no óleo diesel deve ser acrescido de 1% ao ano, chegando ao ano de 2023 com o limite de 15% (ANP, 2019). Medidas como estas, que visam a substituição de óleo diesel por biodiesel, mesmo sendo parcial, minimizam os impactos nos ciclos de carbono e oxigênio que compõem os óxidos contidos no diesel comercial. O uso do biodiesel também reduz a emissão de hidrocarbonetos, entre outros materiais que prejudicam o meio ambiente (OLIVEIRA; SUAREZ; SANTOS, 2008).

Dessa forma, é importante destacar nesse trabalho que o biodiesel se apresenta como uma fonte renovável de energia. Nesta perspectiva, a abordagem de ensino relacionando Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) permite envolver essa temática ao ensino de Química, contextualizando temas dessa ciência com atitudes sustentáveis, por exemplo (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). Uma das estratégias seria abordar o uso do óleo utilizado na cocção de alimentos no dia a dia, que muitas vezes é descartado de maneira incorreta, indo parar na rede de esgoto, prejudicando o meio ambiente. Dessa forma, o governo faz grandes investimentos em tratamentos para a rede de esgoto, que muitas vezes poderiam ser utilizados em outras atividades como, por exemplo, políticas públicas que melhorem a qualidade de vida. O que leva o indivíduo a ter boas práticas ambientais e senso crítico para entender essas questões, é o envolvimento científico e tecnológico por trás das ações do cotidiano como reciclar de maneira correta o óleo residual (AZEVEDO *et al.*, 2013).

O papel da escola na formação do aluno sofreu diversas alterações com o passar do tempo, com isso, tem-se como certo que a escola é o local que deve propiciar ao aluno um desenvolvimento cognitivo, crítico e social, tornando-o protagonista no seu processo de ensino e aprendizagem (MARCONDES, 2018). A educação científica proposta pela abordagem CTSA leva em consideração que o conhecimento que será adquirido leve o indivíduo a ações que promovam sua cidadania, diferentemente de uma posição em que os assuntos abordados são estritamente no intuito de que o aluno decore fórmulas ou aprenda de maneira abstrata e mecânica (BRASIL, 2013).

O ensino de Química promovendo uma educação ambiental estimula no educando um pensamento crítico ambiental e social, aliados à percepção de como se deve agir frente aos recursos renováveis disponíveis no meio ambiente. Segundo Oliveira, Fernandes, Cacuro e Irazusta (2016), a contextualização da Química com a educação ambiental favorecem a compreensão dos fenômenos e conceitos da Química, além de uma maior receptividade à disciplina.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta metodológica de ensino de Química utilizando a temática biodiesel como tema de contextualização de abordagem CTSA. Com isso, pretende-se encontrar na produção de biodiesel um aliado para o desenvolvimento da formação cidadã, já que este mostra-se bastante eficiente no que diz respeito à troca total ou parcial aos combustíveis de origem fóssil, o que demonstra seu valor ambiental e econômico. Devido ao grande avanço tecnológico que a Química tem mostrado nas últimas décadas, a preocupação com os impactos negativos que esse crescimento pode causar propicia a busca principalmente no que se refere ao desenvolvimento de novas fontes alternativas de energia. Embora a Química possa ter mostrado alguns negativos devido à sua má utilização, a Química verde demonstra a escalada científica traçada para amenizar, por exemplo, a quantidade de moléculas malélicas liberadas por combustíveis fósseis (VILCHES; GIL-PÉREZ, 2011). Com isso, através desse trabalho, pretende-se tornar a Química contextualizada com a temática sobre o biodiesel mais próxima do entendimento do aluno e mostrar a aplicação e valor que essa ciência apresenta em diversos âmbitos educacionais.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### A ABORDAGEM CTSA NO ENSINO DE QUÍMICA

O aumento na qualidade de vida se deve muito ao avanço tecnológico da Química como, por exemplo, a melhoria da atividade agrícola, o que reflete na produção de alimentos de maior qualidade, os avanços na medicina, auxiliando no desenvolvimento de novas técnicas de diagnósticos, na produção de fármacos, como os da indústria de produtos naturais e nos medicamentos de um modo geral (SANTOS ; SCHNETZLER, 2010).

Para Santos (2011), os avanços no ramo da Química devem ser pensados na mesma proporção que os impactos que o seu uso excessivo e descontrolado pode causar ao meio ambiente. O uso da Química no nosso dia a dia vai desde a utilização de produtos químicos para fins domésticos até um parâmetro geopolítico mostrando o desenvolvimento dos países.

Assim podemos dizer que apesar de a Química ter contribuído de forma significativa para o aumento da qualidade de vida e ter gerado empregos e desenvolvimento econômico, o modelo de desenvolvimento tecnológico mundial em um processo de globalização vem aumentando a concentração de renda e a desigualdade social[...] (Santos, 2011, p. 301).

Nesse aspecto, é papel do professor de Química estimular debates, trazer situações problemas voltados a esse contexto mundial, instigando o aluno a uma atitude cidadã, sendo seu dever inseri-lo ao contexto atual, fazendo-o refletir sobre sua atuação frente ao desenvolvimento sustentável.

Em contraponto ao ensino tradicionalista, que prezava pela memorização de fórmulas e uma aprendizagem me-

cânica, surge o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS), que hoje é apresentado também como CTSA, dando ênfase ao estudo do ambiente, que antes estava implícito. A abordagem CTSA se apresenta como uma forma de aliar os conteúdos de ciências em consonância com os aspectos sociais, ambientais e tecnológicos, desmistificando o ensino isolado das disciplinas, ou seja, uma formação crítico-científico-tecnológico (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Segundo Santos e Mortimer (2000), o movimento CTSA nos currículos apareceu na década de 1970, pautando o ensino de ciências por uma abordagem inter-relacionada com os aspectos sociais. O que levou a criação destes currículos foi a necessidade de formar cidadãos alfabetizados cientificamente. O progresso industrial elevou o poderio econômico de uns, frente à pobreza de outros, causando impactos no campo social, econômico e político. Ao discutir tais situações, chegou-se à conclusão de que é necessário que o indivíduo tenha acesso às discussões que abordem temas de seu interesse, e daí surge a necessidade de promover um elo entre o ensino de ciências e uma abordagem CTSA.

Será por meio da discussão desses valores que contribuiremos na formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade. As pessoas, por exemplo, lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando-se em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também os seus efeitos sobre a saúde, os seus efeitos ambientais, o seu valor econômico, as questões éticas relacionadas a sua produção e comercialização (Santos e Mortimer, 2000, p. 114).

Teixeira (2003) destaca, como um dos seus pressupostos, que o processo de ensino deve ser mediado entre

prática social e ferramentas que auxiliem a compreensão do aluno, como parte integrante do que está sendo estudado. O autor utiliza a pedagogia histórico-crítica com uma relação ao movimento CTSA, e apresenta um paralelo que existe entre uma e outra. A pedagogia histórico-crítica, entre outros aspectos, estuda como inserir o contexto social e econômico no ensino, o que também pode se dizer das pretensões da abordagem CTSA, que utiliza como ponto de partida e de chegada a formação para a cidadania. Sendo assim, as duas, tanto pedagogia histórico-crítica quanto o CTSA, permitem transmitir os conteúdos clássicos, de maneira que os conceitos e definições empíricas não sejam o centro do processo de ensino, mas sim que sejam levantados problemas de interesse social como base para a aprendizagem (TEIXEIRA, 2003).

O quadro 1 apresenta o planejamento que pode ser feito quando se utiliza uma metodologia voltada a abordagem CTSA, segundo Aikenhead (1990).

Quadro 1. Sequência de planejamento utilizando a abordagem CTSA

1. Questão social a ser abordada	1. A formação científica para a melhora da prática cidadã
Uma tecnologia relacionada ao tema	2. Produção de biodiesel em laboratório ou com materiais alternativos – apresentação inicial.
0. O conteúdo científico a ser trabalhado	3. Reações orgânicas – transesterificação
0. A tecnologia é estudada em função dos conteúdos	4. Produção de biodiesel – retomando a análise de acordo com os dados levantados
0. Retomada da questão social	5. Rediscussão dos temas levantados, a partir dos estudos e das implicações sociais / econômicas / políticas / culturais

Fonte: modelo idealizado por Aikenhead (1990).

A tabela proposta por Aikenhead (1990) serve como modelo de como se deve abordar uma temática voltada para uma abordagem CTSA. É pertinente relatá-la, pois no ano proposto pelo autor, década de 90, no Brasil, o pouco conhecimento da abordagem CTS gerava dúvidas nos profissionais que pretendiam utilizá-la em sala de aula, assim que o autor demonstra como um planejamento feito seguindo esse modelo para o ensino de CTS serve de auxílio para os educadores, que devem partir do princípio de planejar a questão social que será abordada, finalizando o planejamento com a retomada da questão social levantada no primeiro momento.

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC, assegura ao educando competências e habilidades que devem ser desenvolvidas durante o ensino básico, preparando-os para a vida antes, durante e depois da escola. Todo cidadão tem o direito de opinar, saber escolher e decidir em prol comum e de si próprio. Mas, para ter a capacidade de exercer seus direitos e deveres, o indivíduo deve ter seus conhecimentos bem fundamentados (Brasil, 2013).

Em seus trabalhos sobre a trajetória de elaboração da BNCC, Brzezinski e Gomes (2017) refletiram sobre os objetivos que os conteúdos deveriam ter e concluíram que a realidade social deve estar inferida diretamente aos aspectos educacionais.

[...] os conteúdos e objetos de aprendizagem abordados por professores e discentes em todas as escolas do país, influenciando aspectos da educação, tais como formação de professores, elaboração de materiais e as avaliações nos sistemas nacionais. Conclusões ainda insipientes das ações do Estado para a elaboração da BNCC nesse triênio da história educacional brasileira se dão conta de que os tempos da política, ou os interesses dos políticos, estão em constante descompasso com a realidade social,

apesar de sustentados na legislação vigente. Há ações com atrasos de décadas e até séculos e outras com aqo-  
damento em horas, dias e meses, expondo-se a críticas  
quanto ao seu ritmo e formato. O uso das novas tecnolo-  
gias da informação e comunicação pode viabilizar a par-  
ticipação popular na constituição da BNCC. Se a seleção  
é inevitável, visto que nenhum currículo abarca todos os  
conhecimentos cientificamente e socialmente validados,  
os parâmetros de escolha tornam-se centrais (Brzezinski  
e Gomes, 2017, p. 2)

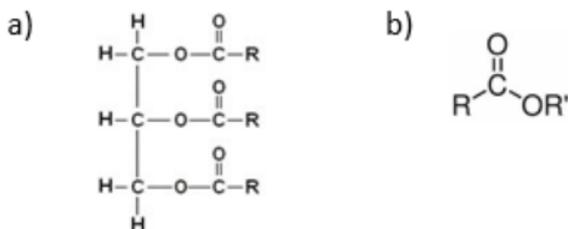
Marcondes (2018), que em seu artigo relata a trajetó-  
ria de elaboração de duas versões da BNCC, a de 2015 e  
2016, diz que o ensino de ciências da natureza no ensino  
médio foi um grande desafio, pois o público-alvo do ensino  
médio é de alunos jovens e adultos, e acredita-se que nes-  
sa fase da vida já são capazes de tomar decisões, possuem  
acesso a mídia sociais que estão constantemente levando  
grande número de informações aos usuários. Para esses  
alunos administrarem de maneira responsável toda infor-  
mação que chega até eles e tomar decisões baseados em fa-  
tos, é necessário procurar desenvolver postura crítica que  
relacione entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Por  
isso, os conteúdos abordados nos currículos foram elabora-  
dos com ênfase em levar os processos históricos e sociais  
para perto da realidade do aluno, fazendo com que ele com-  
preenda de que maneira se dá a abordagem de cada campo  
do conhecimento.

## **BODIESEL NO CONTEÚDO DE QUÍMICA ORGÂNICA**

Os óleos vegetais e gorduras animais estão inseridas  
no grupo dos triglicerídeos (Figura 1<sup>a</sup>), que são compostos

quimicamente classificados como fonte de gordura. Os triglicerídeos são formados pela junção de ácidos graxos na forma de ésteres (Figura 1b), grupo funcional que possui como característica um grupo alcóxila ligado a uma carbonila (GERIS *et al.*, 2007).

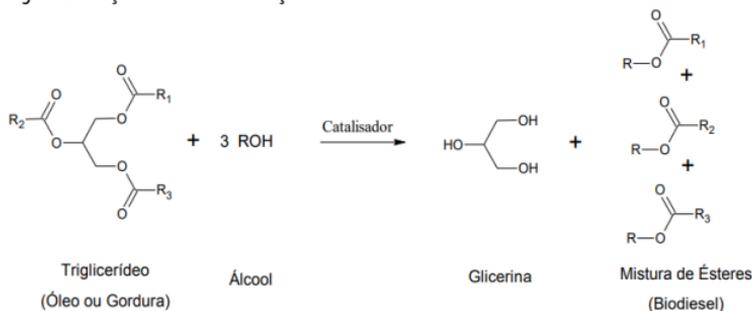
Figura 1. Estruturas moleculares triglicerídeo (a) e da representação estrutural do grupo funcional éster (b).



Fonte: Adaptado de Cunha *et al.*, 2018

Os triglicerídeos (figura 1<sup>a</sup>), em sua forma original, não são indicados para sua utilização como combustível. Somente a partir do processo de transesterificação (Figura 2), que seu uso como combustível em motores a combustão ganha forma, sendo classificado como biodiesel (PARENTE, 2003). O processo de transesterificação pode ocorrer por catálise básica ou catálise ácida, nesse processo o que acontece é a transformação de um éster em outro através de uma reação do triglicerídeo, que pode ser de uma oleaginoso ou gordura animal ou até o resíduo e descartes de frituras (GERIS, 2007; AZEVEDO *et al.*, 2013).

Figura 2. Reação de Transesterificação através da troca de resíduo alcoxila.



Fonte: Azevedo *et. al.*, 2013.

A reação da Figura 2 apresenta a equação geral que ocorre no processo de transesterificação, porém existem outras reações intermediárias que ocorrem. A primeira é a reação entre o álcool, que pode ser metanol ou etanol. Pensando em rendimento, a preferência é pela utilização do monoálcool, já que o etanol possui teor de água, o que viabiliza a formação de glicerina, diminuindo o rendimento final da reação, e a base a ser utilizada será KOH ou NaOH, nesse caso utilizaremos hidróxido de potássio para exemplificar, nessa reação a base em contato com o álcool forma o alcóxido  $\text{CH}_3\text{O-K}^+$ . O alcóxido que é uma base conjugada, age como nucleófilo, procurando um centro positivo para continuar a reação, com a adição do óleo - nesse caso utilizaremos o óleo residual-, o nucleófilo descrito reage com o triglicerídeo atacando o átomo de carbono do grupo carbonila, formando um intermediário o diacilglicerídeo. Ao término do processo, depois de passadas todas as reações intermediárias, temos a formação da glicerina e um novo éster, o biodiesel (GERIS, 2007).

Sobre a glicerina, produto formado no processo de transesterificação, Riatto *et al.* (2015) sugerem a utilização

do craqueamento da glicerina como experimento nas aulas de química orgânica, indicando vários processos que podem ser utilizados para a obtenção de um subproduto dessa glicerina produzida durante a produção de biodiesel, e também as análises que podem ser feitas sobre resíduo, elucidando outros conteúdos, como ponto de fusão, características físico-químicas entre outros, enfatizando os valores científicos, sociais, ambientais que essa prática pode trazer. Essa prática também ajuda a diminuir a quantidade de rejeitos que serão despejados após a aula prática.

O uso do óleo residual como fonte para a obtenção do biodiesel deve ser estimulado como ferramenta didático pedagógica, facilitadora do ensino-aprendizagem descrita no trabalho de Azevedo *et al.* (2013), que utilizaram a abordagem CTSA para levantar os aspectos que beneficiam o uso do biodiesel como fonte de matriz energética sustentável, renovável e biodegradável, levantando também sua importância para o estudo de química Orgânica no ensino médio, visando uma aprendizagem efetiva por parte dos alunos a temas ambientais e conceitos de definição científicas. Segundo os autores, as concepções prévias que os alunos apresentaram sobre o uso do biodiesel e os impactos da sua inserção no comércio, como redução de gases do efeito estufa, eram superficiais e muitas vezes errônea. Após sua intervenção, o questionário final mostrou a ocorrência de uma evolução conceitual por parte dos alunos. As questões que foram postas em discussão provaram a importância de utilizarmos metodologias de ensino quando precisamos abordar conteúdos de química orgânica.

Na produção do biodiesel a partir de óleo residual, é possível gerenciar o acúmulo de resíduos no meio ambiente, estimulando o descarte correto desse resíduo. A

produção de OGR é grande e pode ser resultado do uso doméstico, industrial ou comercial. Por exemplo, as redes de *fast food* produzem toneladas de OGR por mês, que muitas vezes, por serem consideradas lixo, são descartadas de maneira indevida (THAIYASUIT *et al.*, 2012).

Para produzir o biodiesel, também é interessante utilizarmos diferentes produtos para mostrarmos aos alunos a diversidade de matéria-prima que o biodiesel possui, como mostram Cunha *et al.* (2018), que utilizaram abacate, leite de coco, borra de café e licuri para a produção de biodiesel, extraíndo os triglicerídeos desses substratos poucos convencionais na prática laboratorial para a obtenção do biodiesel. A maioria das literaturas recomenda o uso de óleo de soja o óleo residual como biomassa em proposta a melhorar o ensino de química, mas é interessante também mostrar a diversidade de oleaginosas que podem ser empregadas no biodiesel e como esses triglicerídeos estão inseridos no nosso dia a dia, e são bastante difundidos na agricultura brasileira, como é o caso das biomassas utilizadas no trabalho de Cunha *et al.* (2018). Seja qual for a biomassa escolhida, a prática laboratorial utilizando experimentos agregadores à função social do educando é válida em todos os aspectos do saber.

O que foi visto reforça o uso da abordagem CTSA no Ensino de Química, neste caso voltado para os conteúdos de química orgânica no contexto escolar, pois articula assuntos como: funções orgânicas, reações orgânicas entre outros, que propiciam o uso de metodologias que auxiliando no ensino contextualizado de química orgânica (SANTOS; MORTIMER, 2000). A abordagem científica que a química orgânica possui, a produção de biodiesel que envolve o uso de tecnologias e a reutilização do óleo de descar-

te para produção do biodiesel com apelo social e ambiental demonstram a importância da Química orgânica pautada em CTSA.

## **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada na pesquisa para a utilização da temática biodiesel, tendo como objetivo a educação científica e ambiental dos alunos, contou com quatro etapas sucessivas, que vai desde a aplicação de questionário para análise de conhecimentos prévios até a produção e confecção de materiais alternativos.

### **1ª ETAPA**

Nessa fase inicial do trabalho, buscou-se investigar o conhecimento que os alunos já possuíam acerca de biodiesel, energias renováveis e a relação desses temas com a Química e o meio ambiente. A intervenção ocorreu na EEFM Deputado Joaci Pereira, localizada da cidade de Fortaleza – Ceará. Essa escola realizava aulas preparatórias para o Enem aos sábados e os alunos dessa turma pré-Enem se inscreviam voluntariamente para participar das aulas. Nessa pesquisa, a turma formada apresentou um total 34 alunos de diferentes turnos e turmas do 3º ano do Ensino Médio do ano de 2019, na qual aplicamos esse trabalho.

No primeiro momento, os alunos foram solicitados a responder um questionário diagnóstico contendo questões subjetivas, voltadas para a abordagem de Ciência, Tecnolo-

gia, Sociedade e Ambiente, utilizando como temas de contextualização biodiesel e energias renováveis, para poder traçar um perfil do conhecimento prévio dos alunos. Em seguida, realizamos uma exposição de vídeos e *slides* sobre reações orgânicas, principalmente destacando as reações de transesterificação utilizada no processo de obtenção do biocombustível a ser trabalhado. O estudo dos ésteres é essencial nessa etapa, pois é a partir dos óleos e gorduras que obtemos os biocombustíveis. A conclusão da 1<sup>o</sup> etapa ocorreu através de um debate referente aos temas abordados no questionário, seguindo as relações expostas na figura 3.

Figura 03: Temas debatidos durante aula expositiva.



Fonte: Da autora do projeto

## 2<sup>a</sup> ETAPA

Essa etapa teve como finalidade demonstrar como é feito a produção de biodiesel a partir do óleo residual, aliando o assunto teórico abordado na 1<sup>o</sup> etapa com o aspecto prático.

Os alunos, que ficaram responsáveis por trazer o óleo que foi utilizado em casa para fritura dos alimentos, foram encaminhados ao laboratório de ciências da escola, divididos em grupos. Disponibilizamos um roteiro da prática e explicamos com detalhes os cuidados necessários para se trabalhar no ambiente de laboratório e cada etapa da prática para a obtenção do biodiesel, trazendo os aspectos teóricos previamente discutidos com os alunos. Vale ressaltar que os alunos receberam orientação durante toda a atividade. O biocombustível obtido no experimento passou pelo teste de chama, comparando a queima do diesel comercial com a queima do biodiesel, o teste de viscosidade, comparando o escoamento dos dois combustíveis. Dessa forma, os alunos observaram a diferença entre o biodiesel e o diesel comum.

O teste de chama consistiu no uso de dois vidros pequenos, nos quais inseriu-se uma quantidade de barbante. No vidro 1, colocou-se o biodiesel, e no vidro 2 colocou-se o diesel convencional. Esse experimento serviu para demonstrar aos alunos a quantidade de fuligem que sai da queima do diesel derivado do petróleo e do biodiesel que eles obtiveram. A olho nu é possível perceber a diferença entre os dois combustíveis durante a queima. Neste teste, os alunos puderam aprender sobre os poluentes liberados na queima de combustíveis fósseis.

O segundo teste foi realizado entre o biodiesel e a água e o óleo de cozinha, com três cartuchos de caneta vazios. Os três tubos foram posicionados na vertical. No cartucho 1, adicionamos o óleo de cozinha, no cartucho 2, o biodiesel, e no 3, a água. Contabilizou-se o tempo de escoamento de cada um. Nesta prática reforçamos a importância do processo de transesterificação do óleo de fritura, já que essa

reação muda as características dos triglicerídeos, tornando possível sua aplicação em motores a combustão.

### **3ª ETAPA**

Esta fase contou com a elaboração de materiais alternativos e de utilização de reagentes de baixo custo para a prática laboratorial, já que algumas escolas do ensino público não contam com local adequado para a prática e muitas vezes as que possuem laboratório de ciências não possuem reagentes e vidrarias necessários para a produção do biodiesel.

Os materiais que foram utilizados como alternativa aos equipamentos tradicionais e seguiram as orientações descritas por Fiscarelli (2010) foram vidros de alimentos em conserva, que servem como outra opção para as vidrarias – explicamos aos alunos que esses vidros seriam reutilizados para servir como recipiente para os reagentes utilizados-; garrafa PET, que serviu para a confecção de funil de decantação alternativo para todo o processo de obtenção do biodiesel, sendo feita nele desde a mistura inicial do álcool com a base até a separação final do biodiesel e a glicerina; colheres que funcionaram como espátulas coletando ou misturando os reagentes e rolhas utilizadas para tampar a garrafa PET. Para os reagentes, utilizamos a soda cáustica, que é facilmente encontrada nos mercados como desentupidor de pia, realizando a reação via catálise básica para a produção do biodiesel; álcool comercial 70%; o óleo de cozinha residual, fonte de triglicerídeos formado por ácidos graxos conhecidos na química orgânica como ésteres, que sofreram reação de transesterificação, dando

origem a outros ésteres com características diferentes do inicial, podendo assim ser classificados como aptos para o uso em motores de combustão, e uma solução de NaCl, conhecida comumente como sal de cozinha, para que seja feita a lavagem do biodiesel. Explicamos aos alunos as reações discutidas aqui anteriormente no tópico de química orgânica, mostrando-lhes a necessidade de fazer o processo de lavagem do biodiesel e equipo de soro, para o escoamento da glicerina que se forma no fim do processo e se deposita abaixo do funil de decantação.

#### 4ª ETAPA

Nesta etapa buscou-se analisar o que os alunos aprenderam de fato sobre biodiesel e toda a contextualização que o tema trata. Após as três etapas citadas, aplicamos o questionário novamente com os alunos (Quadro 2).

Quadro 2. Perguntas apresentadas no questionário aplicado na 1ª etapa e na 4ª etapa.

<b>Perguntas</b>
1) Para você, qual a relação da Química com o tema de energias renováveis?
2) O que você entende sobre energias renováveis?
3) Qual sua opinião sobre o impacto ambiental causado pelas ações humanas ao meio ambiente?
4) O descarte de óleo usado é feito de que maneira na sua casa?
5) Para você qual seria o melhor destino para o óleo usado?
6) Na sua opinião, a Química faz parte da sua rotina?
7) Fale um pouco sobre aquecimento global?
8) O que você entende por Chuvas ácidas?

Fonte: Os autores.

No quadro 2 as perguntas relacionam o Ensino de Química com energias renováveis, o descarte do óleo oriundo da cocção dos alimentos, aquecimento global e suas consequências. Esses questionamentos buscam analisar se os alunos compreenderam que o simples fato de utilizar um combustível de origem renovável implica diferentes aspectos, tais como sociais e ambientais. As perguntas sobre chuva ácida e aquecimento global foram colocadas para que os alunos saibam associar os benefícios trazidos pela utilização de fontes de energia de origem renovável e que compreendam que o óleo descartado em suas residências serviria como uma opção para a obtenção de um biocombustível, livre de moléculas causadoras do efeito estufa e das chuvas ácidas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para a avaliação dos dados obtidos nesse trabalho, realizamos um comparativo entre o questionário aplicado no início e final da intervenção (na 1° e 4° etapa da pesquisa). Em uma visão preliminar dos questionários, foi possível observar que os alunos já apresentavam um conhecimento sobre energias renováveis e que, ao final de todas as etapas, se ampliou, baseado nas discussões e colocações mais detalhadas nas respostas do segundo questionário. As perguntas subjetivas permitiram analisar a amplitude e subjetividade do conhecimento inicial e final que cada indivíduo apresentou.

### *1. Análise do questionário (pré-teste)*

Ao analisar sobre qual é o papel da Química com relação às energias renováveis, o questionário inicial apontou que 70% dos alunos demonstraram um não entendimento do papel dessa ciência nessa temática. A elevada porcentagem indica que, no primeiro momento, os alunos apresentaram dificuldade em conciliar a Química com o cotidiano e/ou a temas atuais. Os alunos que mostraram entender o elo entre essas temáticas apresentaram um conhecimento de forma superficial, demonstrando uma carência em responder de forma mais elaborada.

Algumas respostas dos alunos:

- “A Química ajuda a desenvolver esse tipo de energia!”

- “A Química faz parte dos compostos da energia renovável!”

- “Energia renovável é boa e Não-renovável é ruim, a Química as vezes pode ser para bem ou para o mal!”

- “Estudar o meio ambiente faz parte da Química e tem tudo a ver com energia renovável que é limpa!”

Ao responderem sobre o descarte correto do óleo residual, 80% dos alunos responderam que fazem o descarte na pia da cozinha e que essa prática é algo normal: “[...] todos fazem isso”, relatam alguns alunos. Esses dados remetem à uma reflexão sobre a quantidade de óleo que é despejada todos os dias na rede de esgoto, bem como o pouco conhecimento de alguns discentes sobre o modo correto de descarte desse material. O entendimento da maioria dos alunos para essa prática é equivocado, e isso reflete uma prática rotineira que eles visualizam em casa. O mais importante acaba sendo livrar-se do resíduo indesejado, do que a preo-

cupação de como o seu acúmulo pode ocasionar prejuízos ao meio ambiente.

Esse padrão de respostas superficiais, não tão aprofundadas e muitas vezes equivocadas, se repetiu nos demais questionamentos, como iremos observar a seguir numa sequência feita de perguntas e respostas dadas a cada uma, tirando as que já foram discutidas anteriormente.

Quando questionados: O que você entende sobre energias renováveis? Algumas respostas que certificam o que foi colocado no parágrafo anterior, sobre o pouco conhecimento do tema por parte dos alunos:

- “É diferente das energias não-renováveis.”

- “Energia que não acaba, não se esgota.”

- “Não sei explicar muito bem, mas acho que energia renovável é melhor do que energia não-renovável.”

Quando perguntados sobre o impacto ambiental causado pela ação humana, alguns responderam:

- “O ‘homem’ destrói tudo, desmatam as florestas e jogam lixo na rua isso é muito ruim.”

- “O aquecimento global é culpa da ação humana, a Terra fica cada vez mais quente impossível de habitar!”

- “Sempre aparece nos jornais que o homem desmata a floresta amazônica, mas nunca falam das ONGs que ajudam o meio ambiente, fazendo replantio por exemplo.”

Observando as respostas apresentadas pelos alunos que participaram dessa pesquisa, foi possível perceber que alguns equívocos foram cometidos e se deve a vários fatores, a partir da falta de uma metodologia de sala de aula que propicia essa relação entre Ciências e temas ambientais, à qual os alunos não tiveram acesso em séries anteriores.

res. Também podem ser relacionados à falta de estímulo pessoal a assuntos relacionados ao meio ambiente ou até mesmo à falta de acesso à informação. Muitos alunos desconhecem ou não tem acesso a documentos de divulgação científica (periódicos, revistas, jornais, entre outros) que constantemente publicam pesquisas, muitas até na área de educação, o que ajudaria muito num conhecimento mais aprofundado dos alunos. Este fato fortalece ainda mais a ideia de que se devem explorar metodologias de aprendizagem que permitam ao aluno enxergar os vários potenciais educacionais que a Química possui.

## *2. Análise da aula teórica, utilizando vídeos e slides*

No momento da realização dos debates em sala, alguns questionamentos foram levantados: qual seria a relação da ação humana com a degradação ambiental? Qual a maneira para se minimizar os impactos que a humanidade causa ao meio ambiente? Percebeu-se que poucos alunos se manifestavam a participar dessa discussão e, quando questionados diretamente, diziam não saber muito sobre o assunto ou ainda não saber se expressar de maneira adequada, falando algo que pareça equivocado. Este momento do trabalho fez como que se percebesse a importância da alfabetização científica, o que permitiria aumentar o poder de argumentação e de definições por parte dos alunos. Os poucos participantes que se manifestaram apresentavam nas suas falas um conhecimento bem restrito.

Das indagações e afirmações que foram feitas, gostaria de destacar algumas:

- “Professora, o gás que faz mal para o meio ambiente é o dióxido de carbono, não é?”

- “Eu sei que as geleiras derretem porque a Terra está cada vez mais quente, por causa do efeito estufa!”

No primeiro questionamento foi possível analisar que o aluno conhece um dos gases que, se encontrado em grandes concentrações na atmosfera, pode causar prejuízos ao nosso planeta, porém ao limitar-se em exemplificar apenas o  $\text{CO}_2$ , percebemos que ele não possui conhecimento aprofundado sobre os gases causadores do aumento do efeito estufa, que desencadeiam um aumento na temperatura terrestre. Pode-se afirmar também que o aluno não compreende que gases como o dióxido de carbono são essenciais para a manutenção da vida na Terra, porém o que torna prejudicial sua incidência são ações humanas que elevam seus níveis de concentração, causando um desequilíbrio, prejudicando principalmente a camada de ozônio. O aluno que fez a afirmação sobre as geleiras mostra que possui certo conhecimento dos efeitos nocivos da ação humana ao meio ambiente, aumentando a temperatura, ocasionando o derretimento acelerado das geleiras, mas nota-se que há um equívoco na fala do aluno, que entende que o efeito estufa é prejudicial ao nosso planeta, mostrando desconhecer o fato de que a vida na Terra só é possível devido ao fenômeno conhecido como efeito estufa. Este é um equívoco frequente, o de não saber diferenciar o efeito estufa com aquecimento global. Mais uma justificativa do porquê da sequência didática sugerida neste projeto, que utiliza a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente CTSA como ferramenta para o Ensino de Química para além do empirismo e da visão abstrata que há muito tempo têm caracterizado a matéria.

### *3. Avaliação da aplicação da aula de produção e caracterização do biodiesel*

Em geral, a aula prática é o momento mais esperado pelos alunos. Durante a prática, os alunos produziram o biodiesel de óleo residual via catálise básica, utilizando hidróxido de potássio (KOH) e o etanol. Na realização da prática foram tiradas dúvidas sobre química orgânica e o que ocorre durante o processo de síntese do biodiesel (o processo reacional), trabalhando-se as temáticas sobre energia de ativação, ácidos graxos, reações orgânicas. Essa etapa foi importante para os participantes, pois foi possível relacionar os conteúdos de sala de aula com a prática. Nesse momento da aula também se discutiu a importância da utilização do etanol na reação de obtenção dos biocombustíveis, destacando-se que o Brasil é um grande produtor de etanol, o que torna a produção em larga escala do biodiesel possível em termos econômicos (ANP, 2019).

No teste de chamas, os alunos realizaram um comparativo entre a queima do biodiesel e a queima do diesel, destacando a maior produção de fuligem na queima de combustíveis de origem fóssil, no caso o diesel, e a diminuição, redução que ocorre quando o biodiesel entra em combustão. Com isso, os alunos perceberam que um dos problemas na utilização de combustíveis de fonte não renováveis está quando este entra em combustão. Muitos alunos relataram que não tinham ideia de que a queima do diesel gerava tanta fuligem e que o que era produzido poderia reagir com outros componentes do ar (como o oxigênio e a água), formando os chamados gases do efeito estufa. Nesse momento, os discentes conseguiram visualizar a importância da utilização parcial ou total dos biocombustíveis na geração de energia e conseguiram perceber como os conhecimen-

tos da Química permitem a compreensão da composição de gases poluentes na atmosfera. Como previsto em leis e outros documentos oficiais, desta forma o aluno consegue relacionar aspectos sociais e ambientais (na perspectiva da abordagem CTSA) no Ensino de Química. Além disso, Santos e Amaral (2019) apontam em sua pesquisa resultados favoráveis à utilização de experimentação no ensino de Química, mostrando que aliar o conhecimento teórico ao prático permite que os alunos construam e ampliem seus conhecimentos a partir das observações dos fenômenos vistos, tudo mediado pelo acompanhamento do professor.

No teste de viscosidade, os alunos observaram a olho nu a diferença no escoamento do óleo de cozinha, o biodiesel de óleo de fritura e a água. Neste teste, são utilizados cartuchos de caneta como recipientes, na falta de um viscosímetro adequado - que é um aparelho encontrado em laboratórios de química -, mostrando a importância da utilização de materiais de baixo custo e da reutilização de materiais. O tempo de escoamento serve para fortalecer ainda mais as transformações físico-químicas sofridas pelos ácidos graxos encontrados na matéria-prima inicial, e como o óleo de fritura e o biodiesel possuem tempo de escoamento parecidos com o da água, serve para mostrar a diferença de escoamento entre esse líquido e os dois outros materiais.

#### *4. Análise do questionário (pós-teste)*

Na fase que antecedeu a aplicação do pós-teste, os alunos participaram de uma oficina com o objetivo de aprender a confeccionar materiais de baixo custo. Sabemos que a maioria das escolas não possuem laboratório de química, e nas escolas onde existe laboratório para prática, muitas vezes não possuem aparelhos exigidos para uma boa prá-

tica, nem reagentes para tal. É o caso da escola onde essa pesquisa foi realizada. Por isso a parte laboratorial foi feita em parceria com outra escola da rede pública de ensino do Ceará, também localizada em Fortaleza. Mesmo não tendo local ou material adequado, a prática pode ser feita com materiais simples e de baixo custo, o que estimula os alunos a praticarem o que aprenderam em sala com o professor.

Como produtos obtidos a partir da utilização de materiais de baixo custo, os alunos confeccionaram funil de decantação, suporte universal, manta aquecedora, uso de copo de vidro para substituir o béquer e a utilização de uma colher para substituir a espátula. Para os reagentes, foram utilizados o óleo de cozinha que os alunos reciclaram em suas residências, álcool 70%, hidróxido de sódio, e outros materiais que são de baixo custo e de fácil acesso. Os alunos perceberam que não existem empecilhos para as práticas do biodiesel, mesmo sem local e material adequados, e a importância econômica de serem feitos materiais alternativos a partir de objetos que muitas vezes serviriam apenas para descarte.

Após essa experiência de elaborar seus materiais de laboratório, os alunos responderam o pós-teste, contendo as mesmas questões do pré-teste. Em uma análise comparativa, houve um aumento no entendimento e no poder de argumentação por parte dos alunos, a partir da observação de respostas com conceitos bem fundamentados, além de muitos utilizarem até exemplos para contextualizar suas respostas. Nenhuma questão foi deixada em branco, nem no pré-teste nem no pós-teste, o que nos permite compreender que havia um interesse dos alunos em participar da pesquisa e um interesse sobre a temática. Um aluno relata: “Percebi o quanto é importante estudar química!”

Isso mostra que essa ciência, quando vista e trabalhada de forma contextualiza, permite que o aluno tenha uma real compreensão da aplicação dessa ciência para a sociedade e, conseqüentemente, o meio ambiente.

No levantamento qualitativo do pós-teste, percebeu-se a importância de uma intervenção metodológica baseada na contextualização com o cotidiano do educando. Em sala de aula muitas vezes a grande dificuldade dos professores em implementar uma prática pedagógica com a abordagem CTSA é a falta de material adequado, porém com a confecção de materiais alternativos, essa dificuldade já é minimizada. Por exemplo, com a produção de biodiesel a partir do óleo residual, o professor conta com uma diversidade de temas que podem ser abordados interligando o Ensino de Química ao desenvolvimento de uma prática cidadã.

Alguns alunos relataram que: “Pensei que Química era só fazer cálculos!”. Isso mostra que as ciências, em especial a Química, sempre são relacionadas aos números e fórmulas. A abordagem CTSA permite uma visão ampla e aplicada da ciência, o que desperta o interesse nos estudantes. Outros alunos relataram que “Não imaginava que o óleo de casa, poderia ser usado em automóveis.”

“Minha mãe sempre descartou o óleo na pia, agora vou ensinar para ela a maneira correta.” “Nunca tinha percebido a relação entre usar energia renovável e não renovável, com o aquecimento global.” Esses são alguns dos comentários que demonstram o impacto que o projeto causou na aprendizagem desses alunos, mudando a maneira com que relacionam ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Ensinando os alunos mais sobre reciclagem do óleo, impactos ambientais, energias renováveis, química orgânica e todos os assuntos levantados durante a intervenção,

aguçamos no aluno a criatividade, a curiosidade, a criticidade e o entendimento da Química como aliada no dia a dia de cada um.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho ressaltou a importância de se utilizar o biodiesel obtido a partir do óleo de fritura como temática para levantar questões ambientais no Ensino de Química. Através da análise dos resultados do questionário, foi possível perceber um melhor entendimento dos alunos ao vínculo que a Química possui com seu cotidiano e com temas vinculados ao meio ambiente, o que só foi possível devido à utilização de uma abordagem CTSA.

Na prática laboratorial, com a síntese do biodiesel, tornamos a aprendizagem algo mais dinâmico e atrativo para os alunos, o que nos permite colocar em pauta os conhecimentos de química orgânica como estudo das funções orgânicas, reações orgânicas, reação de transesterificação, estequiometria da reação, com a atividade experimental. Através da reciclagem do óleo residual que os alunos trouxeram de suas casas, se pudemos mostrar como a atividade experimental auxilia nos impactos ambientais que o acúmulo de resíduos sólidos ocasiona, mostrando como fazer a reciclagem de maneira correta. A escola não conta com laboratório de Química, o que elevava o status de abstração nos conteúdos vistos em sala. Ao confeccionarem seus próprios materiais para a produção do biodiesel, os alunos entenderam a importância de correlacionar a teoria à prática, e tudo isso utilizando materiais de fácil acesso. Os alunos demonstraram grande interesse em todas as etapas

do projeto, o que identificamos nos seus questionamentos durante os debates e as dúvidas que surgiram no decorrer da prática. O trabalho contribuiu para a formação do pensamento crítico dos alunos sobre temas relacionados à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, Glen S. Science-technology-society science education development: from curriculum policy to student learning. In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE ENSINO DE CIÊNCIAS PARA O SÉCULO XXI: ACT – Alfabetização em ciência e tecnologia**, 1., 1990, Brasília. *Atas...* Brasília, jun. 1990. Mimeografado.

ANP; Agência Nacional do Petróleo e Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. 2019.

AZEVEDO, Leandro Araújo; BEJAN, Claudia Cristina Cardoso; CAMPOS, Angela Fernandes; ALMEIDA, Maria Angela Vasconcelos de. (2013). Biodiesel a Partir de Óleo de Fritura: uma Temática Atual para Abordagem das Relações CTS em uma Sala de Aula de Química. *R.B.E.C.T.*, 6(2), p. 41-61.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. BRASÍLIA, DF, 2013.

BRZEZINSKI, Iria; GOMES, Fabrício Augusto. Trajetória de elaboração da base nacional comum curricular da educação básica (BNCC) no contexto reformista do estado brasileiro na década de 2010. **IV Seminário internacional de representação social, objetividade e educação**, 2017, Curitiba.

CUNHA, Silvio; Rodrigues, Matina Costa; MATTOS, Rosiene Reis; TEIXEIRA, Leonardo Sena Gomes; SANTOS, Airam Oliveira; SANTOS, Elaine. V.; SOUZA, Rauan S.; ANDRADE, Givaldo dos Santos; PAULA, Rodrigo de; JESUS, Djane S. de. Experimento com Abacate, Borra de café, Licuri e Leite de Coco para a extração de óleo, Produção de Biodiesel e Análise Espectral. *Química Nova*, Vol. 41, Número 6, p 691-698, 2018.

FISCARELLI, Patricia. Eliane. Biodiesel na escola: uma ferramenta educacional para o planejamento energético, 2010 175 f.: il. Bibliografia: f. 131-140. **Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá**, 2010.

GERIS, Regina; SANTOS, Nádia Alessandra Carmo dos; AMARAL, Bruno Andrade; MAIA, Isabelle de Souza; CASTRO, Vinicius Dourado; CARVALHO, José Roque Mota. Biodiesel de Soja: Reação de Transesterificação para aulas práticas de Química Orgânica. **Química Nova**, Vol. 30, Número 5, p. 1369-1373, 2007.

GUARIEIRO, L. L. N.; VASCONCELLOS, P. C.; SOLCI, M. C. Poluentes Atmosféricos Provenientes da Queima de Combustíveis Fósseis e Biocombustíveis: Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**, Volume 3, Número 5, 2011.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. As Ciências da Natureza nas 1ª e 2ª versões da Base Nacional Comum Curricular. **Estudos Avançados** 32 (94), 2018.

OLIVEIRA, Rosemeire; CACURO, Thiago A.; FERNANDEZ, Senira; IRAZUSTA, Sílvia Pierre Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: Uma Experiência Realizada em uma Escola Pública. **Revista Virtual de Química**, v. 8, p. 913-925, 2016.

OLIVEIRA, Flavia C. C.; SUAREZ, Paulo A. Z.; Santos, Wildson L. P. dos. Biodiesel: Possibilidades e Desafios. **Revista Química Nova na Escola**, p. 3 – 8, 2008.

PARENTE, Expedito José de Sá. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza, **TECBIO**, p. 1-66. 2003

RIATTO, Valeria B.; Victor, Maurício M.; CUNHA, Sílvio; MAGALHÃES, Ana C. R.; CRUZ, Fernanda T.; CARRIÇO, Camila S. Craqueamento Térmico da Glicerina: Uma proposta de Experimento para Química Orgânica. **Química Nova**, Vol. 38, Número 5, p 727-731, 2015.

SANTOS Hebert Freitas dos; AMARAL, Carmem Lúcia Costa. Experimentação investigativa: aprendizagem de conceitos químicos através da montagem parcial de uma estação de tratamento de água. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, p. 281-296, 2019.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. A Química e a formação para a cidadania, **Educ. quím.**, 22(4), p. 300-305, 2011.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**, v. 2, p.110-132, 2000.

\_\_\_\_\_; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Educação em Química: compromisso com a cidadania, 4ªEd., Ijuí, **Editora Unijuí**, 2010, 160p.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências, **Ciência & Educação**, 9(2), 177–190, 2003.

THAIYASUIT, Prachasanti; PIANTHONG, Kulachate; WORAPUN, Ittipon. Acid Esterification-Alkaline Transesterification Process for Methyl Ester Production from Crude Rubber Seed Oil. *Journal of Oil. Science*, v. 61, p. 81-88, 2012.

PÉREZ, Daniel Gil; VILCHES, Amparo. Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible. *Educ. quím.*, 22(2), p. 103–116, 2011.

## CAPÍTULO 3.

### **A CATEGORIA TRABALHO E A CRISE ESTRUTURAL DO CAPITAL: UMA ANÁLISE SOBRE A FORMAÇÃO DO PROFESSOR**

*Greycianne Felix Cavalcante Luz*

*Maria Cleide da Silva Barroso*

*Francisca Helena de Oliveira Holanda*

#### **RESUMO**

É fato que a formação dos professores é primordial para o processo de ensino e aprendizagem, visto que é o professor é responsável pela transmissão dos conteúdos historicamente acumulados, dessa forma, há uma necessidade evidente de que o docente tenha uma formação que seja concernente ao objetivo do ensino, desde os primórdios da formação da sociedade. Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a formação docente na realidade atual. Desse modo, se traz os seguintes objetivos específicos: investigar a categoria do trabalho na formação do professor; analisar a crise estrutural do capital para a formação docente e elucidar a formação do profissional da educação no sistema capitalista. Com isso, essa pesquisa utiliza a revisão bibliográfica como apoio para alicerçar o que for aqui exposto, utilizando ideais marxistas, esse estudo está dividido em três pontos essenciais para a investigação, sendo eles: Categoria Trabalho, sendo primordial para

compreender a formação do homem; Crise Estrutural do Capital, que tem afetado todo o processo educativo; Formação Docente, norteando toda a pesquisa e é a ferramenta essencial para o ensino e está sendo abalada pelo sistema capitalista. Dessa maneira, deseja-se elencar a influência do sistema capitalista na educação, sendo aqui representada pela formação dos professores.

*Palavras-chave:* Formação Docente, Sistema Capitalista, Trabalho.

## INTRODUÇÃO

É fato que a formação dos professores é primordial para o processo de ensino e aprendizagem, visto que é o professor é responsável pela transmissão dos conteúdos historicamente acumulados, dessa forma, há uma necessidade evidente de que o docente tenha uma formação que seja concernente ao objetivo do ensino, desde os primórdios da formação da sociedade.

Entretanto, com a interferência do sistema capitalista, percebe-se que nenhum dos pontos destacados são atendidos, em virtude da demanda do mercado de trabalho. Com isso, têm-se professores que encaram diversas dificuldades na execução do trabalho docente, entre as quais se destacam, baixos salários, formações aligeiradas, privatização dos setores educacionais, o não atendimento dos objetivos essenciais da educação, lecionar a disciplinas que não concernem a sua formação acadêmica, dentre outros.

Assim, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a formação docente na realidade atual. Com isso, se traz

como objetivos específicos: investigar a categoria do trabalho na formação do professor; analisar a crise estrutural do capital para a formação docente e elucidar a formação do profissional da educação no sistema capitalista.

Com isso, essa pesquisa utiliza a revisão bibliográfica como apoio para alicerçar o que for aqui exposto. Utilizando ideais marxistas, esse estudo está dividido em três pontos, sendo eles: Categoria Trabalho, Crise Estrutural do Capital e Formação Docente.

## CATEGORIA TRABALHO

É de extrema importância a análise e a investigação da categoria trabalho para os estudos relacionados à educação, pois de acordo com os ideais marxistas que baseiam esta pesquisa, a categoria trabalho é conceito primordial para definir e compreender o homem em suas diversas formas de ser, bem como suas ações que norteiam as mudanças que ocorrem na sociedade.

Dessa forma, de início é necessário expor o conceito de trabalho, de acordo com autores marxistas, como é possível perceber no seguinte trecho de Maria Fernanda Escurra:

Em suma, fica evidente, desse modo, que o **trabalho** é a categoria fundante, essencialmente intermediária, porque é o vínculo material e objetivo entre o ser humano e a natureza, assinalando a passagem do ser meramente biológico ao ser social e, com isso, o estabelecimento da vida especificamente humana (ESCURRA, 2016, p.15).

Neste caso, é possível evidenciar que o trabalho, caracterizado como fundante do ser social, é visto de acordo

com a autora como vínculo essencial entre o ser humano e a natureza, pois representa a passagem do ser biológico, na era primitiva, para o ser social, com o advento da formação da sociedade. Tendo em vista, que retrata um conceito inerente à existência do homem e que faz parte do processo de formação social, destaca-se, portanto, a importância de compreender o trabalho para as pesquisas educacionais. No tocante à essa importância, apresenta-se,

No âmbito do pensamento marxiano, a categoria trabalho, na sua dimensão ontológica, é aquela na qual se explicita a verdadeira humanitas do *homo humanus*. Isto significa dizer em outras palavras, que o trabalho é a categoria responsável pelo processo de autoconstrução humana, desde sua gênese ao seu conseqüente processo de desenvolvimento social (BERTOLDO, 2009, p. 29).

É fato que existe a extrema importância de investigar o homem desde sua formação social, visto que, como foi destacado no texto, o trabalho é responsável pela autoconstrução humana, que vem desde a sua gênese acompanhando todo o processo do desenvolvimento social humano. Assim pode-se perceber a importância de utilizar a categoria trabalho nos estudos e pesquisas, pois determinam todo o processo de formação social. Sendo assim, também é possível destacar que,

Tendo clareza de que o homem não se faz homem (no sentido de sua autoconstrução) apenas porque é um ser vivo, embora sem isto fosse impossível a sua existência concreta, Marx reconheceu no trabalho a categoria-chave que permite fazer a articulação entre as esferas da vida biológica, da natureza inorgânica e do ser social. Assim, é possível compreender o ser social e seu processo de reprodução social sem a clareza de que esta implica a existência de esferas orgânicas inorgânicas que, embora distintas, se mantêm imbricadas umas às outras e conexas entre si (BERTOLDO, 2009, p.103).

Com essa articulação que Marx fez entre as esferas biológica, inorgânica e social, e através dessa articulação para compreender o processo de reprodução social, pode-se salientar que existe uma ligação que não se pode romper entre a natureza e categoria trabalho. De acordo com o filósofo Sérgio Lessa (1992):

esta ineliminável ligação entre a natureza e a categoria do trabalho, entre a reprodução biológica e a reprodução social, apenas esclarece um aspecto do problema aqui envolvido. A ineliminável conexão do ser social com sua base biológica nos permite entrever a prioridade ontológica da reprodução material da vida na processualidade social. Mas, não permite o desvelamento das categorias específicas do mundo dos homens (LESSA, 1992, p. 42).

Com isso se percebe que através dessa ineliminável ligação entre a natureza e a categoria, é possível analisar de forma mais precisa as demais categorias que cercam o mundo dos homens, visto que a ligação descrita no trecho anterior, se torna imprescindível para a reprodução social.

Além da importância do conceito de trabalho e sua ligação entre a natureza, é notável apontar que a natureza é modificada pela ação do trabalho humano, visto que desde a era primitiva a intervenção do homem tem transformado a natureza, a fim de que a sociedade, que vive em constante transformação, evolua, mas vale salientar que essa transformação na natureza também reflete na transformação do homem, pois,

É assim que, ao transformar a natureza, o homem também se transforma a si mesmo. Nesse processo de produção de si mesmo como ato intencional o homem se diferencia dos outros animais e produz o novo, materializado em categorias cada vez mais complexas (BERTOLDO & SANTOS, 2012, p. 112).

É essa transformação que acontece no homem ao transformar a natureza que o diferencia dos outros animais, visto que essa transformação gera no homem a reprodução social. Essa transformação, que se observa desde a era primitiva, com o surgimento da divisão de classes, vem seguindo rumos que chegam a ser desastrosos.

Diante de todo o exposto, é possível também inferir sobre a categoria trabalho na educação:

a natureza da educação é determinada no âmbito da categoria trabalho não material. Baseado em Marx, ele faz a distinção entre trabalho material e não material; este último exibe duas modalidades: (1) aquela em que há a separação entre produtor e produto e (2) aquela em que o produto não se separa do ato de produção (BERTOLDO, 2009, p. 138).

De acordo com o trecho anterior, depreende-se que a educação é determinada pela categoria trabalho, sendo este trabalho não material. A autora define o não trabalho como aquele em que o produto não se separa do ato de produção, sendo, portanto, característica do processo educacional. Sendo assim, o trabalho, como não material, é enquadrado na natureza da educação, e, portanto, imprescindível para pesquisas e estudos de cunho educacional.

Conseqüentemente, diante da análise feita acima, é possível verificar o papel da educação através da dimensão da categoria trabalho:

somente tendo claro em que consiste o trabalho na sua dimensão ontológica, poderemos ter uma compreensão do papel da educação no processo de desenvolvimento do ser social e como esta categoria se apresenta, no âmbito desta perspectiva, na sua relação ontológica com as demais categorias, a exemplo do trabalho e da reprodução social (BERTOLDO, 2009, pp. 30-31).

É fundamental a percepção da ligação entre o trabalho e a educação, visto que a compreensão da categoria trabalho e seu papel na reprodução social e a educação são parte indispensável da formação do homem e transmissão do conhecimento acumulado em toda a história humana. Sendo assim,

Portanto, a gênese do trabalho é o processo fundante da complexa explicitação da essência humana, do devenir humano dos homens. É o início da autoconstituição da humanidade enquanto gênero, é o momento fundante da genericidade em si. Nesse exato sentido, a gênese da categoria do trabalho é a gênese do ser social (LESSA, 1992, p. 43).

Dessa forma, infere-se que a categoria trabalho é de forma essencial ligada à educação, e dessa forma também a formação do professor, que é incluído no processo educativo como personagem essencial para o processo de ensino e aprendizagem. E o trabalho é parte significativa na educação.

## **A CRISE ESTRUTURAL DO CAPITAL**

É fato que a crise estrutural do capital tem levado a humanidade à ruína, e a educação com certeza não fica à parte dessa ruína. Desse modo, torna-se necessário destacar uma característica da educação, em que se pode discurrir que

numa sociedade sem classes como a comunidade primitiva, os fins da educação derivam da estrutura homogênea do ambiente social, identificam-se com os interesses comuns do grupo e se realizam igualmente em todos os seus membros, de modo espontâneo e integral: espontâneo na medida que não existia nenhuma instituição destinada a integral no sentido que cada membro da tri-

bo incorporava mais ou menos bem tudo o que na referida comunidade era possível receber e elaborar (PONCE, 2003, pp. 21-22).

Logo, nota-se que antes da divisão de classes, característica fundamental do sistema capitalista, a educação tinha como objetivo o bem comum, ou seja, a formação humana era dada de forma igualitária, visto que não havia separação entre os que tinham mais ou menos poder ou aquisição financeira. Essa seria a forma como a educação deveria se propagar na evolução da sociedade, entretanto, o que houve foi uma situação contraditória, pois com o advento da divisão de classes, a educação se tornou um privilégio de poucos.

Com a distinção e separação das classes sociais, pode-se inferir que dentre todas as divisões existentes duas se destacam: os proprietários e os trabalhadores. Assim, o poder fica distribuído somente entre a classe proprietária, mas junto ao poder se encontra também o acesso à educação, que ao invés de ser igualitária e comum a todos, se torna restrita e limitada, como descreve o texto:

Para ser eficaz, toda educação imposta pelas classes proprietárias deve cumprir as três finalidades essenciais seguintes: 1° destruir os vestígios de qualquer tradição inimiga; 2° consolidar e ampliar a sua própria situação de classe dominante, e 3° prevenir uma possível rebelião das classes dominadas. No plano da educação, a classe dominante opera assim, em três frentes distintas, e ainda que cada uma dessas frentes exija uma atenção desigual segundo as épocas, a classe dominante não as esquece nunca (PONCE, 2003, p.36).

Os passos descritos por Aníbal Ponce (2003) no trecho acima, de como se deve impor a educação segundo os pressupostos da classe proprietária, revela como o sistema capitalista é destrutivo, pois o autor descreve que um

dos pilares para a alienação dos homens é o extermínio de qualquer vestígio da tradição inimiga, pois perpetuando somente o que convém ao sistema capitalista a fim de que somente uma parcela da população tenha acesso ao conhecimento ilimitado, o restante fica apenas com o conformismo da submissão. Como se pode perceber no trecho seguinte:

Os da classe dominante são “guardiões do capital”, os assalariados são guardiões de sua força de trabalho, a única mercadoria que tem para vender. Todavia, como a riqueza do patrão é produzida pelo trabalhador, o capital da burguesia nada mais é que a riqueza produzida pelo próprio operário e, assim, o capital termina revelando-se o que de fato é: a força de trabalho convertida em propriedade do burguês (LESSA, 2006, p. 235).

Ademais, o trabalhador, de acordo com Sérgio Lessa (2006), tem a função somente de mercadoria, o produtor das riquezas do patrão, ou seja, a força de trabalho é convertida aqui em propriedade do burguês, como citado no texto. Sendo assim, o trabalhador se torna descartável e desprezado dentro de um sistema que deveria defendê-lo e protegê-lo, e ser justo, sem divisões entre os homens.

Aníbal Ponce (2003) complementa a ideia destrutiva do capital, que além de usar a força de trabalho como moeda de troca para obter suas riquezas, o desprezo ao trabalhador é tão imensurável, que essa busca se torna cada vez mais incessante:

a medida que as distâncias entre o capital que dirige e o operário que produz aumentavam, mais desaparecia a antiga colaboração que existia entre eles, e mais se acentuava o caráter despótico do capitalista. E isso pela razão extremamente simples de que a orientação geral da produção capitalista consiste em valorizar o mais possível o capital e portanto, em explorar e tyrannizar cada vez mais a força de trabalho do operário (PONCE, 2003, p. 147).

Com essa supervalorização do capital, compreende-se que sempre irá existir uma exploração exagerada da força de trabalho, pois quanto mais riqueza é obtida pela classe dominante mais se buscará acumular, é um ciclo infinito pela busca de poder. Enquanto há essa procura pelo domínio do poder, os trabalhadores permanecem sendo ludibriados em um sistema que sempre tenderá ao fracasso e ao desgaste das relações humanas.

Quanto mais a sociedade evolui, mais se percebe que o capitalismo consome os trabalhadores, e verifica-se que a educação é ponto crucial para que a massa populacional possa permanecer alienada ao sistema capitalista, sendo assim, é possível depreender que

quanto mais a sociedade se desenvolve, mais a educação se transforma numa atividade específica que, com o capitalismo, ficou universalmente reconhecida como educação escolar. O surgimento desta forma de educação, contudo não elimina a existência de uma educação no seu sentido amplo (BERTOLDO, 2009, p. 166).

Desta forma, a educação que deveria ser de acesso a todos se torna mais uma atividade inerente ao capitalismo, que ao ser universalizada como redentora da população, principalmente da classe trabalhadora, passa então a ser conhecida como se refere no texto, como educação escolar. Então, a educação deixa de ser explicitamente exclusiva da classe dominante, para, de maneira implícita, se tornar universal e acessível a todos, porém o que se observa, de acordo com Aníbal Ponce (2003):

a educação tem sempre estado a serviço das classes dominantes, até o momento em que outra classe revolucionária consegue desalojá-las do poder e impor à sociedade a sua própria educação. Todavia, quando a nova classe ainda não se sente suficientemente forte, ela se conforma provisoriamente em esperar que a classe dominante se

esgote um pouco antes de assediá-la. Neste caso, não há revolução no campo da educação, há uma reforma (PONCE, 2003, pp. 162-163).

Com a evidente alienação e exploração do sistema capitalista, há um impasse da classe dominada em relação a combater e responder com uma revolução a fim de mudar o cenário em que a sociedade está inserida, por outro lado, como se observa no texto, há somente as reformas no meio educacional, que, vale ressaltar, são totalmente norteadas pelo sistema capitalista, de modo que seus objetivos não sejam cancelados.

Sendo assim, pode-se destacar o papel da educação para o capital, que como já mencionado, é destrutivo e explorador, mas vale salientar que está fadado ao fracasso. Sendo assim, se evidencia que

O papel do complexo educativo na conformação ideológica da situação de crise enquanto normalidade é evidenciado na estruturação de um construto pedagógico que alimenta a aceitação social, o convívio passivo com as diferenças, a “insubordinação” por meios legalmente estruturados, a autoestima em meio a desestruturação do indivíduo, a formação de competências em conformidade com as exigências ideológicas e técnicas, a orientação para a sustentabilidade, a aceitação da insuperabilidade do sistema e a difusão da cidadania (MOREIRA & MACENO, 2012, p. 185).

Desta maneira se compreende que a educação é utilizada como um alvo para a propagação dos ideais capitalista e como uma forma de estender o prazo do sistema que está em uma crise estrutural que está prestes a eclodir. É fato, então, que pequenas reformas e reparos na educação não representam uma redenção para a libertação do sistema, como se pode verificar:

Portanto, acreditar que se possa reformar a sociedade, mediante pequenos retoques na educação não só uma esperança absurda, como constitui um perigo social: uma utopia, que, no fim de contas, resulta reacionária, porque acalma ou enfraquece as inquietações e os protestos, com a ilusão de que o novo homem nascerá no dia em que o Estado autolimita os seus poderes, no dia em que o Estado renuncie voluntariamente a qualquer interferência no campo educativo (PONCE, 2003, p. 177).

Consequentemente, diante de tudo o que foi analisado, com o uso da educação como ferramenta capitalista, infere-se o domínio que há também na formação dos professores, em que o profissional da educação tem que se submeter a reformas e “retoques” que existem no sistema educacional, afetando de maneira imensurável a formação docente, o que também traz consequências extremas no processo de ensino e aprendizagem.

## FORMAÇÃO DOCENTE

Diante de todo o exposto sobre a categoria trabalho e a crise do capital refletindo na educação, faz-se necessário completar o objetivo desta pesquisa: analisar a formação do professor. E quando se menciona formação do professor, pode-se inferir duas vertentes. A primeira diz respeito à formação acadêmica (licenciatura, bacharelado ou tecnológico) e a segunda se relaciona à formação em nível de pós-graduação (continuada, especialização, mestrado, doutorado ou pós-doutorado). E essa formação docente interfere diretamente no processo de ensino e aprendizagem.

Tendo em vista da importância da formação do professor para a educação, cabe aqui salientar o quanto o trabalho do docente também é afetado pelo sistema capital.

No tocante à formação desse profissional para o capital, vale ressaltar que: “a formação de professores é estratégica em toda e qualquer formação social, e por isso é preciso dizer como ela é feita e com que intenções ou finalidades.” (PEREIRA; PEIXOTO, 2009, p. 220). Dessa forma, a estratégia deve existir para atender a demanda do capitalismo, sendo meticulosamente calculadas as intenções e finalidades que devem ser atendidas com rigor.

Anteriormente abordado, verificou-se que no início das divisões de classes, a educação era restrita somente aos proprietários, enquanto aos trabalhadores era dado somente o mínimo para que pudessem executar seu serviço de forma a atender a demanda da classe dominante. Ao passar do tempo, percebe-se que este requisito permanece o mesmo, porém inculcado de forma implícita dentro da realidade atual:

a questão está no grau e na qualidade dos conhecimentos que devem ser disponibilizados e se a todos os homens e mulheres, já que o conhecimento socialmente produzido vem sendo apropriado privadamente e enquanto mercadoria. Mas, a contradição está posta: de um lado o capital para continuar existindo necessita expandir o conhecimento para revolucionar constantemente os instrumentos de trabalho, por outro lado precisa manter o controle da expansão e acesso ao conhecimento sob os seus interesses de usufruto e apropriação acumulada dos frutos do trabalho segundo a posse de conhecimentos avançados (PEREIRA; PEIXOTO, 2009, pág. 223).

O que se oferece à classe trabalhadora, no que diz respeito ao trabalho docente, é o mínimo de conhecimento necessário para que haja um trabalhador qualificado, na ótica capitalista. A formação docente deve ser composta de conteúdos que sejam suficientes para que a alienação ao sistema permaneça, sendo assim, cada classe social é limitada a um conhecimento específico:

a formação e o trabalho docente que têm sido amplamente regulamentados tendem a expressar o que cabe a cada classe social: muito para a burguesia, pouco para a classe trabalhadora, incluindo aí o acesso e o usufruto aos bens da cultura, da ciência, da técnica e da filosofia. Aos professores a quem cabe a formação para um trabalho de transmissão dessas heranças tem-lhe sido dado pouco e pago igualmente pouco pelo seu trabalho” (PEREIRA; PEIXOTO, 2009, p. 221).

Posto isto, o trabalho docente como mercadoria é a marca do sistema capital, transforma toda a ação humana em produto que atribui um valor de troca e venda. A ideia que o sistema quer passar para a sociedade está alicerçada na valorização da educação, oferecendo aos trabalhadores o conhecimento, “no entanto, os trabalhadores não podem ser expropriados de forma absoluta dos conhecimentos, porque sem conhecimentos eles não trabalham, não acrescentam valor ao capital” (PEREIRA; PEIXOTO, 2009, p. 219). O que deveria ser algo digno de enaltecimento, percebe-se, implicitamente, que o acesso universal a educação não passa de algo ilusório que quer transmitir ao trabalhador somente o que for necessário para que este não seja desvalorizado pelo sistema.

Neste caso, a formação do professor, que é o responsável pela transmissão dos conteúdos, se torna guiada pelo sistema capitalista, que financia as instituições públicas e é a base das instituições privadas, visto que “quando o professor é desapropriado na sua formação dos seus necessários instrumentos de trabalho, mais fácil se faz a sua alienação” (PEREIRA; PEIXOTO, 2009, p. 219). O objetivo aqui se resume em desapropriar o docente de sua formação e dos instrumentos de trabalhos que compõem a realidade e necessidade da sala de aula:

“Mas, quanto mais sólida a sua formação menos o seu trabalho é alienado e menos refém das mercadorias que o capital que investe em produtos educacionais coloca dentro das escolas. O capital historicamente acentua a separação dos instrumentos de trabalho do trabalhador (daí que o trabalho didático seja frequentemente organizado pelo livro didático e por equipes de técnicos que jamais estiveram em salas de aula), também separa os frutos do trabalho do seu produtor” (PEREIRA & PEIXOTO, 2009, pág. 219).

Sendo assim, o trabalho docente se limita apenas a atender a demanda do mercado de trabalho, não tem a solidez descrita acima. Não há uma reflexão filosófica e sistemática sobre o fazer pedagógico, pois há uma rede que circunda todo o processo educacional, em que se destaca

“a centralidade da ideologia neoliberal nas políticas de formação docente acaba por colocar a educação e, consequentemente, a formação de seus profissionais a serviço das leis do mercado e de todas as consequências que esta regulação implica, especificamente: preparar indivíduos apenas para atender às demandas do mercado de trabalho, do consumismo, da competitividade, e, também, apresentar à escola enquanto espaço de oportunidades, tanto de promoção social quanto de democratização, ofuscando a subordinação da educação aos interesses e dominação capitalistas” (CABRAL, SILVA & SILVA, 2016, p. 38).

Para atender a demanda do mercado de trabalho como mencionado pelos autores acima, percebe-se que as características do capital dentro das atividades docentes, como, a competição e o individualismo. Ou seja, a escola e o professor, que deveriam ser os responsáveis por transmitir os conhecimentos acumulados em toda a formação humana, se veem de modo contrário, enclausurados nas ideologias da burguesia.

O Estado, que deveria suprir as necessidades do profissional da educação, de forma a garantir o acesso pleno

a todos, é totalmente financiado pelo sistema, que norteia todas as ações estatais no âmbito da educação, sendo assim, percebe-se que

educação mais uma vez é submetida à centralidade das políticas públicas, pois configura-se solução para resolver problemas de ordem social e econômica, a saber: exclusão social e desemprego. Sugere adaptar indivíduos a atuar em novos tempos em que são exigidos novos valores, novas habilidades. O professor deve então ser formado para educar para essa nova sociedade, como bem define as diretrizes para formação inicial e continuada para profissionais do magistério (CABRAL, SILVA & SILVA, 2016, p. 39).

Deste modo, infere-se que as políticas públicas, que atualmente são vistas como a solução que o Estado oferta à população, que protegem a população das intempéries em que o sistema encurrala os trabalhadores. Oposto a isso, se verifica que o capitalismo conduz as propostas estatais para a população. E o professor é o responsável em cumprir essas políticas públicas que deveriam beneficiar a massa populacional.

Para atender a demanda do mercado de trabalho e estar apto a atender as especificidades das políticas públicas, o docente se vê diante de diversas instituições que oferecem cursos de formação para aperfeiçoamento dos profissionais educacionais. Deparamo-nos então com

O investimento e interesse das empresas privadas na formação dos professores e a alteração da lógica de formação através de programas aligeirados passa a ser componente chave da maioria das versões de privatização, ameaçando alterar tanto as formas quanto o conteúdo do trabalho na escola, atingindo diretamente a cultura escolar e a relação estabelecida entre professores, alunos e comunidade, conforme Caetano (2015).(CAETANO, 2018, p. 128).

A privatização, por vezes, precariza a formação docente, em virtude do aligeiramento dos cursos, sem falar na falta de preparo dos formadores, ou até mesmo nos conteúdos inapropriados, no que diz respeito a não serem fiéis à realidade que os professores vivem em sala de aula. E a privatização na educação não está somente na formação docente, mas também em diversos setores da educação pública, como se destaca: “Nesse cenário, torna-se cada vez mais crescente a tendência dos governos de introduzir formas de privatização na educação pública ou em setores da educação pública. As tendências à privatização têm maior ou menor influência nos diferentes países e se concretizam de diferentes formas nos sistemas públicos” (CAETANO, 2018, p. 123). Tem-se aqui a negação do Estado em atender às necessidades da educação, e a prioridade estatal em satisfazer as metas do capital,

Em outras palavras, gera e transmite um quadro de valores que legitima os interesses dominantes, visando adequar os indivíduos aos interesses do sistema, através da educação, modificando as formas de participação, o projeto político-pedagógico, a forma de contratação dos professores e o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, passando o docente a ser um aplicador de técnicas (CAETANO, 2018, pág. 123).

Com isso, analisa-se o quão alienada está toda a sociedade em um sistema que vive uma crise estrutural, e todas as suas estratégias e intenções são apenas ações cheias de contradições prestes a eclodir. Dessa forma, se percebe que

Na perspectiva do capital, a educação se constitui em processo permanente de disciplinamento, tendo em vista a produção e a reprodução, naturalizada, da mercadoria. Na perspectiva do trabalho, o que está em jogo é o enfrentamento crítico das determinações estruturais do capitalismo, cuja superação demanda não só a sua apreensão e compreensão, mas também o desenvolvimento e a disse-

minação de uma concepção de mundo contra-hegemônica, que confira organicidade às ações de transformação do modo capitalista de produção e reprodução da existência (KUENZER, 2011, pág. 669).

Há uma necessidade de se superar as ideologias capitalistas que tanto aprisionam a população, principalmente os que estão relacionados a educação. E a formação do docente é mais uma ferramenta que é influenciada e afetada pelas intervenções do capital, o que reflete conseqüentemente no processo de aprendizagem.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todas as observações e análises realizadas nesta pesquisa, pode-se apurar o quanto a educação tem colhido as conseqüências, por ser norтеada por um sistema sugador. E assim como o sistema está em crise, é possível também constatar que a educação da mesma forma está em crise.

A não compreensão e, conseqüente, a não propagação da categoria trabalho para os profissionais da educação, e logo de toda as instituições que são alicerçadas pelo capital, faz com que não haja um reconhecimento da evolução humana em sua gênese e sua importância ontológica. Como o homem não reconhece que existe uma ligação entre a natureza e o ser social, e que o trabalho do homem o modifica de forma a que ele evolua socialmente, a negação do contexto histórico da sociedade faz que a alienação se torne fortificada nos trabalhadores. E vale aqui ressaltar que a categoria trabalho é parte inerente na formação dos professores, como trabalho não-material.

Vê-se então que a categoria trabalho é confrontada com a crise estrutural do capital. Crise esta que, como mencionado anteriormente, faz com que a educação também comece a entrar em colapso, pois esta passa a ser uma atividade que visa atender as exigências do sistema então em ruína. E tem-se então, uma educação norteadada por políticas públicas que favorecem a burguesia. Logo, mesmo depois de muitos séculos após ao surgimento da divisão de classes, a educação ainda se encontra limitada para os trabalhadores.

Aos professores cabe também desempenhar os critérios do sistema, sendo também limitados e impedidos de transmitir conhecimentos de forma universal, visto que até a eles mesmos são negados os conhecimentos necessários para que possam superar a crise que estão inseridos. É possível notar que a privatização da educação tem encarcerado os trabalhadores, pois ao procurarem se aprofundar ou até mesmo revidar o que lhes é imposto, se tornam desvalorizados. Por conseguinte, entre ir atrás dos direitos, sendo desvalorizados e excluídos, a sobreviverem, com o mínimo que lhes é oferecido, sobreviver se torna a única opção.

É fato que as reformas educacionais que acontecem são as estratégias que o sistema capitalista utiliza para perpassar para a população, através do Estado, que existe uma preocupação com a educação universal, entretanto, o que se analisa são apenas métodos que o capital aplica na sociedade para que haja a sensação de contentamento. A única escolha que resta é a superação do sistema, mas, para haver essa emancipação humana, é necessária uma conscientização. Ação essa que longe está de ser alcançada, pois a alienação aprisiona a população.

## REFERÊNCIAS

BERTOLDO, Edna; SANTOS, Mônica. Trabalho docente e lutas de classes. **Trabalho, educação e formação humana frente à necessidade histórica da revolução**. São Paulo: Instituto Lukács, p. 101-124, 2012.

BERTOLDO, Edna. **Trabalho e educação no Brasil: da centralidade do trabalho à centralidade da política**. EDUFAL, 2009

CABRAL, Antônio; SILVA, Claudia Luciene de Melo; SILVA, Lamara Fabia Lucena. Teoria do capital humano, educação, desenvolvimento econômico e suas implicações na formação de professores. **Revista Principia**, v. 32, p. 35-41, 2016.

CAETANO, Maria Raquel. Lógica privada na educação pública, redes globais e a formação de professores (Private logic in public education, global networks and teacher training). **Revista Eletrônica de Educação**, v. 12, n. 1, p. 120-131, 2018.

ESCURRA, María Fernanda. O trabalho como categoria fundante do ser social e a crítica à sua centralidade sob o capital. Verinotio– **Revista on-line de Filosofia e Ciências Humanas**, n. 22, p. 17-17, 2016.

KUENZER, Acacia Zeneida. A formação de professores para o ensino médio: velhos problemas, novos desafios. **Educação & Sociedade**, v. 32, n. 116, p. 667-688, 2011.

LESSA, Sergio. Lukács: trabalho, objetivação, alienação. **Trans/Form/Ação**, v. 15, p. 39-51, 1992.

LESSA, Sergio. Trabalho, sociabilidade e individuação. **Trabalho, educação e saúde**, v. 4, n. 2, p. 231-246, 2006.

MOREIRA, Luciano Accioly Lemos; MACENO, Talvanes Eugênio. Educação, reprodução social e crise estrutural do capital. **Trabalho, educação e formação humana frente à necessidade histórica da revolução**. São Paulo: Instituto Lukács, p. 174-186, 2012.

PEREIRA, Maria de Fátima Rodrigues; DE MENDONÇA PEIXOTO, Elza Margarida. Política de formação de professores: desafios no contexto da crise atual. **Revista HISTEDBR On-Line**, v. 9, n. 33e, p. 216-224, 2009.

PONCE, Aníbal. Educação e luta de classes. Tradução de José Severo de Camargo Pereira. 2003.

## CAPÍTULO 4.

### **A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTS/CTSA), NO ENSINO DE CIÊNCIAS, NA PANDEMIA DA COVID-19: ESTADO DA ARTE POR REVISÃO BIBLIOGRÁFICA CRÍTICA**

*Vicente Tomé do Nascimento Filho*

*Ana Karine Portela Vasconcelos*

#### **RESUMO**

Este capítulo retrata uma pesquisa de investigação sobre a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA), no Ensino de Ciências, com o objetivo de relatar o cenário de adaptação às transformações no período de pandemia do novo Coronavírus (covid-19), doença infecciosa recém descoberta que acomete o trato respiratório. Com a determinação do estado de pandemia e isolamento social, houve também a paralisação das atividades presenciais na Educação, optando-se pelo ensino remoto. Entende-se então, a constante necessidade da adaptação e readequação das práticas educacionais à modernidade, ao mundo globalizado em processo constante de transformação. Nesse contexto, analisou-se o estado da arte por meio de busca de publicações recentes sobre Ensino de Ciências nos tempos de pandemia, utilizando-se com consulta o Portal CAPES, *Scielo* e *Google Acadêmico*, com pesquisa bibliográfica para o estudo qualitativo das publicações. Em meio às adaptações, surgiram temáticas relevantes para

o Ensino de Ciências com CTS/CTSA, deixando claro a importância de contextualizar e discutir abordagens nas metodologias utilizadas pelos professores. Frente a este panorama, se destacam as metodologias voltadas à alfabetização científica, que se fazem importantes para ajudar a amenizar a disseminação do novo vírus e a formar o olhar crítico do sujeito para o novo mundo pós-pandemia.

*Palavras-chave:* Ensino de Ciências, covid-19, CTS/CTSA.

## 1. INTRODUÇÃO

Diante do caso de pandemia, e da necessidade de entendimento e compreensão do isolamento social e da dimensão dos perigos do vírus, desperta no âmbito científico e social, debates sobre o Ensino de Ciências focado na atual problemática, a propagação do coronavírus (covid-19) e os impactos causados na falta de letramento científico em grande parte da população.

O presente trabalho tem como relevância a constante necessidade da adaptação e readequação das práticas educacionais à modernidade, ao mundo globalizado em processo constante de transformação. É preciso substituir a visão tradicional do conhecimento como algo estável e seguro por algo dotado de complexidade que tem de se adaptar constantemente a diferentes contextos e cuja natureza é incerta (CACHAPUZ *et al.*, 2004).

A proposta aborda as readaptações necessárias ao Ensino de Ciências ao presente momento de pandemia, quando as escolas buscam se encaixar no Ensino Remoto, necessitando de habilidades com tecnologias, surgindo as-

sim novas questões sobre a contextualização de atividades no atual momento de crise sanitária mundial, trazendo questões relevantes sobre o estudo em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA).

Referimo-nos ao atual momento, o isolamento social causado pelo novo coronavírus. A doença que ficou conhecida como covid-19 é uma infecção que acomete o trato respiratório e que tem como agente patogênico o coronavírus, identificado em *Wuhan*, província chinesa, em dezembro de 2019. Os coronavírus (Covs) pertencem a uma grande família de vírus que causam doenças respiratórias em humanos, dos resfriados comuns a doenças mais raras e graves, como a Síndrome respiratória aguda grave (Sars) descoberta em 2003 e a Síndrome Respiratória do Oriente Médio (Mers) descoberta em 2012, e ambas com altas taxas de mortalidade.

Vale destacar, a esse respeito, outro aspecto importante: A quarentena e a paralisação de serviços não essenciais despertam temas constantes de debate, como preocupações com a economia, a situação financeira de famílias subalternizadas, assim como o número de dias letivos no calendário escolar, afetando escolas de nível básico além de universidades e programas de pós-graduação. Consequentemente, há uma preocupação em como minimizar os prejuízos à Educação dos estudantes nesse período.

O Ministério da Educação (MEC), pretendendo amenizar os efeitos pelo novo coronavírus no Sistema Educacional do país, publicou a Portaria nº 343, em 18 de março de 2020, no Diário Oficial da União (DOU), a qual “dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus – COVID-19”, autorizando, em seu arti-

go 1º, aulas que utilizem as Tecnologias de Comunicação e de Informação (TIC). O Conselho Nacional de Educação (CNE), assim, permitiu que a modalidade de ensino permanecesse até o final do ano de 2020, na recente Portaria nº 1.030, em 31 de dezembro de 2020, autorizando o Ensino Remoto nas Escolas Públicas e Privadas do país enquanto durar a pandemia. Portanto, a permissão será mantida enquanto as condições sanitárias locais trouxerem riscos para as atividades presenciais.

Embora esta tenha sido a medida mais viável, enfrentou e ainda enfrenta problemas, pois nem todos os alunos têm acesso à internet para participarem de aulas por videoconferência, acesso a plataformas de ensino criadas para este período e afins. Outro desafio encontrado é a falta de capacitação de parte dos professores para as tecnologias da informação e comunicação (TICs). Como as medidas de isolamento são responsabilidade de cada governo estadual e municipal, há uma vasta tentativa de minimizar os efeitos da pandemia na Educação, e, embora haja falhas, é importante que se respeite o que as instituições estão executando.

Dentro deste contexto pandêmico, o ensino por meio do CTS/CTSA tem como destaque a formação cidadã do indivíduo. Para além da didática conteudista, este enfoque se baseia na contextualização da vivência do aluno, despertando nele o reconhecimento do meio de maneira crítica que possa fazê-lo agir na sociedade como cidadão. A perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) enfatiza a necessidade de inserir a população no contexto científico e tecnológico para que os cidadãos sejam capazes não só de compreender, mas também de participar ativamente de decisões e reivindicações relativas a esses espaços (ciência-tecnologia-sociedade). Segundo Santos e Mortimer (2002),

alfabetizar científica e tecnologicamente os cidadãos é uma necessidade do mundo contemporâneo, e esse tem sido um dos principais focos dos currículos com o enfoque CTS.

Quanto às orientações para o ensino, Oliveira (2010) destaca os principais objetivos de acordo com os outros autores relevantes neste campo de pesquisa:

promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais; b) discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso de ciência-tecnologia, adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico c) desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual, requerendo assim, metodologias e abordagens inovadoras de ensino de ciências (OLIVEIRA, 2010, p. 34).

No Brasil, acontecimentos como o vazamento de óleo no Nordeste, queimadas no pantanal, o descumprimento do isolamento social por parte da população, a testagem de vacinas em massa para possíveis infectados de covid-19, são assuntos pertinentes e de muita relevância nas temáticas ciência-tecnologia-sociedade-ambiente.

Até o momento, tem-se a descoberta de algumas vacinas pelo mundo com testes e resultados de eficácia sendo publicados, como as vacinas **AstraZeneca** (vacina de Oxford), a **Coronovac** (a vacina fabricada pelo Instituto Butantan, em São Paulo, Brasil, da farmacêutica chinesa Sinovac) e **Pfizer** (EUA), divulgadas no plano de Vacinação Nacional contra a covid-19 (BRASIL, 2020). Alguns países já começaram a vacinação, e no Brasil tem-se a perspectiva da vacinação em massa no primeiro bimestre, com a previsão para o retorno das aulas presenciais ainda em 2021.

Durante o ano de 2020, surgiram alguns movimentos dos sindicatos estudantis de escolas privadas buscando a liberação para reabertura das escolas, apesar dos esforços

dos governadores para a reabertura parcial das escolas. Embora vários países venham tomando medidas de relaxamento do isolamento social, as medidas preventivas ainda devem ser tomadas, e para isso fica necessário que se tenha a consciência de cidadania e que as ponhamos em prática.

Nesta pesquisa almejou-se relatar os caminhos da abordagem da CTS/CTSA, no Ensino de Ciências, visando discorrer sobre o cenário de adaptação às transformações no período de pandemia da covid-19.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Com o advento da covid-19, veio a necessidade do isolamento social e, conseqüentemente, as escolas foram fechadas e as aulas suspensas. No Brasil, permitiu-se o uso de Ensino Remoto até final do ano 2020, para suprir a ausência das aulas presenciais (SAVIANI, 2020). Para isso, as escolas tiveram que passar por adaptações, formação de professores à distância, guiadas para a nova realidade, para que a escola pudesse alcançar o máximo de alunos possíveis, uma vez que o Ensino Remoto tem dificuldades para abranger todo o público estudantil.

Em meio a uma crise sanitária, surgiu também uma inclusão digital, emergencial, e que afetou todos os níveis escolares, deste modo causando um aumento do uso de tecnologias para o Ensino. Assim como o Brasil possui grande território, há também uma variedade de desigualdades no que tange às condições escolares, tendo assim diferenças para cada realidade escolar. Entende-se que nas novas con-

dições de ensino, a ausência do contato entre professor e aluno, a falta de ensino experimental e o acolhimento em sala de aula tornam difícil a recuperação do ensino que se é exigido em cada etapa estudantil. Assim como o Ensino Remoto é uma alternativa provisória, haverá um tempo para suprir todos os conteúdos perdidos sem haver prejuízos graves.

É sabido que pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os conteúdos apresentados em sala de aula devem ser contextualizados com a realidade dos alunos (BRASIL, 2017), o processo ensino e aprendizagem do conhecimento científico deve agora, mais do que nunca, estar atrelado à contextualização, pois quando relacionado com a nova realidade de estado de pandemia, possa trazer conhecimentos significativos. Segundo o que está presente na Base Nacional Comum Curricular:

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (BRASIL, 2017).

Entretanto, com essa nova realidade faz-se necessária a preocupação com a formação cidadã do aluno para com a nova situação de alerta mundial sobre o coronavírus, onde os conceitos de Ciências são essenciais para a contenção do alto índice de contaminação viral. A abordagem CTS/CTSA se relaciona com a formação cidadã do aluno desenvolvendo um senso crítico sobre as problemáticas sociais e ambientais, que se relacionam com os conceitos científicos, uso e produção de tecnologias.

A origem do movimento CTS/CTSA tem como ponto de partida a percepção sobre as consequências advindas da ciência e da tecnologia geradas à sociedade. A partir de então, percebeu-se a necessidade de educar os futuros cidadãos cientificamente, conhecimentos necessários para fazer os cidadãos refletirem e agirem criticamente sobre a tomada de decisões no seu contexto social, levando em consideração as implicações da ciência e tecnologia sob o meio ambiente (SCHNETZLER, 2004).

Auler e Bazzo (2001) e Santos e Mortimer (2002) afirmam que quando a abordagem CTS/CTSA é inserida no contexto escolar como proposta de trabalho que contempla a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, esta proporciona um maior significado das disciplinas de Ciências, nesse caso de Química, capacitando os estudantes a questionar os impactos causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico no seu contexto social, percebendo que certas atitudes podem ser corrigidas.

Para Roloff (2011), o ensino pautado no enfoque CTS/CTSA vai além de somente trabalhar os aspectos motivacionais, principalmente prepara o discente para o exercício da cidadania utilizando os conhecimentos tecnológicos e científicos adquiridos, como base de atuação para o meio social.

Quando direcionado ao Ensino de Ciências, o enfoque CTS aponta para:

Um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas com conteúdos canônicos, em direção a um ensino que tenha uma validade cultural, para além da validade científica. Tem como alvo, ensinar a cada cidadão comum o essencial para chegar a sê-lo de fato, aproveitando os contributos de uma educação científica e tecnológica (SANTOS, 1999 *apud* NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006, p. 101).

Desta maneira, o Ensino de Ciências deve estar articulado e contextualizado a vivências do aluno, problemas e questões reais que sejam pertinentes no seu contexto social, contribuindo para que os alunos desenvolvam atitudes baseadas nos valores sociais e humanos. Os alunos devem ser estimulados a desenvolver um pensamento crítico, sendo capazes de ler, compreender e expressar suas opiniões sobre diferentes assuntos, imprescindivelmente os de ordem científica e tecnológica.

Entretanto, decorrentes de diversos fatores como os de cunho social, político, cultural, histórico e econômico, cumprir esse propósito vem se tornando uma tarefa cada vez mais complexa de se cumprir. Fatores como estes interferem com frequência e intensidade no processo de alfabetização científica, e angustia os profissionais da educação.

### 3. METODOLOGIA

Inicialmente, definir o método de pesquisa utilizado para a elaboração de uma pesquisa é algo fundamental. De acordo com Pereira *et al.* (2018), o método é o caminho para a realização de algo, pois é mais fácil quando se sabe o que fazer, aonde se quer chegar e como fazê-lo.

Para este capítulo, foi definido o método qualitativo, que, segundo Pereira *et al.* (2018), se trata de um método onde “é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo” (p. 67). Dessa maneira, o método qualitativo surge como o mais adequado para se alcançar o objetivo aqui almejado, uma vez que não se buscam dados de quantidades, mas uma

abordagem geral da temática buscando compreensão de fatos dentro de um contexto escolar para apresentar informações do assunto estudado.

*A priori*, buscamos em bases de dados tais como o Portal CAPES, Scielo e Google Acadêmico, artigos publicados no ano de 2020 que abordassem os impactos do coronavírus para o ensino em geral. Para a busca, utilizamos combinações das seguintes palavras-chaves: “ensino”, “pandemia” e “coronavírus”, selecionando-se artigos relevantes para a pesquisa em questão.

Utilizamos os seguintes critérios de seleção: 1) estar em língua portuguesa; 2) ter sido publicado no período da pandemia até o mês de agosto de 2020; e 3) estar relacionado ao ensino no período de pandemia. Para a obtenção de artigos relevantes, fez-se a escolha por meio de leitura de títulos e resumos dos artigos, para posteriormente realizar-se a leitura completa.

Após a leitura completa dos artigos, analisamos as adaptações do Ensino para o período de Ensino Remoto, buscando avaliar e considerar a necessidade da contextualização com enfoque CTS/CTSA.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Seguindo os critérios de seleção citados acima, selecionamos sete artigos (tabela 1). O baixo número de artigos escolhidos com relevância é justificado pois o intervalo de tempo requerido pela pesquisa é muito curto, com a seleção de artigos publicados durante a ainda presente situação de pandemia. Vale ressaltar que esta triagem de sete artigos

foi retirada de um total de 33 artigos encontrados na busca em plataformas de periódicos citados. Após os critérios de inclusão, obtivemos apenas esses artigos consideráveis para a pesquisa, os quais apresentam práticas educativas ou são direcionados ao Ensino de Ciências que podem ser relacionadas ao ensino CTS/CTSA. Os artigos restantes foram excluídos por não serem em língua portuguesa ou não serem da área da Educação, pois muitas das publicações encontradas na busca possuem abordagens para a área da Saúde e Medicina, analisando apenas os artigos presentes na Tabela 1;

Tabela 1- Artigos publicados em 2020 (até o mês de agosto) relevantes para a pesquisa em questão

<b>Tema</b>	<b>Artigo</b>
Em tempos de Coronavírus: reflexões sobre a pandemia e possibilidades de abordagem no Ensino de Ciências a partir da Educação CTS	Artigo 1
Princípio da sala de aula invertida: uma ferramenta para o ensino de química em tempos de pandemia	Artigo 2
A Covid-19 e a volta às aulas: ouvindo as evidências*	Artigo 3
Metodologias e tecnologias para educação em tempos de pandemia COVID-19	Artigo 4
Crise estrutural, conjuntura nacional, Coronavírus e Educação – O Desmonte da Educação Nacional	Artigo 5
O uso de Blogs de Ciência no campo da Ciência da Informação no Brasil e seus papéis na Cultura Científica	Artigo 6
Desafios no ensino remoto para alunos surdos durante a pandemia: possíveis estratégias em dias de quarentena	Artigo 7

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Após a seleção dos seguintes artigos, fez-se a análise do que diz às adaptações do ensino para o período de pandemia, focando principalmente nos que abordam o Ensino de Ciências. Buscou-se relacionar as metodologias de adaptação mencionadas às necessidades de discutir as temáticas de CTS/CTSA.

O artigo 1, intitulado “*Em tempos de Coronavírus: reflexões sobre a pandemia e possibilidades de abordagem no Ensino de Ciências a partir da Educação CTS*”, foi o único encontrado na busca vinculado a questões diretamente ligadas ao ensino CTS/CTSA. Trata-se de um ensino teórico-prático, contemplando alternativas de inserção da temática que foram demonstradas por meio de Eixos (abordagens às informações da mídia sobre a pandemia, abordagens CTS/CTSA e abordagens à crise socioambiental), que podem se desdobrar em ações educativas específicas ou favorecer articulações curriculares mais amplas, bem como relações com outras áreas do conhecimento. Os autores, Fonseca e Franco (2020), concluem em seu ensaio que a proposta de abordagem da pandemia de coronavírus no Ensino de Ciências, partindo de pressupostos da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade, favorecem a discussão de questões emergentes da sociedade, preocupadas com um ensino efetivamente crítico (FONSECA; FRANCO, 2020).

O Artigo 2, intitulado “*Princípio da sala de aula invertida: uma ferramenta para o ensino de química em tempos de pandemia*”, foi selecionado por conter uma visão metodológica sobre a adaptação ao Ensino Remoto, trazendo o princípio de sala de aula invertida para esse contexto, uma metodologia diferenciada baseada no contexto atual. Trata-se de relato de experiência relacionado à implantação do método sala de aula invertida na disciplina de Química

II, no Instituto Federal do Acre. O estudo explora o conteúdo Concentração/Concentração comum, e obtém resultados positivos onde alcança o objetivo de proporcionar ao estudante a possibilidade de ser o centro na construção do conhecimento e ao professor de contribuir através do papel de mediador e orientador da aprendizagem (NASCIMENTO; ROSA, 2020).

O Artigo 3, intitulado “*A Covid-19 e a volta às aulas: ouvindo as evidências*” traz uma visão a longo prazo dos efeitos da pandemia, examina situações de paralisação, uso do tempo e impacto de tecnologias no desempenho escolar, e busca refletir sobre as melhores maneiras de lidar com a nova realidade. O estudo enfatiza principalmente as perdas decorrentes da interrupção de aulas presenciais e sobre as desigualdades desnudas sob o evento de pandemia. Os autores concluem por meio de evidências que os caminhos mais promissores estariam associados a diagnósticos, intervenções estruturadas mais adequadas ao perfil dos professores, melhor aproveitamento do tempo, uso judicioso dos deveres de casa, redução do absenteísmo e tutoria intensiva de alta qualidade focada nos alunos de maior risco (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

O artigo 4, intitulado “*Metodologias e tecnologias para educação em tempos de pandemia COVID-19*”, traz uma visão informativa sobre o que está sendo feito no país, por estado, para adaptação ao contexto atual de ensino. Os autores são participantes de um grupo de pesquisa de Ensino Médio, e enfatizaram a preocupação com o agravamento do nível de analfabetismo no Brasil com as medidas emergenciais para o ensino, considerando que não sejam efetivas para todas as camadas. Em conclusão, o grupo de autores trazem a evidente inviabilidade das medidas de

ensino à distância, síncrono ou híbrido, afetando diretamente o processo de aprendizagem de todas as camadas da sociedade (MOREIRA *et al.*, 2020).

O artigo 5 traz o tema “*Crise estrutural, conjuntura nacional, Coronavírus e Educação – O Desmonte da Educação Nacional*”, e aborda a visão do renomado Demerval Saviani sobre a educação no Brasil diante da pandemia do novo coronavírus. São relatos de debates ocorridos por meio virtuais, no formato *live* nas quais ele participou e compartilhou um olhar geral dos rumos da educação. Além de citar o panorama político, Saviani considera ao longo do artigo a crise estrutural do capitalismo afetando o desmonte da educação nacional, evidenciado pelo corte dos recursos destinados à educação, à ciência e à pesquisa científica, pelo ataque à educação pública com ameaças e iniciativas efetivas de privatização e com a desqualificação e perseguição aos professores (SAVIANI, 2020). Considerações bastante necessárias para a uma visão realista do que está acontecendo agora no Brasil.

O artigo 6 tem o tema “*O uso de Blogs de Ciência no campo da Ciência da Informação no Brasil e seus papéis na Cultura Científica*” e caracteriza os blogs de ciência no campo da Ciência da Informação brasileira, buscando apresentar a configuração da dinâmica temporal no âmbito da disseminação e divulgação científica. O artigo foi selecionado por retratar a importância e a urgência da divulgação do conhecimento científico e seu compartilhamento mais eficiente e dinâmico, que se tornam mais evidentes em situações atípicas, como no caso da pandemia provocada pela covid-19. Em síntese, o estudo conclui que o uso dos *blogs* no Campo da Ciência da Informação brasileira atua como uma forma de disseminação, visando fortale-

cer a própria *network* dos pesquisadores, bem como atrair visibilidade, contribuições e colaborações para as atividades de pesquisa desenvolvidas em seu núcleo (SANTOS-D'AMORIM *et al.*, 2020).

Por último, o artigo 7, intitulado “*Desafios no ensino remoto para alunos surdos durante a pandemia: possíveis estratégias em dias de quarentena*”, demonstra um estudo sobre as preocupações da comunidade escolar quanto ao processo de ensino e aprendizagem dos surdos e que, não obstante, revela problemas não só problemas de inclusão, mas podemos detectar em seus resultados barreiras constantes ao Ensino Remoto presente nos mais diversos cenários estudantis. O estudo demonstra o desafio para a preparação das aulas, o não acesso às aulas remotas pelos alunos vulneráveis economicamente, a ausência de auxílio parental para os estudos (SILVA *et al.*, 2020), dentre outros desafios mais voltados para a aprendizagem dos surdos. Entretanto, podemos perceber que são desafios pertinentes a muitos alunos no cenário atual, e que demandam um olhar especial durante esse período de busca de alternativas para o ensino.

Em síntese, apenas um dos artigos encontrados é diretamente voltado para a contextualização com o Ensino de Ciências com CTS/CTSA, e este, por sua vez, sugere que a proposta é válida, porém que exige tempo, diálogo entre professores, e que para a efetivação dessas práticas é importante que sejam consideradas outras demandas relevantes para a sistematização de processos educativos efetivamente comprometidos com um ensino contextualizado (FONSECA; FRANCO, 2020).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que ainda há poucos estudos publicados sobre as adaptações do Ensino de Ciências desde o início da pandemia. Em meio às adaptações surgiram temáticas bastantes significativas para o Ensino de Ciências com CTS/CTSA, levando em consideração que vivemos uma crise de grandes proporções que se manifesta como crise política, econômica, social e sanitária (SAVIANI, 2020). Assim, mediante as questões de redução da poluição, aumento da inserção da tecnologia no ensino, a busca do avanço na Ciência, e os vários problemas sociais revelados pela situação de pandemia (FONSECA; FRANCO, 2020), é clara a importância de contextualizar e discutir essas abordagens nas metodologias utilizadas pelos professores no Ensino Remoto. Diante do exposto, os artigos utilizados nesse estudo são relevantes, uma vez que são artigos de pesquisas recentes e que podem auxiliar bastante os professores de ciência durante a pandemia.

É essencial repensar-se a dimensão do “S” da sigla CTS/CTSA na formação do indivíduo. Voltar-se para as questões sociais de urgência requer uma aprendizagem contextualizada à nova realidade, onde conceitos com enfoque de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente se fazem importantes para ajudar a amenizar a disseminação do novo vírus e a formação do olhar crítico do sujeito para o novo mundo pós-pandemia. Portanto, é de urgência o dever de divulgar o conhecimento científico verdadeiro em meio aos grandes impactos das *fake news*, negacionismo da ciência, a desobediência às recomendações de isolamento social e movimentos antivacinas, que contribuem imensamente para situações irreparáveis.

## REFERÊNCIAS

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação (Bauru)**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001>.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 343, de 17 de março de 2020. **Diário Oficial da União**, Ministério da Educação/Gabinete do Ministro, Brasília, DF, 18 mar. 2020. Edição 53. Seção 1, p. 39.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 1.030, de 1 de dezembro de 2020. **Diário Oficial da União**, Ministério da Educação/Gabinete do Ministro, Brasília, DF, 2 dez. 2020. Edição 230. Seção 1, p. 55.

CACHAPUZ, Antônio; PRAIA, João; JORGE, Manuela. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, vol.10, n.3, pp.363-381. 2004.

FONSECA, Eril Medeiros da; FRANCO, Ronan Moura. Em tempos de Coronavírus: reflexões sobre a pandemia e possibilidades de abordagem no ensino de ciências a partir da educação cts. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 8, p. 0-0, 20 jul. 2020.

MOREIRA, Maria Eduarda Souza; CRUZ, Inglyty Lorrane Silva; SALES, Maria Eduarda Nascimento; MOREIRA, Nhaypi Iasmin Taveira; FREIRE, Heloisa de Castro; MARTINS, Gabriela Aguiar; AVELINO, Gustavo Henrique Fernandes; ALMEIDA JÚNIOR, Silvio; POPOLIM, Rafaela Simei. Metodologias e tecnologias para educação em tempos de pandemia COVID-19. **Brazilian Journal Of Health Review**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 6281-6290, 2020.

NASCIMENTO, Francisca Georgiana M.; ROSA, José Victor Acioli. Princípio da sala de aula invertida: uma ferramenta para o ensino de química em tempos de pandemia. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 38513-38525, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n6-409>.

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

OLIVEIRA, João Batista Araujo e; GOMES, Matheus; BARCELLOS, Thais. A Covid-19 e a volta às aulas: ouvindo as evidências. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 108, p. 555-578, set. 2020. <https://doi.org/10.1590/s0104-40362020002802885>.

PEREIRA, Adriana Soares; SHITSUKA, Dorlivete Moreira; PARREIRA, Fabio José; SHITSUKA Ricardo. Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. **UAB/NTE/UFSM**. 2018.

ROLOFF, Franciani Becker; MARQUES, Carlos Alberto. Environmental issues in the voice of teacher trainers in the discipline of environmental studies in chemistry. **Química Nova**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 549-555, 2014. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140091>.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, dez. 2000. [Http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172000020202](http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172000020202).

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A pesquisa no ensino de Química e a importância da Química Nova na Escola. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 49-54, nov. 2004.

SANTOS-D'AMORIM, Karen Isabelle; CRUZ, Rúbia Wanessa dos Reis.; CORREIA, Anna Elizabeth Galvão Coutinho. O uso dos blogs de ciência no campo da Ciência da Informação no Brasil e seus papéis na cultura científica. **Brazilian Journal of Information Science: research trends**, [S. l.], v. 14, n. 2 Abr-Jun, p. 24-48, 2020. DOI: 10.36311/1981-1640.2020.v14n2.03.p24.

SAVIANI, Demerval. Crise estrutural, conjuntura nacional, Coronavírus e Educação – O Desmonte da Educação Nacional. **Revista Exitus**, Santarém/PA, Vol. 10, 2020. p. 01-25. 2020. DOI: 10.24065/2237-9460.2020v10n0ID1463

SILVA, Maria Zilda Medeiros Da; SOUZA, Jessica Mayara Santos Silva; LIMA, Jôse Pessoa de; AUGUSTA, Maria da Conceição; SILVA, Walquiria Nascimento da. Desafios no ensino remoto para alunos surdos durante a pandemia: possíveis estratégias em dias de quarentena. **Anais VII CONEDU - Edição Online**. Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/68303>>. Acesso em: 14 jan. 2021.

## CAPÍTULO 5.

### RELAÇÃO CTS (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE) APLICADA À PROBLEMÁTICA DA PANDEMIA SARS- -COV-2: REFLEXÕES SOBRE A CONCEPÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS

*Joel de Sousa Giffoni*

*Maria Cleide da Silva Barroso*

*Caroline de Goes Sampaio*

#### RESUMO

Este artigo consiste em uma revisão de literatura sobre a abordagem CTS (ciência, tecnologia, sociedade), onde se discutem os objetivos da perspectiva CTS no ensino de ciências, e a relevância do conhecimento científico adquirido na tomada de decisões da sociedade, traçando um paralelo com a pandemia da covid-19 no ano de 2020. O objetivo, a partir das consequências da pandemia da covid-19, é a relevância do saber científico nas tomadas de decisões da população em geral, com a proposição de uma abordagem CTS de ensino como um meio de proporcionar um conhecimento científico de maior significância para os educandos. A metodologia é constituída de revisão de literatura, um estudo teórico. E por fim, esta pesquisa apresenta a validação da literatura.

**Palavras-Chave:** Ciência, tecnologia, sociedade, ensino CTS, pandemia, COVID-19

## INTRODUÇÃO

O histórico dos usos das tecnologias, e da compreensão da ciência por trás delas, vem acompanhado de mudanças. Estas mudanças constantemente estão inter-relacionadas ao comportamento social, a mudanças do ambiente, mudanças políticas, mudanças na comunicação e relação entre os indivíduos da humanidade, mudanças na própria forma de se compreender, divulgar e produzir ciência.

Na educação, as mudanças sobre o processo de abordar ciência precisam estar em constante análise, para que se possa definir uma forma de abordagem no ensino que esclareça o conhecimento de uma maneira mais próxima do entendimento da realidade possível, com o objetivo a constituir a formação intelectual, moral, social e cidadã do estudante.

O estudante, tornando-se um cidadão na sociedade, terá de tomar decisões, e essas decisões vão se basear nos múltiplos conhecimentos adquiridos de forma formal e informal, no contexto político e social em que ele está inserido.

O ano de 2020 está sendo marcado na história como o ano da pandemia da doença covid-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2. A pandemia teve consequências diretas no cotidiano individual e coletivo dos vários recortes possíveis da sociedade. Todos tiveram que tomar decisões de como se daria o enfrentamento da pandemia, governos, comunidade científica, coletivos e indivíduos.

Este artigo pretende relacionar o ensino CTS com uma via de construção de conhecimento científico que tenha maior participação na tomada de decisões da sociedade durante um período de crise. Assim, o objetivo desse artigo é analisar, a partir das consequências da pandemia covid-19, a relevância que o saber científico tem nas toma-

das de decisões da população em geral, propondo a abordagem CTS de ensino como um meio de oferecer um conhecimento científico de maior significância para os educandos.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi realizado através da metodologia de uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa. A literatura escolhida para ser analisada nessa revisão bibliográfica está associada com a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade, seus objetivos e informações sobre a pandemia da covid-19.

Os autores foram escolhidos visando o melhor entendimento da temática abordada. Damos preferência a autores ligados à educação e artigos escritos após o ano 2000, as únicas exceções foram Guilbert e Meloche (1993) e Medina e Sanmartin (1990).

Quanto às informações relacionadas à pandemia, foram pesquisados artigos acadêmicos publicados ainda no ano de 2020. A seguir, elencaremos os teóricos e conceitos que foram usados como referencial desse artigo.

## **ANÁLISE SOBRE O MOMENTO ATUAL DA PANDEMIA DE COVID-19**

Na atualidade, a qual enfrentamos uma pandemia da doença covid-19, originária do vírus SARS-CoV-2, até o momento da escrita desse artigo, já causou a morte de cerca de um milhão e meio de pessoas no mundo, com aproximadamente sessenta e oito milhões de infectados. Este fato

leva a um anseio da sociedade pela criação de uma vacina. A comunidade científica tem feito uma série de estudos e trabalhos com o foco de compreender o vírus, a doença e a produção de uma vacina para a covid-19.

Em 30 de janeiro de 2020, a OMS (Organização Mundial de Saúde) declarou a covid-19 uma emergência de saúde pública internacional, incentivando países a tomarem medidas preventivas, assim como a comunidade científica internacional voltou-se ao estudo de novas estratégias ao combate do SARS-CoV-2. Assim, a corrida pela vacina se torna um *continuum* indefinidamente aguardado como um esforço mundial, que se caracteriza como um contraponto para a problemática da pandemia à medida que a política de vários países incentiva a produção de uma vacina que possua, além de eficácia e celeridade, um comprovado efeito em sua síntese. No entanto, para que uma vacina seja liberada com mobilidade (velocidade), atendendo ao anseio político e social, amiúde, faz-se necessário uma série de quebras de protocolos ligados à sistematização da produção de tecnologias e produtos de controle, amplamente férteis em ambientes de criação de vacinas pelos pesquisadores. Isso, em princípio, torna importante a participação de governos nacionais e internacionais quanto às céleres condições especiais de pesquisa, produção e distribuição de uma vacina. (DANTAS; ROCHA, 2020)

Durante o ano de 2020, as recomendações de pesquisadores, médicos, virologistas e demais autoridades científicas foram em larga escala propagadas pelos mais diferenciados tipos de mídia. Países reagiram de formas variadas a essas recomendações. No Brasil, após controversos embates políticos, foram tomadas medidas de controle e prevenção da covid-19 pelas diferentes esferas administra-

tivas (governo federal, governos estaduais e municipais). Apesar das medidas tomadas serem diferenciadas dependendo da região do país, a medida mais difundida pelas autoridades foi o isolamento social (FARIAS, 2020).

No entanto, mesmo com a comunidade científica orientando a permanência do isolamento social, um quantitativo expressivo da população de muitos países, incluindo o Brasil, tem realizado a prática de desrespeitar o isolamento social. Tal ação leva ao questionamento: Qual é o papel do ensino de ciências? Pois o ensino de ciências não gera conhecimentos que são levados em conta na hora das pessoas tomarem decisões em suas vidas, mesmo que sejam decisões ligadas à saúde e manutenção da própria vida. O não cumprimento do isolamento social na pandemia evidencia este ponto. E se o conhecimento sobre ciência não é um fator determinante para tomadas de decisões, quais fatores são?

O próximo tópico tratará dos efeitos do isolamento social na população e os possíveis fatores que levam o cidadão à tomada de decisão sobre estar ou não respeitando o isolamento social.

## **OS EFEITOS DO ISOLAMENTO SOCIAL NA POPULAÇÃO**

O isolamento social teve um efeito significativo em diversas dimensões na população: impactos na esfera da saúde mental (ORNELL *et al.*, 2020), impactos econômicos na pandemia (ALEXANDRE *et al.*, 2020), o aumento da violência doméstica e feminicídios (FBSP, 2020), a qua-

lidade questionável do ensino, sem deixar de mencionar as questões associadas ao luto das pessoas que perderam amigos e familiares durante a pandemia.

As instituições de ensino migraram para o modelo de ensino remoto, gerando múltiplas questionamentos sobre a eficácia desse sistema, entre elas a imposição de ferramentas *on-line*, a falta de qualidade da internet, a falta de acesso à internet dos alunos e professores, a falta de um treinamento especializado para todos os envolvidos no processo de ensino aprendizagem no sistema remoto. As adaptações das múltiplas abordagens de ensino para o sistema remoto não foram ainda amplamente discutidas. O quanto o sistema remoto pode ser ainda mais excludente para pessoas com deficiência. A existência de problemáticas ambientes domésticos impróprio para aprendizagem, seja pela violência doméstica ou pela falta de saneamento básico na moradia do educando (IANONI, 2020; OLIVEIRA, 2020; PRETTO *et al.*, 2020).

Todas essas problemáticas citadas, as controvérsias informações oriundas da política, das *fake news*, das instituições que administram o capital, levam a população, principalmente o trabalhador, a uma posição de tomada de decisão quanto a sua vida referente ao isolamento social.

Quando o indivíduo toma uma decisão não levando em conta o saber científico, é possível que o conhecimento sobre ciência não tenha um significado para ele. Embora a ciência esteja tanto no corpo do indivíduo como em tudo ao seu redor, a tais conhecimentos não são dados tanta importância na hora da tomada de decisão. Um dos possíveis motivos é que esses conhecimentos, quando foram aprendidos na escola foram abordados sem relação com questões

sociais, nem ambientais, e nem com o cotidiano direto do educando.

A abordagem CTS de ensino se diferencia por abordar a temática social-política de problemáticas cotidianas da comunidade. No próximo tópico explicaremos o conceito de abordagem CTS e seus objetivos.

## **CTSA**

O CTSA é um acrônimo das palavras Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, que exprime um conceito amplo, unindo diversos fatores. A inter-relação dinâmica sobre a forma de pensar, produzir, utilizar e ensinar conhecimentos científicos e tecnológicos, juntamente com as práticas de uso das tecnologias, relacionando-se com as complexidades das inter-relações da sociedade, levando em consideração as influências, consequências e responsabilidades ambientais, consiste o objeto de estudo do CTSA.

O avanço científico e tecnológico no século XX, trouxe consigo ideias oriundas de um período de inovação científica (século XVI a século XVIII). Tornou-se popular para uma boa parte da sociedade a visão da ciência de uma forma mais elitista e socialmente neutra, detentora da missão de explicar todas as coisas e resolver todos os problemas, e sempre linearmente tendo progresso em tal ação (HEILBRON 2003, 741-743).

No entanto, no período pós-segunda guerra mundial, houve uma abundância de casos de desastres ambientais e surgimento de novas enfermidades, além de novas problemáticas socioambientais diretamente ligadas aos avanços

científicos e tecnológicos. A destruição em massa causada por bombas atômicas e armas químicas, a contaminação de pessoas e animais através de um desenfreado uso de pesticidas, os vazamentos de petróleo e outros tipos de poluentes industriais, seguido de um considerável aumento no registro histórico de doenças como câncer e enfermidades ligadas à contaminação radioativa, dentre outros tipos de enfermidades, por certo se interconectam com efeitos em um somatório errôneo de fenômenos de produção, uso e descarte de materiais em ambientes impróprios. Tais usos desenfreados, onde veem-se todos sob a ótica de outros fenômenos, não mais que sintomas, aparecem como exíguas tentativas de um avanço científico mecanicista, ao não entender a ciência como um modo de erradicar problemas de cunho social e ambiental. Ademais, a ciência e a tecnologia tinham dado início a uma série de problemas e, além disso, se mostravam ineficientes para resolver problemas de cunho social como a fome em diversos povos, falta de moradia, desemprego etc. Todas essas problemáticas em questão geraram movimentos sociais que resultaram em CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), e posteriormente, CTSA (GIL PÉREZ; VILCHHES; 2005).

O estudo de Bazzo *et al.* (2003), refere-se à abordagem CTS como um campo de atuação que evolui abrangendo tanto políticas públicas, como as pesquisas acadêmicas na área das tecnologias, ciências e educação. Os autores citam duas linhas de estudo em CTS e CTSA, a americana e a europeia. Embora ambas discorram sobre os mesmos temas, a ênfase da tradição europeia é o afastamento da visão distorcida elitista e tradicional da ciência e da tecnologia. Já a tradição americana enfatiza as consequências sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico.

Por este motivo, dependendo do elo da literatura estudada com essas respectivas linhas de estudo, utiliza-se CTS ou CTSA. Como o fator ambiente terá uma importância significativa para essa pesquisa, usaremos a sigla CTSA.

No campo educacional, é importante compreender que o CTSA não é uma metodologia pedagógica, nem uma fórmula didática. A abordagem de ensino do CTSA é um processo de ensino-aprendizagem que segue a orientação dos ideais de um movimento social, que enxerga a ciência não mais como a entidade que retém todas as respostas das problemáticas humanas, mas classifica a ciência e a produção, bem como seu uso tecnológico, como algo que pode influenciar e ser influenciado pela sociedade (SANTOS, 2002).

A abordagem CTSA se relaciona com uma formação cidadã do estudante. O aluno que aprende o conteúdo de ciências através dessa abordagem desenvolve um senso crítico sobre as problemáticas sociais e ambientais que se relacionam com os conceitos científicos, usos e produções de tecnologias. O aluno, com o aprendizado baseado na perspectiva CTSA, entende que a ciência não é neutra, e que o conhecimento, quando colocado em prática, deve ser feito com responsabilidade.

É comum em salas de aulas a ciência ser apresentada como uma área de conhecimento a ser dominada, memorizada, compreendida e ocasionalmente aplicada ao mundo real. Estudos mostram que existe um quantitativo insuficiente de ações para transmitir aos alunos que a ciência é uma atividade humana, social e carregada de valores e convenções, encontrados em determinado contexto, época e cultura (PEDRETTI, 2006; AULER; DELIZOICOV, 2006).

Os estudantes se beneficiam do ensino CTSA quando este é realizado com uma orientação clara, contextualizada, que articule com elementos significativos da vida e experiência do estudante, integrando os conhecimentos tecnológicos e científicos à questões sociais da comunidade local e, posteriormente, ampliando para questões universais, com variados níveis de compreensão do ambiente a rigor da égide de uma responsabilidade cidadã, com a consciência crítica sobre toda e qualquer complexidade das múltiplas relações entre a sociedade e o ambiente (FERNANDES; PIRES, 2013; OSBORNE, 2011; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2012).

Medina e Sanmartin (1990), descrevem alguns objetivos do enfoque CTS no contexto educacional. São eles:

1 – Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, sobre as quais se deve constantemente refletir. Sua legitimação deve ser feita por meio do sistema educativo, pois só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade.

2 – Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático – assim como sua distribuição social entre ‘os que pensam’ e ‘os que executam’ – que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio, que diferencia a educação geral da vocacional.

3 – Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação.

4 – Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica.

O primeiro objetivo apontado por Medina e Sanmartin (1990) mostra a importância de repetidas vezes reavaliar as maneiras de se compreender, analisar e agir sobre a natureza. Essa fenomenologia do pensar atua em ações que devem ser feitas no ambiente educacional institucional de forma a ter legitimidade. Contudo, essa reavaliação proposta deve focar-se em uma perspectiva que amplie a compreensão da ciência para além de uma visão determinista e tecnicista, isto é, uma forma de enxergar a ciência que inclua problemáticas sociais e ambientais, cuja analogia promova uma reflexão que contraponha a ideia da neutralidade e superioridade científica -, e senão por um recorte, ao menos por seu conjunto de fatores corretamente definidos, se lhe rompa com a visão tradicionalista. Esta deve aparar-se na ampliação de conteúdos díspares para compreender as complexidades plurais entre as relações sociais existentes, os saberes científicos e as tecnologias. Sendo assim, estudar ou avaliar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza inclui confrontar as formas de ensino que reproduzem uma visão unidimensional do saber científico reducionista.

O segundo objetivo do enfoque CTS citado por Medina e Sanmartin (1990) consiste em uma análise crítica sobre a visão tradicional das paredes abstratas que separam o conteúdo prático-teórico desenvolvido e o seu uso no cotidiano das sociedades entremeadas de alguma tecnologia.

Educadores que planejam usar a abordagem CTS não devem reproduzir a ideia de uma sociedade empresa, onde cada indivíduo possui uma função única. Alguns com a função “pensar” e “desenvolver” ciência e tecnologias, outras com a função de utilizar tais tecnologias no trabalho e na vida cotidiana. Logo, uma pormenorizada reflexão sob tal

prisma científico é amalgamar diferentes inter-relações sob um olhar espacial que enxergue a ciência e a tecnologia como objetos experienciáveis em um status interacional, a partir do qual 'organismo' e 'meio' correspondam aos postulados da própria dualidade entre práxis de aquisição do conhecimento e a técnica aplicada às diferentes sociedades, onde o próprio pensar (como ato) reflita um viés da teoria da ciência das tecnologias. Ao abordar CTS, o professor deve ter como um dos objetivos produzir o desenvolvimento de uma análise, algo que aponte o poder transformador de cada indivíduo, de grupos sociais e da sociedade sobre a ciência e tecnologia.

O terceiro objetivo de Medina e Sanmartin (1990) trata de um combate, um confronto, contra uma ideologia de conhecimento segmentado.

A separação do conteúdo a ser estudado nas disciplinas escolares tem causado efeitos diversamente danosos para a educação. Mesmo no contexto individual da disciplina específica, o conhecimento é separado em conteúdos relativamente herméticos, principalmente por serem apresentados de forma desconexa e desvinculada. A fragmentação do conhecimento a ser ensinado provoca uma perda de significância dos conteúdos para os alunos, que reagem com repúdio e negação a determinados saberes. A partir deste, demonstram os discentes uma inabilidade de visualizar as inter-relações dos múltiplos saberes entre os conteúdos estudados e a vida cotidiana (GERHARD, 2012).

As formas de pensamento, os processos intelectivos indispensáveis à compreensão da realidade natural e social para além das aparências, são processos que não se desenvolvem nos indivíduos, se estes não se apropriarem do conhecimento em suas formas mais desenvolvidas (MARTINS, 2011).

Para lutar contra a segmentação do conhecimento, é necessária sua apropriação em sua forma totalitária. Esse processo de acomodação metodológica inclui a visão não segmentada do objeto cognoscível, o que implica uma visão ampla, levando em consideração as diferentes áreas de ensino e os diferentes campos das ciências ao se correlacionarem de forma multidisciplinar com as ações e consequências cotidianas, políticas, sociais e civilizatórias dos sujeitos em níveis individuais e coletivos.

A interdisciplinaridade das ciências exatas com as ciências humanas, sendo avaliadas de forma histórica, filosófica e social, é uma ferramenta que pode ser usada para o exercício da abordagem CTS. Expende as transformações da sociedade ocorridas na história e suas inter-relações de mão dupla com as tecnologias e ciência podem ajudar o aluno a ter uma visão mais ampla sobre as consequências e responsabilidades das ações de cada indivíduo ou grupo social, sejam tais ações transformadoras ou não.

O quarto objetivo da perspectiva CTS no contexto educacional, segundo Medina e Sanmartin (1990), é a democratização do ensino científico e tecnológico em um nível em que ela, além de se expandir, inclua os saberes aprendidos no cotidiano das comunidades de uma maneira crítica.

A democratização do ensino está ligada a diversos fatores, entre eles as políticas públicas, os hábitos culturais, o acesso da população a tecnologias de informação e a eficácia da divulgação de conhecimento científico.

O processo em que um indivíduo possa identificar as problemáticas ligadas ao entendimento superficial do conhecimento científico, ao uso das tecnologias sem responsabilidade social e aos próprios conflitos sociais que a comunidade possa vivenciar está ligado à pesquisa.

A pesquisa investiga o mundo em que o homem vive e o próprio homem. Para esta atividade, o investigador recorre à observação e à reflexão que faz sobre os problemas que enfrenta, e à experiência passada e atual dos homens na solução destes problemas, a fim de munir-se dos instrumentos mais adequados à sua ação e intervir no seu mundo para construí-lo adequado à sua vida (CHIZZOTI, 2005, p.11).

Para que se consolide o processo de ensino-aprendizagem com enfoque CTS é importante que o estudante seja incentivado à pesquisa. O objetivo deve ser a construção de um senso crítico fundamentado na ciência, onde o aluno seja capaz de argumentar usando um embasamento teórico científico, levando em conta as consequências sociais e ambientais que tais fundamentos podem acarretar.

A pesquisa realizada na escola deve trabalhar não somente o aprender dos conteúdos, mas sua divulgação, o que se relaciona diretamente com as tecnologias e com as relações sociais do mundo digital. A abordagem CTS pode ser usada como base para criar estratégias de divulgação do conhecimento aprendido para toda comunidade, fazendo-a inserir-se no papel de apropriação do conhecimento para melhorar a compreensão da realidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bibliografia analisada neste artigo demonstra como o processo de implantação da abordagem CTS no ensino de ciências está relacionada ao cumprimento de objetivos amplos e significativamente ligados as mudanças de padrões da forma de pensar, fazer, ensinar e compreender ciências. A abordagem CTS está ligada ao desenvolvimento da cri-

ticidade na conscientização civil, social e política no uso e desenvolvimento das tecnologias e dos saberes científicos.

Na opinião dos autores desse artigo, se um quantitativo expressivo da população tivesse acesso ao ensino CTS, teríamos o conhecimento científico sendo levado em conta de forma mais ativa das tomadas de decisões dos indivíduos, o que poderia nos dar maiores condições de enfrentamento de problemáticas, inclusive as amplas e complexas e multifacetadas como a da pandemia da covid-19.

## REFERÊNCIAS

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências**, isso Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 5, núm. 2, Espanha, 2006.

BAZZO et al. **Introdução aos estudos CTS**. Cadernos de Ibero-América, ed. OEI, n. 1, 172 p., 2003.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**, 5. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.

DANTAS, W.M.; Rocha, D. J. R. **COVID-19 E CORRIDA VACINAL: POR QUE A PRESSA?** Revista interfaces v 8 n 3 – 2020

FARIAS, H. S. F. **O avanço da Covid-19 e o isolamento social como estratégia para redução da vulnerabilidade, Espaço e Economia** [Online], 2020.

FERNÁNDEZ, I. **Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación**. Tesis (Doctotal) – Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universidad de Valencia. Valencia, 2000.

FÓRUM DE SEGURANÇA. **Sinal Vermelho: CNJ lança campanha de ajuda a vítimas de violência doméstica na pandemia de COVID-19**. Edição 3. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/reenche/>. Acesso em 05 de Outubro de 2020.

GERHARD, A. C.; ROCHA FILHO, J. B. **A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 125-145, 2012.

GUILBERT, L. y MELOCHE, D. **L'idée de reench chez des enseignants isso formation:** isso lieu entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions? Didaskalia, 2, pp. 7- 30, 1993.

IANONI, M. **Três crises: sanitária, econômica e política.** In: AUGUSTO, C. B.; SANTOS, R. D. (Orgs.). Pandemias e pandemônio no Brasil. São Paulo: Tirant lo Blanch, 2020. P. 111-119.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. **Perspectivas atuais ciência-tecnologia-sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência.** In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

MANASSERO, M.A., Vázquez, A. e J.A. Acevedo. **Avaluació dels Temes de Ciència, Tecnologia i Societat.** Illes Balears: Govern e Conselleria d'Educació i Cultura, 2001.

MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. **Ciencia, Tecnología y Sociedad:** estudios interdisciplinares isso la universidad, isso la educación y isso la gestión pública. Barcelona: Anthropos, p. 114 – 121, 1990.

ORNELL, E.; Schuch, J. B.; Sordi, A. O.; Kessler, F. H. P. **Pandemia de medo e COVID-19: impacto na saúde mental e possíveis estratégias.** Revista Debates in Psychiatry No prelo 2020. [acessado 2020 Abr 14]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/noticias/arquivos/pandemia-de-medo-e-covid-19-impacto-na-saude-mental-e-possiveis-estrategias>

OLIVEIRA, F. L. **Educação transformada em EAD durante a pandemia: quem está por trás dessa ação?** In: AUGUSTO, C. B.; SANTOS, R. D. (Orgs.). Pandemias e pandemônio no Brasil. São Paulo: Tirant lo Blanch, 2020. P. 247-260.

PENIN, Sônia T. S.; VIEIRA, Sofia. L. **Refletindo sobre a função social da escola.** In: VIEIRA, Sofia Lerche (Org.). Gestão da escola – desafios a enfrentar. Rio de Janeiro: DP&A, p. 13 a 43, 2002.

PORSSE, A. A., Souza, K.B., Carvalho, T.S., Vale, V.A. **Impactos Econômicos do COVID-19 no Brasil.** Nota Técnica NEDUR-UFPR No 01-2020 Curitiba: Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional (NEDUR) da Universidade Federal do Paraná; Abril/2020.

PRETTO, N. De L.; BONILLA, M. H. S.; SENA, I. P. F. de S. (Org.). **Educação em tempos de pandemia: reflexões sobre as implicações do isolamento físico imposto pela COVID-19.** Salvador: Edição do autor, 2020.

SANTOS, W. L. P.; MORTINER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação**

**brasileira.** Número 2. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 02. Dezembro, 2002.

VIEIRA, R. M. **Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico para uma educação em Ciências com orientação CTS/PC.** Tese de Doutorado em Didática – Universidade de Aveiro, Portugal. 2003.

World Health Organization (WHO). **Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report**, Geneva: WHO; 2020. [acessado 2020 DEZ 01]. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>

ZEIDLER, D. L. et al. **Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education.** Published online, p. 357-377, 2005.

## CAPÍTULO 6.

### O ENSINO DE QUÍMICA EM CURSOS DE ENSINO TÉCNICO NOS INSTITUTOS FEDERAIS BRASILEIROS

*Valdiana Gomes Cavalcante  
Caroline de Goes Sampaio  
Maria Cleide da Silva Barroso*

#### RESUMO

Os cursos técnicos integrados ao Ensino Médio têm uma perspectiva de unir a qualificação profissional à construção crítica cidadã; assim, é necessário que o currículo esteja engajado com os conhecimentos profissionais e os conhecimentos básicos do ensino médio. Visto que há uma dificuldade no ensino aprendizagem de química nessa modalidade, o trabalho realizou levantamento bibliográfico na plataforma Capes, analisando os artigos dos últimos 10 anos relacionados com os descritores “ensino de química” e “curso técnico integrado”, onde pode-se perceber as metodologias utilizadas pelos professores e assim identificar as reais dificuldades dos alunos em química.

*Palavras-chave:* Ensino de química, Ensino técnico, Metodologias de ensino.

## 1. INTRODUÇÃO

Os cursos técnicos integrados ao Ensino Médio estão engajados na proposta da Educação Profissional, e são ofertados principalmente pelos Institutos Federais (IFs). Esses cursos têm o objetivo central de capacitar profissionais para o mercado de trabalho, além de desenvolver a construção crítica do cidadão (PACHECO, 2011). Sabendo disso, é imprescindível que o currículo tanto das bases comuns quanto das áreas específicas do curso estejam cada vez mais relacionadas, pois é preciso que o aluno entenda o porquê de estar estudando determinado conteúdo e qual a influência disto na sua vivência profissional.

A disciplina de química está presente na base comum do currículo do ensino médio, ou seja, é necessário que todos os estudantes saibam os conceitos fundamentais da química, pois, de acordo com as orientações curriculares para o ensino médio (2008) as Ciências da Natureza permitem a compreensão dos fenômenos que ocorrem na natureza e as diversas transformações, além das ações humanas e as interações sociais. Assim, o conjunto de conhecimentos científicos propõe o desenvolvimento de habilidades para a investigação da natureza e da interação entre a ciência e tecnologia e os efeitos destes na natureza.

Apesar dessa importância, existe certa rejeição quanto à disciplina de química por parte dos alunos, pois muitos a veem como algo complicado de entender, outros não conseguem conectar os conceitos químicos em seu dia a dia, e é nessa perspectiva que entra a preocupação de saber como estão sendo ministradas as aulas dessa disciplina, saber quais são as metodologias que estão sendo utilizadas e quais as formas para esclarecer melhor tal conteúdo.

Deste modo, saber sobre as possíveis impressões dos estudantes em relação as aulas de química dentro da abordagem dos seus respectivos cursos é de suma importância para se avançar na adequação do processo de ensino-aprendizagem em prol da construção de profissionais cada vez mais qualificados (MIRANDA; COSTA, 2007). E, é nessa perspectiva que este trabalho está baseado: estudar e analisar a construção desse conhecimento através das metodologias utilizadas, além de verificar a importância das estratégias interativas de ensino através das perspectivas dos estudantes.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 O ensino profissionalizante e a perspectiva dos cursos técnicos integrados segundo a LDB – 96.**

No contexto da elaboração da LDB – 96 e da reorganização do sistema educacional brasileiro, é necessário enfatizar que a qualificação profissional é indispensável para o desenvolvimento da nação quanto à realização das políticas públicas, pois agrega valores ao trabalhador e seu serviço, aumenta as chances de estar bem posicionado no mercado de trabalho e amplia as oportunidades de gerar renda, aumenta a competitividade empresarial e melhora as competências e habilidades do trabalhador (BRASIL, 1999).

Segundo Grabowski (2007), o desenvolvimento melhora a qualidade de vida da sociedade de modo geral, reduz os índices de desigualdade social, intelectual, o nível de opressão e exclusão. Neste mesmo pensamento, Romero (1994)

afirma que a revolução técnico-científica e as exigências do capitalismo, em busca do desenvolvimento, propõem à sociedade mudanças constantes nas relações entre educação e trabalho.

Na nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB 9349/96), a principal mudança foi a divisão da educação em dois níveis, a educação básica - englobando o ensino fundamental com duração de nove anos e o ensino médio com duração de três anos-, e a educação superior. Nesta lei, a educação profissional é tratada de forma separada e não é caracterizada dentro da estrutura regular de ensino, onde “a educação profissional será desenvolvida em articulação com o ensino regular ou por *diferentes estratégias de educação continuada, em instituições especializadas ou no ambiente de trabalho*” (MEC, LDB/1996, grifo nosso). Ou seja, a educação profissional não está somente vinculada a uma instituição de ensino, mas poderá também ser ofertada por empresas que desejam qualificar seus trabalhadores (FRIGOTTO, 2001).

A profissionalização poderá ocorrer no ensino médio, segundo o artigo 36 da LDB 9394/96, desenvolvendo a autonomia intelectual e o pensamento crítico em conjunto com os conceitos técnicos e científicos; a nova lei proporciona o desenvolvimento de habilidades e técnicas, mas também prepara para a vida social, sendo associada a uma sólida educação básica e adequada às tendências da produtividade capitalista. Nessa vertente, pode-se afirmar que ressurgiu a dicotomia entre a educação propedêutica e a profissional (VIAMONTE, 2011, p.38).

O decreto nº 5.154/04 trouxe a possibilidade de uma nova integração do ensino médio à profissionalização, entretanto abordando uma concepção diferente da Lei nº 5.692/71. O decreto de 2004, além das formas concomitante

e subsequente, aborda também a forma integrada profissionalizante, possibilitando a integração com o ensino médio. Sendo assim, conforme o artigo 4 do mesmo decreto, a educação profissional dar-se-ia:

I – integrada, oferecida somente a quem já tenha concluído o ensino fundamental, sendo o curso planejado de modo a conduzir o aluno à habilitação profissional técnica de nível médio, na mesma instituição de ensino, contando com matrícula única para cada aluno;

II – Concomitante, oferecida somente a quem já tenha concluído o ensino fundamental ou esteja cursando o ensino médio, na qual a complementaridade entre a educação profissional técnica de nível médio e o ensino médio pressupõe a existência de matrículas distintas para cada curso [...];

III – subsequente, oferecida somente a quem já tenha concluído o ensino médio (BRASIL, 2004).

Essa nova modalidade teve como objetivo favorecer a classe trabalhadora, visto que a desigualdade econômica obriga muitas pessoas irem à procura de ingressar no mercado de trabalho antes da maioria (MOURA, 2007). Desse modo,

deve fundamentar-se a articulação entre o ensino médio – responsável pela formação geral capaz de contribuir para a compreensão da realidade e o ensino profissionalizante – que garante ao educando o sentido de força produtiva a partir da compreensão do conhecimento científico transformado em práticas, técnicas e procedimentos que possibilitarão uma atuação consciente, crítica e dinâmica na economia da sociedade (VIAMONTE, 2011, p.46).

É necessário enfatizar que existe um vínculo entre educação e produção profissional, e é nesse contexto que a profissionalização no ensino médio se insere, atendendo à demanda de qualificação, produção de valores, competências e a busca pela melhoria das habilidades do indivíduo, promovendo também a construção de características exi-

gidas pelas empresas no mercado de trabalho. Além da busca pela teoria, precisa-se exercer a prática, assim, compreendendo o conhecimento científico e aplicando esse no âmbito profissional e social. Entretanto, “é preciso pensar que os avanços culturais, das técnicas, das ciências e das tecnologias vêm exigindo novas estruturas para a educação profissional, tornando-a mais próxima e integrada à educação básica” (VIAMONTE, 2011, p. 47).

## **2.2 O Ensino de Química nos Cursos Técnicos Integrados**

Pode-se afirmar que o ensino de química contribui para a formação do intelecto do indivíduo, ampliando sua autonomia e ajudando-o na prática cidadã, além de melhorar a interpretação do cotidiano, possibilitando a percepção das mais diversas situações que colaboram para a qualidade de vida, assim, para o ensino técnico, esses conhecimentos são essenciais, visto que serão possivelmente utilizados na prática através de técnicas e procedimentos específicos (MEDEIROS, 2014).

Entretanto, muitos alunos possuem dificuldades de compreensão da química, pois na maioria das aulas ministradas no ensino médio, os professores utilizam bastante a memorização de conceitos científicos e dificultam o ensino através de nomenclaturas difíceis de compreensão, onde o objetivo do processo de ensino se torna a aprovação no vestibular (SOUZA; SILVA, 2018). Além disso, os discentes também observam a falta de atividades lúdicas e metodologias alternativas que relacionem a teoria com a prática, proporcionando o desinteresse dos alunos (SOARES; SANTOS, 2018).

Mas, no caso do ensino técnico integrado, além dos conhecimentos essenciais no nível médio, existe também a preocupação com a formação profissional. Assim como retratam Silva e Rizzatti (2018, p.181),

É preciso salientar, que existe a preocupação dos educadores de como fazer essa conexão dos conteúdos aprendidos no ensino médio (base nacional comum) com a formação profissional (educação técnica), de maneira que realmente ocorra a integração, ou seja, o curso não é somente área profissional, e sim, um curso integrado. Na área das ciências exatas, por exemplo, é muito importante a integração entre as disciplinas básicas (Física, Química, Matemática, etc) e as disciplinas da área técnica, visto que estão diretamente relacionadas com o perfil do curso, mas as disciplinas da base comum também faz parte da matriz curricular do curso, sendo obrigatórias a sua oferta ao longo do curso.

Dentro de todos os conhecimentos acima citados para se alcançar uma boa formação exigida pela educação profissional, é importante que a aprendizagem da química aconteça de forma agradável através da aplicação de metodologias alternativas e dinâmicas, saindo um pouco do ensino tradicional. Deste modo, facilitaria o processo de ensino-aprendizagem, estimulando a absorção do conhecimento e trabalhando com as experiências vividas pelos alunos dentro do próprio curso técnico, buscando a interação entre os mesmos e a prática da sua futura profissão (MIRANDA; COSTA, 2007).

Existem diversas propostas pedagógicas que possibilitam a saída do ensino tradicional e trazem novas perspectivas para a sala de aula, tornando a aula mais atrativa, como o uso da experimentação, dinâmicas e interações entre os alunos, atividades lúdicas, como jogos pedagógicos, interdisciplinaridade, a própria articulação com a CTS, enfim, metodologias que instiguem o trabalho em grupo,

criatividade e construção crítica dos alunos, são algumas ferramentas essenciais no ensino (MEDEIROS, 2014).

Essa alfabetização científica promovida pelo ensino da química é necessária, independentemente da temática do curso técnico que o aluno tenha ingressado. Esta alfabetização permite visualizar e investigar os problemas sociais através de uma interpretação articulada entre o mundo natural e as transformações ocorridas pela ação humana devido às contribuições da ciência e da tecnologia, além de possibilitar a compreensão crítica dos fenômenos sociais e a participação efetiva, democrática e consciente nos processos decisórios dentro do âmbito profissional e social (CAJAS, 2001; CHASSOT, 2006; MARCO-STIEFEL; 2001).

### 3. METODOLOGIA

Neste trabalho aplicamos o procedimento metodológico de revisão sistemática, sendo que Cordeiro *et al.* (2007) definem o processo como uma reunião de inúmeros estudos e posterior avaliação crítica, proporcionando o esclarecimento de pesquisas e produção científica em determinado assunto, viabilizando o estudo de tópicos que ainda não foram analisados.

Desse modo, baseado em Akobeng (2005), este trabalho buscou seguir as seguintes etapas: 1) delimitação da pesquisa a ser trabalhada; 2) escolha da base de dados; 3) escolha das palavras-chave para servir de busca dentro da plataforma de busca de dados; 4) delimitação do período a ser estudado; 5) busca e arquivamento dos dados apli-

cando os filtros necessários, como idioma; 6) seleção dos trabalhos de acordo com critérios de exclusão e inclusão segundo a perspectiva da pesquisa; 7) leitura e análise dos resultados; 8) interpretação dos resultados.

Nesta perspectiva, com o objetivo de analisar o ensino de química implementado dentro dos cursos técnicos integrados brasileiros. Fizemos um levantamento dos últimos 10 anos no banco *on-line* de periódicos da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (Capes), visando analisar quantitativamente as tendências das pesquisas sobre a temática na última década e quais os avanços da pesquisa no ramo da docência em química nos cursos técnicos. Assim, utilizamos dois descritores, “curso técnico integrado” e “ensino de química”. Além disso, a pesquisa foi limitada apenas aos periódicos nacionais, uma vez aplicado o filtro em português. Nessa busca foram encontrados 56 artigos na plataforma.

Para a aplicação do artigo dentro da pesquisa, foram utilizados alguns critérios: 1) ter características de artigo científico; 2) apresentar os descritores utilizados na busca em alguma parte do texto, principalmente no título, resumo ou metodologia; 3) abordar propostas metodológicas para o ensino de química dentro dos cursos técnicos, não importa qual curso seja.

Como critérios de exclusão, foram adotados os seguintes: 1) estudos diferenciados, como páginas da internet, estudos de revisão, ensaios; 2) estudos repetidos na plataforma; 3) estudos que não foram localizados para a leitura completa ou que o download foi impossibilitado; 4) estudos que não possuíam os descritores no texto; 5) estudos que não incluíssem os critérios de inclusão colocados acima.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com as buscas realizadas na plataforma Capes, utilizando os descritores “curso técnico integrado” e “ensino de química”, encontramos 56 artigos dos quais, após analisados individualmente, excluímos 50 artigos, pois encontravam-se desconexos com a pesquisa, apresentando temas distintos, tais como a prática docente, perspectivas dos alunos dentro dos cursos, perfil dos alunos, educação empreendedora, entre outros, ou seja, não atendiam aos critérios de inclusão apresentados na metodologia deste trabalho. Assim, apenas 6 artigos, como demonstrado na Tabela 1, foram considerados na proposta desta pesquisa, a partir do que podemos afirmar que essa área do ensino tem sido pouco explorada nas publicações científicas.

Tabela 1: Identificação dos dados coletados e suas temáticas.

ARTIGOS	REVISTA E ANO DA PUBLICAÇÃO	AUTORES E TÍTULO	TEMÁTICA
A1	Multi – Science Journal, 2018.	SOARES, J. M. C.; SANTOS, G.A. O Ensino de Química por meio de um projeto educativo intitulado: a identificação de compostos orgânicos nos medicamentos	Atividade proposta como requisito de uma disciplina de Estágio de licenciatura em Química, onde propôs uma construção de um projeto educativo através da aplicação de metodologias interativas como aulas contextualizadas e experimentação para os alunos do 3º Ensino Médio do Curso Técnico em Informática do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. O trabalho foi caracterizado como uma pesquisa quanti-qualitativa.

A2	Ciência & Cognição, 2010.	KRUGER, J. G.; LEITE, S. Q. M. O ensino de química no curso técnico integrado PROEJA em metalurgia e materiais (IFES <i>campus</i> Vitória): análise das percepções discentes.	O trabalho abordado teve uma abordagem qualitativa, onde teve foco nas percepções dos alunos do curso técnico integrado do PROEJA em metalurgia e materiais, no Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vitória, quanto a disciplina de Química, foram abordados e discutidos temas como: a importância dessa disciplina para o dia a dia, a presença dela na proposta curricular, metodologias utilizadas, dentre outros.
A3	Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, 2019.	FARIA, A.G.V.; CARDOSO, R.A.; GOUDOY, R.R. Ensino de Química no técnico de nível médio integrado em Informática: uma proposta de ensino contextualizado e interdisciplinar.	Análise qualitativa acerca das ações práticas pedagógicas e uso de propostas contextualizadas e interdisciplinares para o ensino de química no curso de informática técnico integrado de nível médio, no Instituto Federal do Mato Grosso do Sul.
A4	Ciência & Educação, 2013.	COSTA, L.S.O.; ECHEVERRÍA, A.R. Contribuições da teoria sócio-histórica para a pesquisa sobre a escolarização de jovens e adultos.	Envolve uma discussão sobre a contribuição sócio-histórica para os processos de aprendizagem, partindo de uma reflexão na disciplina de química do curso técnico de cozinha integrado ao Ensino Médio, no Instituto Federal de Goiás, onde nesse momento a temática seria a elaboração de uma proposta didática que envolvesse o cotidiano dos alunos, a vivência deles.

A5	HOLOS, 2010	SANTOS, M.S; AMARAL, C.L.C; MACIEL, M.D. Temas socio científicos (cerveja) em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS.	A temática se dá por volta do enfoque CTS como estratégia para o ensino de química, o uso de metodologias que utilizem de discussões sobre temas reais que fazem parte da vida do aluno, além disso o agregado de conhecimentos químicos dentro do currículo do ensino profissionalizante para a formação da cidadania.
A6	BOLEMA – Boletim de Educação Matemática, 2013.	MIRANDA, P.R.; GAZIRE, E.S. Interdisciplinaridade no PROEJA: uma proposta possível no caderno temático Saúde e Números.	A aplicação da interdisciplinaridade como proposta para o ensino de matemática PROEJA e sua correlação com química, abordando temas contextualizados, como saúde. Foi realizado uma investigação no curso técnico em Agente Comunitário de Saúde (ACS) no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Rio Pomba.

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração própria, 2020.

Conforme os dados apresentados na tabela, todos os artigos foram analisados individualmente e inclusos nessa pesquisa de acordo com a temática. Foi possível captar 6 artigos sobre o ensino de química, onde 3 artigos (A1, A3 e A6) abordavam a aplicação de metodologias diversas no processo de ensino-aprendizagem, como a contextualização, interdisciplinaridade, problematização e experimentação; 1 artigo (A2) concentrou-se nas discussões sobre as percepções dos alunos quanto à disciplina de química e sua importância; 1 artigo (A4) teve como ideia principal a elaboração de uma proposta pedagógica para o ensino de química que utilizasse teorias sócio-históricas como as de Vygotsky; 1 artigo (A5) buscou vislumbrar a abordagem da CTS no ensino de química.

Pode-se notar em todos os trabalhos analisados que assim como Miranda e Costa (2007) defendiam, os alunos compreendem mais a importância da química para a construção da cidadania quando há aulas com metodologias interativas e dinamizadas, saindo da pedagogia tradicional, pois, além de agregar valores aos conhecimentos adquiridos nos seus respectivos cursos, a troca mútua dos conhecimentos entre o professor e o aluno do curso profissionalizante de formas variadas permite a construção de um profissional cada vez mais capacitado.

É notório que a prática das inúmeras ferramentas metodológicas no ensino da química induz o aluno ao conhecimento, fixando os conceitos através de exemplos vivenciados em sua prática profissional ou em sua vida pessoal. Soares e Santos (2018) afirmaram que a experimentação aproxima a teoria da prática, tornando palpável aquele conhecimento, pois, além de aprimorar a capacidade de observação e a de manipulação, torna mais concreto o ponto de vista dos alunos sobre determinado conteúdo. No caso do trabalho analisado, a proposta foi estudar funções orgânicas baseado em medicamentos, algo bem flexível para que os alunos entendessem, e, ao final do estudo 100% dos alunos puderam compreender que os medicamentos são baseados em reações orgânicas.

Faria, Cardoso e Godoy (2019) abordaram na pesquisa a interdisciplinaridade e a contextualização dentro do curso técnico integrado de informática, utilizaram o contexto do curso e aplicaram essa abordagem em uma aula de química, onde o contexto foi direcionado para conteúdos de informática. Nessa perspectiva, dois professores, um de química e o outro de informática, aplicaram seus conteúdos, explicando os componentes de um computador

e demonstrando respectivamente os conceitos de forma interdisciplinar.

Desse modo, perceberam a eficácia da estratégia, caracterizando como uma aula dinamizada e interativa, despertando o interesse dos alunos, não abordando apenas um conteúdo isolado, mas um conjunto de conhecimentos. No entanto, os alunos mostraram surpresa, pois nunca tinham participado de aulas onde a abordagem seria diferenciada ao ponto de haver dois professores interagindo, tornando perceptível a falta de interações como estas nas disciplinas dos cursos técnicos.

Santos, Amaral e Maciel (2010) verificaram, através do enfoque CTS no ensino de química, que deste modo as discussões entre os alunos iam além dos conceitos de química. Explicaram na aula conceitos de físico-química, como pH, e durante a aula houve a contextualização desse conteúdo relacionando com a produção de cerveja; além disso também houve algumas experimentações envolvendo práticas de determinação de pH, poder redutor da cerveja (ITT), entretanto, as discussões e indagações não foram centradas apenas na química.

Eles também desenvolveram habilidades processuais e técnicas, usavam da tomada de decisão, enfatizavam a prática para chegar à teoria, buscavam implicações sociais, políticas, ambientais e econômicas dos problemas apresentados, lidavam com problemas verdadeiros nos seus contextos sociais (Santos, Amaral & Maciel, pág. 136, 2010).

Ou seja, o enfoque CTS permite não apenas o acúmulo de conhecimentos sobre determinada disciplina, mas abrange outros ramos de discussões da sociedade entre os alunos, como política, ambiente, economia e as respectivas consequências das tomadas de decisões dentro da socieda-

de. Dessa forma, pode-se perceber que a visão CTS envolve não somente a construção de um profissional qualificado no seu ramo, mas também o desenvolvimento do pensamento crítico dentro da sociedade, proporcionando aos cidadãos tomadas de decisões que melhore o cotidiano no âmbito social.

Em uma entrevista feita no trabalho realizado por Kruger e Leite (2010), 100% dos alunos do curso técnico integrado afirmaram que a química era uma disciplina importante para a construção do profissional na área, entretanto, 17% afirmaram que não gostavam da disciplina, apontando assim o desfalque no ensino da química. Além disso, 100% dos entrevistados também concordaram que o uso de metodologias diversificadas, como a experimentação e a contextualização, facilitava a compreensão dos conceitos, melhorando a abstração da teoria. Apesar do interesse dos alunos e a comprovação através das falas dos próprios alunos, 83% dos entrevistados afirmaram que nunca participaram de atividades/aulas que promovessem a interação entre os alunos e o professor, como filmes, aulas de campo, leitura de textos seguidos de debates.

Nesta perspectiva, pode-se analisar que os alunos entendem a importância da química no contexto social e profissional que eles fazem parte, compreendem a necessidade da química para a construção profissional permitindo a visão micro e a interpretação dos fenômenos que ocorrem na natureza e na sociedade. Os alunos percebem também que a química ajuda na construção de um pensamento crítico e consciente de um cidadão, entretanto, como citado acima, têm muita dificuldade nessa disciplina e muitos até não gostam, levando a entender os problemas que existem no processo de ensino-aprendizagem.

Na percepção dos alunos, esses problemas seriam amenizados com o uso de metodologias que promovessem a interação, saindo do tradicionalismo dos conceitos teóricos, e abrangendo mais a realidade vivida pelo aluno, e isso pode ser feito de diversas formas como já citado, a experimentação, promovendo o desenvolvimento de novas habilidades nos alunos; a interdisciplinaridade, permitindo que as disciplinas se relacionem, apesar de cada uma ter suas particularidades; a contextualização, trazendo o aluno para a sua realidade, e até mesmo o enfoque CTS, mostrando ao estudante o emprego daquele conhecimento dentro da Ciência e como ele é aplicado pela tecnologia para a melhoria ou não da sociedade na atualidade.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo visa avaliar e discutir as abordagens feitas no processo de ensino-aprendizagem de química dentro dos cursos técnicos integrados ao ensino médio nos Institutos Federais, e demonstrar, através de análise, quais as perspectivas dos alunos com as metodologias utilizadas e a importância do emprego das estratégias diferenciadas, como experimentação, interdisciplinaridade, contextualização, dentre outros.

Após a busca na base de dados, ficou evidente que há poucas pesquisas referentes ao ensino da química nos cursos técnicos integrados, pois de 56 artigos apenas 6 foram analisados e lidos na íntegra de acordo com os descritores selecionados, ou seja, é necessário que os docentes e pesquisadores na área estejam cada vez mais engajados em

pesquisas que proporcionem a melhoria do ensino dentro dos cursos técnicos integrados, visto que esses são portas para novos profissionais.

Além disso, durante a pesquisa, ficou evidente também a importância das metodologias diferenciadas no ensino de química, estratégias que se diferenciem da pedagogia tradicional. Pode-se notar o empenho dos estudantes nas atividades que envolviam a interação entre eles e os professores, a busca de soluções de problemas, manipulação de materiais, enfim, ficou perceptível o interesse dos alunos quando tais metodologias eram utilizadas, e, conseqüentemente, houve uma melhor absorção dos conteúdos ministrados.

É importante ressaltar que na abordagem dos autores, alguns alunos afirmaram a falta de aulas diferenciadas, o que cria o alerta para o público docente para que inovem em suas aulas a fim de melhorar sua prática e buscar o interesse dos alunos, construindo um processo dinâmico, atualizado, tornando o conhecimento mais concreto.

## REFERÊNCIAS

AKOBENG, Anthony Kwaku. **Understanding systematic reviews and meta-analysis**. Archives of Disease in Childhood, 2005, p. 845 - 848. [Online]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1720526/pdf/v090p00845.pdf>. Acesso em: 23 Mai. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Plano nacional de qualificação do trabalhador**: Educação profissional: um projeto para o desenvolvimento sustentado. Brasília - DF, 1999.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 1996

BRASIL. Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004. **Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional e dá outras providências.** Presidência da República, 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/Decreto/D5154.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/Decreto/D5154.htm)>. Acesso em: 24 mai 2020.

CAJAS, F. **Alfabetización científica y tecnológica:** la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. Enseñanza de las ciencias, Barcelona, v.19. n.2. p.243-254, 2001.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica:** questões e desafios para a educação. Ijuí: Ed. Unijuí, 4ª ed, 2006.

CORDEIRO, Alexander Magno et al. Grupo de Estudo de Revisão Sistemática do Rio de Janeiro. **Revisão sistemática:** uma revisão narrativa. Rev. Col. Bras. Cir., vol. 34, n. 6, 2007, p. 428 - 431. [Online]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rcbc/v34n6/11.pdf>. Acesso em: 23 Mai. 2020.

FARIA, Alexandre Geraldo Viana; CARDOSO, Rodrigo Andrade; GODOY, Rafael Rodrigues. **Ensino de química no técnico de nível médio integrado em informática:** uma proposta de ensino contextualizado e interdisciplinar. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S.l.], v. 2, n. 17, p. e7667, abr. 2019. ISSN 2447-1801. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/7667>>. Acesso em: 10 jun. 2020. doi:<https://doi.org/10.15628/rbept.2019.7667>.

FRIGOTTO, G. **Mudanças Societárias e as Questões Educacionais da Atualidade no Brasil.** Mimeo, 2001.

GRABOWSKI, G. Desenvolvimento Local e Regional & Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. In: BRASIL/MEC - **Ensino Médio Integrado à Educação Profissional:** Integrar para quê? Brasília: Secretaria de Educação Básica, p.67-84, 2007.

KRUGER, Joelma Goldner; LEITE, Sidnei Quezada Meireles. **O ensino de química no curso técnico integrado PROEJA em metalurgia e materiais (IFES campus Vitória): Análise das percepções discentes.** Ciências & Cognição v. 15, n. 1, p. 171-186, 2010. ISSN 1806 – 5821. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/issue/view/14> acesso em: 10 jun. 2020.

MARCO-STIEFEL, B. Alfabetización científica y enseñanza de las Ciencias. Estado de la cuestión. In: MEMBIELA, P. (org.). **Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad:** Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea, 2001.

MEDEIROS, C. E. **Uma proposta para o ensino de Química em busca da superação dos obstáculos epistemológicos**. 2014. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2014.

MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/ habilidades e posturas**. 2007. Disponível em: <http://www.ufpa.br/eduquim/formdoc.html>. Acesso em: 23 de mai. 2020.

MOURA, Dante Henrique. **Educação básica e educação profissional e tecnológica: dualidade histórica e perspectivas de integração**. Revista Holos, v. 2, Rio Grande do Norte, 2007.

ROMERO, C. C. **O Futuro da Sociedade do Trabalho e Propostas para a Educação**. Boletim Técnico do SENAC, n.20, set./dez. 1994.

SANTOS, Míriam Stassun; AMARAL, Carmem Lúcia Costa; MACIEL, Maria De Lourdes. **Temas sociocientíficos (cerveja) em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem cts**. Revista Holos, v. 4, p. 130-142, nov. 2010. ISSN 1807-1600. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/416/365>>. Acesso em: 10 jun. 2020. doi:<https://doi.org/10.15628/holos.2010.416>.

SILVA, E. G. DA; RIZZATTI, I. M. **Estudo sobre o projeto pedagógico do curso técnico em química integrado ao ensino médio do IFRO - campus calama**. REAMEC - rede amazônica de educação em ciências e matemática, v. 6, n. 1, p. 179-189, 2018. Disponível em: <https://dev.setec.ufmt.br/periodicos/index.php/reamec/article/view/6509/pdf> acesso em: 23 mai. 2020. Doi: <https://doi.org/10.26571/reamec.a2018.v6.n1.p179-189.i6509>

SOARES, Joceline Maria da Costa; SANTOS, Grazielle Alves dos; **O Ensino de Química por meio de um projeto educativo intitulado: a identificação de compostos orgânicos nos medicamentos**. Mult-Science Journal, V.1, N. 13, p. 15-19, 2018.

SOUZA, Thalles Pinto de; SILVA, Peterson Fernando Kepps da. **O Ensino de Química e Atividades Lúdicas: o que pensam os estudantes?** RELACult – Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade, V.04, ed. Especial, fev., 2018.

VIAMONTE, P. F.V.S. **Ensino profissionalizante e ensino médio: novas análises a partir da LDB 9394/96**. Revista Educação em Perspectiva, Viçosa – Minas Gerais, v. 2, n. 1, p. 28-57, jan./jun. 2011

## CAPÍTULO 7.

### O ENSINO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS: UM ESTADO DA QUESTÃO NO BRASIL

*Nágila Menezes Rocha*

*Ana Karine Portela Vasconcelos*

*Blanca Rodríguez Hernández*

#### RESUMO

O presente capítulo retratou uma pesquisa utilizando o método denominado Estado da Questão (EQ). Fez-se um levantamento de publicações no período de 2015 – 2020 relacionadas ao Ensino de Soluções Químicas. Esse conteúdo tem se destacado atualmente face à pandemia do coronavírus, que evidenciou a utilização do álcool 70%, que é uma solução que pode ser utilizada tanto para a higienização das mãos quanto para a limpeza de superfícies, minimizando assim a transmissão da covid-19. O objetivo central foi analisar as principais tendências pedagógicas apresentadas, bem como suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem. Através desse levantamento pode-se observar que a abordagem da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA) representam a maior parte dos trabalhos, revelando-se como principal tendência pedagógica, porém há um déficit de trabalhos relacionados aos outros recursos pedagógicos. Além disso, foi possível verificar que essas publicações se concentram principalmente na região Nordeste do Brasil. A partir desse estu-

do, sugere-se um aprofundamento de estudos futuros de outros recursos a serem utilizados no Ensino de Soluções Químicas, e que eles possam ser explorados nas demais regiões, contribuindo assim para a aprendizagem dos alunos e ampliando as opções de abordagem do conteúdo pelo professor em sala de aula.

*Palavras-chave:* Ensino; Soluções químicas; Tendências pedagógicas.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo da Química no Ensino Médio é considerado bastante complexo pela dificuldade da maioria dos estudantes em associar as representações macroscópicas e microscópicas dos conteúdos químicos com o fenômeno que está sendo apresentado (GIBIN; FERREIRA, 2013).

Essa dificuldade pode estar diretamente ligada à forma de como os conteúdos são abordados nas escolas, que muitas vezes priorizam a memorização de fórmulas e conceitos (PAZ *et al.*, 2010). De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a aprendizagem de Química deve estimular a participação dos alunos para que eles tenham um olhar amplo sobre as transformações no mundo e se entenda como participante do processo (BRASIL, 2000).

A partir disso, os professores devem estar atentos para que o ensino seja feito de maneira contextualizada, pois segundo Nunes e Adorni (2010), o distanciamento dos conteúdos com a sua realidade gera o desinteresse e a consequente dificuldade de aprendizado.

Alguns acontecimentos cotidianos podem colaborar para que o ensino de Química se torne mais efetivo e atrativo. A atual pandemia de covid-19 trouxe à tona uma grande demanda do álcool em gel 70%, que pode ser perfeitamente relacionado ao estudo de Soluções Químicas, em especial à Concentração de Soluções e ao processo de Diluição de Soluções.

Visto o destaque do assunto no cenário atual, é importante darmos um olhar especial à forma de como esse conteúdo está sendo abordado em sala de aula e o que está sendo feito para facilitar a aprendizagem desse conteúdo. Dentre os recursos pedagógicos destinados para esse fim, podemos destacar as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs); abordagens por meio da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA); atividades lúdicas e experimentação (BRASIL, 2013).

O presente relato tem por objetivo evidenciar as tendências pedagógicas mais atuais utilizadas para a abordagem do conteúdo de Soluções Químicas, bem como apresentar suas principais contribuições para o processo de ensino e aprendizagem.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. O Ensino de Química**

A aprendizagem da Química deve ter como objetivo estimular o aluno a compreender os processos químicos, bem como relacioná-los com suas aplicações tecnológicas, relacionando-os com suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2000).

Para que isso aconteça, é necessário favorecer o desenvolvimento científico e tecnológico do Ensino de Química, de modo a torná-lo mais significativo. Os avanços que acontecem no mundo contemporâneo não permitem mais que o Ensino Médio tenha como foco apenas a aprovação dos alunos nos diversos vestibulares, pois nem todos os estudantes possuem esse objetivo (SANTOS; MALDANER, 2010; BRASIL, 2006).

Para evitar o desinteresse pelos conteúdos de Química, é de extrema importância que ela seja nos seus três diferentes níveis de representação: macroscópico, submicroscópico e simbólico. O nível macroscópico se dá pela observação dos fenômenos. O submicroscópico envolve arranjos ou movimentos de átomos, moléculas ou partículas, já o simbólico expressa fórmulas, equações e estruturas (JOHNSTONE, 1993; WU *et al.*, 2001).

Essas representações simbólicas, como fórmulas e equações, podem promover o conhecimento químico, porém, para que ele seja feito de maneira efetiva, cabe ao professor relacionar essas simbologias com elementos representativos para os estudantes, promovendo a compreensão e a representação em escala microscópica e macroscópica (DAMASCENO; BRITO; WARTHA, 2008).

De acordo com Nutti (2002), a qualidade da aprendizagem em Química pode ser afetada pela diversidade de dificuldades relacionadas a fatores psicopedagógicos e/ou socioculturais. Diante disso, Trindade (2011) propõe o ensino através de situações-problemas desafiadoras, e que o estudante participe ativamente da construção do próprio conhecimento.

A metodologia utilizada pelo professor também é considerada um fator de grande relevância no processo de

ensino e aprendizagem de Química (DUARTE *et al.*, 2010). Diante disso, Martins (2014) destaca que a formação continuada é essencial e que o planejamento do professor é de fundamental importância para analisar as possibilidades de intervenção no processo de ensino.

Ao professor cabe a seleção dos conteúdos a serem abordados de modo a levar em consideração as individualidades dos estudantes, além de pensar nas melhores soluções metodológicas para que o ensino seja feito de maneira significativa (SANTOS *et al.*, 2013).

Apesar disso, o ensino de química ainda é considerado por pesquisadores como algo pouco efetivo, pois não incentiva a autonomia para a aprendizagem dos estudantes (CHASSOT, 2004). Isso vem sendo evidenciado nas inúmeras pesquisas e até mesmo nos objetos de estudos de mestrados e doutorados que comprovam que o ensino de Química não tem alcançado seus objetivos.

De acordo com Ribeiro e Mello (2010), faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias para que esse quadro seja revertido. Atualmente, no Ensino Médio, é importante entender que a Química faz parte da vida, e para que isso seja feito, é fundamental que haja uma relação entre os conteúdos apresentados e a vida cotidiana.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) recomendam que o ensino de Química seja feito de maneira holística, e o mais conectado possível com o cotidiano dos estudantes, de modo que eles consigam relacionar os conceitos com os fatos que os cercam, ao invés de decorar fórmulas, regras e símbolos que podem rapidamente serem esquecidos ao longo de sua vida escolar (BRASIL, 2002).

## 2.2. A Importância do Estudo de Soluções Químicas

As soluções químicas estão bastante presentes no cotidiano da sociedade como um todo. A maioria dos produtos industrializados que são diariamente consumidos se apresenta na forma de soluções, como é o caso de medicamentos, bebidas, o álcool etílico em suas várias apresentações, utilizadas para limpeza e desinfecção, chás e até mesmo para a preparação de um simples café (SARAIVA, 2017).

Diante dessa diversidade, é importante que sejam tomados os cuidados quanto ao seu manuseio, estoque e descarte para que não haja prejuízos aos seres vivos e ao meio ambiente (SANTOS, MOL, 2013).

De acordo com Maia (2008, p. 18), as soluções são definidas como “[...] misturas homogêneas nas quais um ou mais componentes se dissolvem em um outro”. O componente que se apresenta em menor quantidade e que se encontra dissolvido é chamado soluto, enquanto a espécie que se apresenta “[...] em maior quantidade e no mesmo estado de agregação da solução; e é o componente com capacidade de solver os demais” é chamado de solvente.

Pode-se admitir que o próprio conceito de Soluções Químicas, traz à tona ideias relativas à mistura, substância, ligações químicas, modelo corpuscular da matéria, interação química, entre outros que se relacionam à transformação da matéria (ECHEVERRIA,1993). Além disso, Saraiva (2017) destaca que esse conteúdo aborda conhecimentos prévios de matemática como as quatro operações básicas, unidades de medidas, regras de três, utilizadas em processos como dissolução, e concentração de solutos e solventes.

Dessa forma, o ensino de Soluções Químicas, de acordo com os PCNEM, tem suas competências e habilidades voltadas para o uso desse conhecimento na compreensão do complexo de produção industrial que interessa à sociedade (BRASIL, 2000).

No contexto atual, a pandemia, como acontecimento mundial, convoca a pesquisadores, científicos, professores e a todos as áreas do saber a contribuir com modelos explicativos que permitam compreender não só o significado da pandemia, especificamente a covid-19, além da contribuição com o cuidado, orientação e controle da propagação do vírus para preservação da saúde, manutenção da vida e desenvolvimento de habilidades especiais na toma de decisões, além do desenvolvimento do sentido crítico da cidadania em geral. Porém, o enfoque CTSA favorece os cenários de aprendizagem para compreender, a partir da ciência e da tecnologia, a proposta do uso de geles e álcoois em concentrações de 70%, convidando professores e estudantes a construir modelos explicativos a partir de referentes teóricos que permitam compreensões da ação de substâncias sobre o vírus, da mesma forma avaliar o que acontece quando se fala do tema nos meios de comunicação. A cidadania também responde ante a problemática, bem como o sector económico, que responde com a criação de substâncias alternativas até o estabelecimento de laboratórios. No mesmo sentido, os professores, como pesquisadores, devem favorecer o desenvolvimento da população para compreender e tomar decisões para a vida, por isto a importância da proposta.

Diante disso, destaca Niezer (2012) que a qualidade na compreensão dos estudos é influenciada diretamente pela metodologia que o professor utiliza tanto na sala de aula com em qualquer outra parte do ambiente escolar.

### 3. METODOLOGIA

O método de pesquisa escolhido para se alcançar o objetivo desta pesquisa é o EQ. Essa metodologia permite ao pesquisador elaborar um cuidadoso levantamento bibliográfico por meio de teses, dissertações e artigos acerca do tema ou objeto de estudo, proporcionando uma discussão elaborada sobre o que está sendo estudado (BARROS; DIAS, 2016).

De acordo com Nóbrega-Therrien e Therrien, o Estado da Questão tem por finalidade:

[...] levar o pesquisador a registrar, a partir de um rigoroso levantamento bibliográfico, como se encontra o tema ou o objeto de sua investigação no estado atual da ciência ao seu alcance. Trata-se do momento por excelência que resulta na definição do objeto específico da investigação, dos objetivos da pesquisa, em suma, da delimitação do problema específico de pesquisa (NOBREGA-THERRIEN; THERRIEN, 2010, p. 02).

Para realizar o Estado da Questão com o objetivo de identificar as tendências das investigações publicadas e suas considerações, realizou-se um recorte temporal dos anos de 2015 a 2020. Esse período foi escolhido com o objetivo de retratar o que há de mais atual no ensino de Soluções Químicas.

Os dados foram coletados na plataforma *Google Acadêmico*, no item pesquisa avançada. O levantamento das informações foi feito inicialmente com o intuito de buscar artigos e dissertações nacionais que abordassem como tema o Ensino de Soluções Químicas através dos descritores com a frase exata “soluções químicas” e com todas as palavras “ensino médio” na opção em qualquer lugar do artigo.

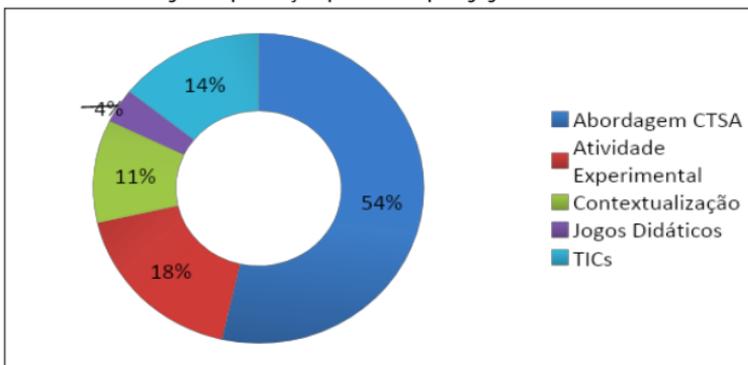
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Levantamento dos Estudos

A partir desses descritores, levantamos um total de 416 resultados, porém foi necessária uma busca ainda mais específica manualmente, selecionando assim um total de 28 publicações para a realização desta pesquisa. O conteúdo dessas publicações pode ser dividido em cinco grupos de recursos pedagógicos: Abordagem por meio da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA), Atividade Experimental, Contextualização, Jogos Didáticos e Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).

O gráfico abaixo mostra a porcentagem de publicações relacionadas a cada um desses grupos de recursos pedagógicos:

Gráfico 1 – Porcentagem de publicações por recursos pedagógicos



Fonte: Elaboração Própria (2020)

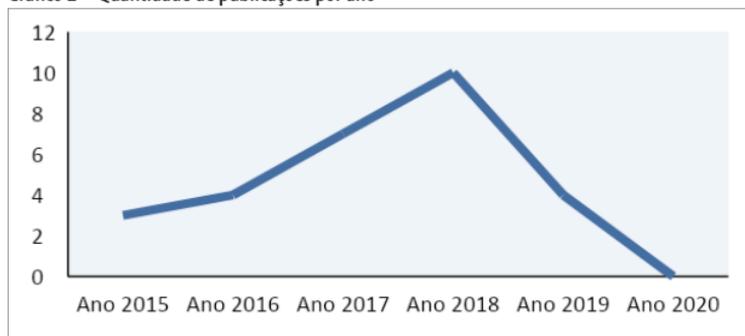
A partir desses dados é possível observar que nos últimos anos a maioria das publicações que envolvem o ensino de Soluções Químicas utiliza a abordagem CTS/CTSA

como estratégia facilitadora, seguida por atividades experimentais. Isso pode ter influência direta dos PCNEM que orientam que o ensino de Química deve ser feito de maneira a explicar os fenômenos que acontecem e aproximar o aluno do seu cotidiano (BRASIL,2002).

De acordo com Strieder (2012), propostas de ensino que envolvem discussões sobre interações Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) estão ganhando cada vez mais destaque na Educação Científica no Brasil, conseqüentemente têm crescido as pesquisas sobre esse tema.

Dentre os trabalhos avaliados, observou-se também a quantidade de publicações feitas durante o intervalo de tempo analisado na pesquisa. Pode-se perceber que entre os anos de 2015 a 2018 houve um aumento significativo de publicações relacionadas ao Ensino de Soluções Químicas, porém após isso houve uma grande redução do número de publicações até o momento em que o levantamento foi feito. O gráfico 2 abaixo mostra de forma detalhada a variação desses números.

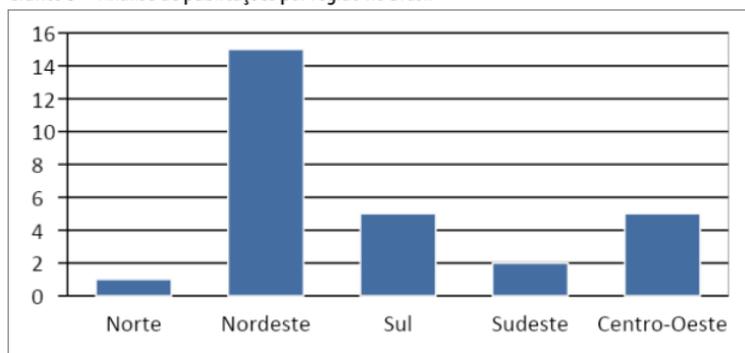
Gráfico 2 – Quantidade de publicações por ano



Fonte: Elaboração própria (2020)

Além disso, ao classificar essas publicações por regiões, percebe-se que o Nordeste apresenta um número bem maior de trabalhos publicados, seguido pela região Centro-Oeste. Isso mostra que há uma certa concentração de pesquisas nessas áreas.

Gráfico 3 – Análise de publicações por região no Brasil



Fonte: Elaboração Própria (2020)

## 4.2. As pesquisas levantadas e suas contribuições

Conforme anteriormente citado, foram escolhidas 28 publicações que se relacionam diretamente com a pesquisa. Para avaliar as suas contribuições, realizamos a leitura dos títulos, dos resumos e, quando necessário, de frações dos textos dos trabalhos levantados. A Tabela 1 abaixo mostra um pequeno resumo dos assuntos tratados nos trabalhos encontrados.

Tabela 1 - Síntese dos trabalhos encontrados no Brasil

Autor	Título	Objetivo	Ano
NIEZER, T. M. L. F; SILVEIRA, R. M. C. F; SAUER, E.	Ensino de soluções químicas por meio do enfoque ciência-tecnologia-sociedade	Desenvolver e analisar o ensino de Soluções Químicas no enfoque CTS contribuindo para a Alfabetização Científica e Tecnológica.	2016
OLIVEIRA, J. S; SOARES, M. H. F. B; VAZ, W. F.	Banco químico: um jogo de tabuleiro, cartas, dados, compras e vendas para o ensino do conceito de soluções.	Desenvolver um jogo atrativo para os alunos e de fácil elaboração.	2015
BRAGA, E.; JÚNIOR, A. S.; LIMA, V.; OLIVEIRA, C.	Simulações Virtuais: seu desempenho e suas contribuições no ensino e aprendizagem no conteúdo de Soluções	Reduzir as dificuldades de aprendizagem por meio de simulações.	2017
FERNANDES; OLIVEIRA; LACERDA; SILVA; SILVA; SANTOS; SOUZA	Contextualização do ensino de química com a temática saneante	Buscar uma metodologia eficaz do ensino de química por meio da contextualização e interdisciplinaridade.	2018
SARAIVA, F.A.	Concentração de Soluções no Ensino Médio: O uso de atividades experimentais para uma Aprendizagem Significativa	Investigar as contribuições de atividades experimentais para uma Aprendizagem Significativa a partir do conceito de Concentração de Soluções.	2017

Fonte: Elaboração própria (2020)

A maioria dos trabalhos encontrados tem como objetivo principal a investigação das contribuições desses recursos pedagógicos para a aprendizagem do conteúdo de Soluções Químicas, bem como desenvolver esses recursos para que eles possam auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, favorecendo assim alunos e professores.

Ao que se refere a Abordagens CTS/CTSA, as pesquisas puderam comprovar alguns benefícios da utilização desse recurso pedagógico que merecem ser destacados, como é o caso da Alfabetização Científica, o estímulo à iniciativa e tomada de decisões, participação cidadã, motivação, além de facilitar a compreensão do conteúdo e aproximar o aluno da disciplina.

Quanto ao uso das TICs, foi possível observar que as pesquisas mostram que elas são potencialmente benéficas, pois proporcionam uma dinâmica entre teoria e prática, são alternativa para mudanças nas práticas tradicionais, estimulam a interação com o conteúdo e podem suprir a falta de laboratórios, como é o caso dos Simuladores Virtuais e Aplicativos.

Já as metodologias ativas se mostraram, além de facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem, uma ferramenta que prepara o aluno para situações desafiadoras do seu dia a dia, proporcionando um maior equilíbrio e auxiliando na resolução de conflitos.

As atividades experimentais apresentaram resultados também bastante importantes, pois de acordo com as pesquisas, elas facilitam a aprendizagem, motivam os alunos, estimulam o caráter investigativo, a tomada de decisões e a aprendizagem colaborativa.

E a contextualização, por sua vez, se apresentou como um recurso que valoriza a participação ativa do aluno, que é uma ferramenta motivadora, pois relaciona fenômenos cotidianos com o conhecimento científico, fazendo assim com que se alcance uma aprendizagem significativa.

Da mesma forma, o enfoque CTSA é um dos mais utilizados para o ensino do tema. Porém, o contexto da pandemia apresenta temas emergentes como este, que convidam à articulação de outros saberes com o uso de controvérsias sociocientíficas que possibilitem aos estudantes o desenvolvimento de outras habilidades para a vida, tais como o pensamento crítico, tomada de decisões. O trabalho cooperativo e a interdisciplinaridade entre docentes e pesquisadores dos campos do saber, poderão gerar aprendizagens contextualizadas, promovendo a formação de cidadãos informados e partícipes dos acontecimentos da atualidade e no contexto social econômico e político em geral.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento dos estudos, foi possível observar que eles trouxeram bons resultados para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Soluções Químicas, favorecendo alunos e professores. Porém notou-se que apenas uma região se destacou na produção desses trabalhos, e que nos últimos dois anos houve uma queda dessa produção.

Além disso, observou-se também que há certa tendência de pesquisas para a abordagem CTS/ CTSA, o que nos faz refletir que isso surge como uma oportunidade para que outros recursos ainda possam ser melhor explorados nas diferentes regiões.

## REFERÊNCIAS

BARROS, C.M.P.; DIAS, Ana Maria Iorio. A formação pedagógica de docentes bacharéis na educação superior. **Revista Educação em Questão**, [S.L.], v. 54, n. 40, p. 42-74, 20 set. 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais -Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC/SENTEC, 2000.

CHASSOT, A. **Pra que(m) é útil o ensino?** 2. Ed. Canoas: Edulbra, 2004.

DAMASCENO, H. C., BRITO, M. S., WARTHA, E. J. As representações mentais e a simbologia Química. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008, Curitiba. **Anais do XIV ENEQ**. Curitiba: ENEQ, 2008. Disponível em: < <http://www.quimica.ufpr.br/reench/eneq2008/resumos/R0623-1.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

DUARTE, R. A. S.; FREITAS, M. Z. S.; OLIVEIRA, M. R. M.; SOUSA, A. A.O Ensino de Química: as dificuldades de aprendizagem dos alunos da rede estadual do município de Maracanaú-Ce. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 10, 29-31 jul. 2010. Natal, RN. **Anais eletrônicos...** Disponível em: < <http://www.abq.org.br/simpequi/2010/trabalhos/102-7700.htm> >. Acesso em: 15 abr. 2020.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.

JOHNSTONE, A.H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n 9, p. 701-704, 1993.

MAIA, D. **Práticas de química para engenharia**. Campinas –SP Editora Átomo, 2008.

MALDANER, O. A (Org.). **Ensino de Química em Foco**. 3. Editora Unijuí, 2010.

NIEZER, N. T. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)**, 2012. 139 f. Dissertação. Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, 2012.

NÓBREGA, S.; THERRIEN, J. **O estado da questão: sua compreensão na construção de trabalhos científicos: reflexões teórico- metodológicas**. Estudos em Avaliação Educacional, v. 15, n. 30, p. 5-16,jul./dez. 2004.

NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. O Ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga, BA: O olhar dos alunos. In: **Encontro Dialógico Transdisciplinar**-Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. Educação e conhecimento científico, 2010. Disponível em: < <http://www.uesb.br/recom/anais/reenche.php?pagina=02> > Acesso em: 20 abr. 2020.

NUTTI, J.Z. **Distúrbios, transtornos, dificuldades e problemas de aprendizagem: algumas definições e teorias explicativas**. São Carlos, SP, 2002.

PAZ, G. L.; PACHECO, H.F.; NETO; C. O. C.; CARVALHO, R. C. P. S. Dificuldades no Ensino: aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina In: SIMPÓSIO de PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 10, 1-3 dez. 2010. Teresina, PI. **Anais eletrônicos...** Disponível em: < <http://www.uespi.br/prop/siteantigo/XSIMPOSIO/reenche%20T/CCN.html>> Acesso em: 21 Abr. 2020.

RIBEIRO, M. T.; MELLO, I. C.; Ensino de química na educação básica –EJA: algumas dificuldades. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2010, **Brasília**. Anais .Brasília: EAP, 2010. 9p. Disponível em:<<http://www.xvencq2010.unb.br/resumos/R0323-2.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2020.

SANTOS, W. L. P. dos; MOL, G. de S. **Química Cidadã: Ensino Médio**. V. 2. 2ª série, 2. Ed. São Paulo: AJS, 2013.

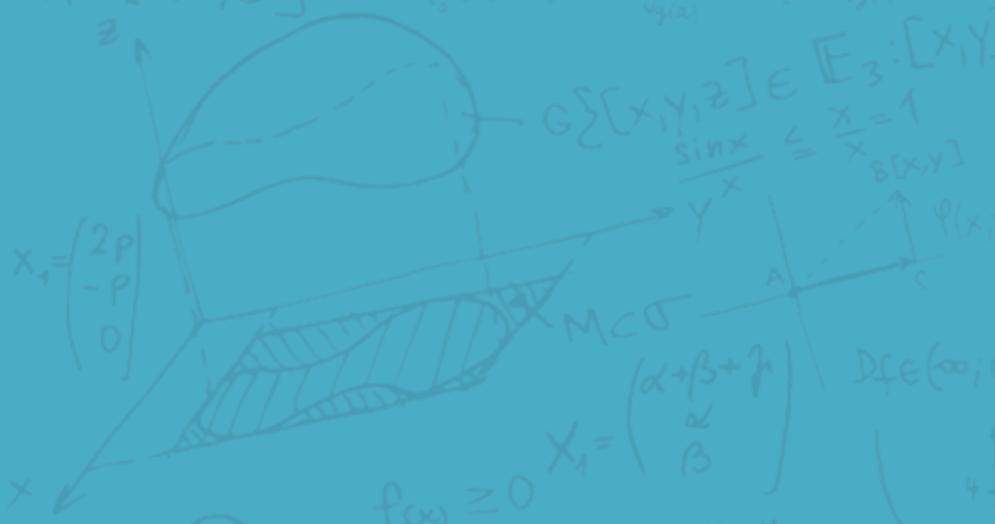
SARAIVA, F, A. **CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES NO ENSINO MÉDIO: O USO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGECM, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2017

SARAIVA, F.A.; VASCONCELOS, A.; LIMA, J.; SAMPAIO, Caroline. Atividade Experimental como Proposta de Formação de Aprendizagem Significativa no Tópico de Estudo de Soluções no Ensino Médio. **Revista Thema**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 194-208, 23 maio 2017. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense.

STRIEDER, R.B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

$$A = [1; 0; 3]$$

$$\int_a^b f(g(x)) g'(x) dx = \int_{g(a)}^{g(b)} f(t) dt = [F(t)]_{g(a)}^{g(b)}$$



$$X_1 = \begin{pmatrix} 2p \\ -p \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$f(x) \geq 0 \quad X_1 = \begin{pmatrix} \alpha + \beta + \gamma \\ \alpha \\ \beta \end{pmatrix}$$

$$b(f, D, V) = \|D\| =$$

## PARTE 2

# PESQUISA EM ENSINO DE MATEMÁTICA

$$x^2 + x^2 + y^3 + z^3 + xyz - 6 = 0 \quad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 0$$

$$R_0 = \frac{\sqrt{1000}}{3\sqrt{11}}$$



$$y' - \frac{y}{x+2} = 0; y(0) = 1$$

$$e^z - xyz = e; A[0, e; 1]$$



## CAPÍTULO 8.

### APP INVENTOR: UMA ANÁLISE DE SEU POTENCIAL PARA A APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA

*Francisco Ellivelton Barbosa*

*Juscileide Braga de Castro*

#### RESUMO

A linguagem de programação vem sendo utilizada de forma crescente no ambiente escolar, especialmente a programação em blocos. Para tanto, esta pesquisa utilizou o *App Inventor*, por trabalhar com blocos de códigos já definidos, e por ser uma opção para o desenvolvimento inicial da prática de programar. Considerando esta realidade, tem-se como objetivo analisar o potencial do *software App Inventor* como ferramenta de criação de aplicativos interativos para uso como recurso de aprendizagem para a Educação Básica. Assim, realizou-se uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo, com uma análise dos contextos técnicos e pedagógicos do *App Inventor*, apresentando suas principais funcionalidades e aplicações. Os resultados mostram que o *App Inventor* pode ser utilizado nas diferentes áreas, como na aprendizagem de Ciências Naturais e Biologia, mas ainda se concentra no ensino de programação, sendo pouco explorado na Educação Básica. As análises feitas ainda apontaram para o uso do *App Inventor* sendo empregado em oito das dez competências gerais da BNCC, o que impulsiona mais ainda a sua utilização em sala. Espera-se,

com esta produção, que pesquisas acerca do *App Inventor* no ambiente educacional ampliem mais as áreas do conhecimento, como a Matemática, e produzam mais estudos e materiais sobre a criação de aplicativos para *smartphone*, tendo em vista as contínuas mudanças do comportamento da sociedade tecnológica. Para estudos futuros, pretende-se explorar as potencialidades pedagógicas do *App Inventor* com estudantes da Educação Básica.

*Palavras-chave:* *App inventor*; Potencial pedagógico; Programação em blocos.

## 1. INTRODUÇÃO

Vivemos em uma sociedade tecnológica alicerçada pela vasta quantidade de recursos digitais, globalização, rapidez e maior acessibilidade de informações. Este tipo de sociedade exige habilidades e competências dos cidadãos que a compõem, e a escola ocupa um papel desafiador neste contexto social.

Diante disto, surgem indagações acerca da utilização da Tecnologia Digital da Informação e Comunicação (TDIC) no ambiente educacional. E se essas podem atuar de forma mais abrangente do que simples ferramentas para o ensino e a aprendizagem, assumindo a função de mediadora do conhecimento apresentado.

Autores como Valente (2019) apontam que a construção do conhecimento se dá através do processamento por esquemas mentais, tornando possível o desenvolvimento de soluções distintas para um mesmo problema. O autor ainda atribui o uso tecnológico como instrumento que pos-

sibilita um aprendizado fluido dos conhecimentos a serem construídos, isso utilizando-se de práticas previamente desenvolvidas e trabalhadas pelo professor.

Para tanto, temos a programação como meio de se aplicar e utilizar a resolução de problemas, pois ao se analisar a atividade de programar o computador, ou seja, lhe designar uma série de comandos, usando uma linguagem de programação qualquer, nos possibilita identificar diferentes ações que ocorrem em torno de um ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição que o estudante realiza e são de importantíssima necessidade no alcance de novos saberes (VALENTE, 2014).

Neste sentido de programar e estimular o raciocínio lógico, temos o pensamento computacional. Conforme descreve Wing (2016), o pensamento computacional não é uma habilidade restrita a uma certa amostra da população, como os cientistas da computação, mas uma competência necessária a todos. A linguagem de programação pode ser uma das diferentes formas de se desenvolver habilidades que integram o pensamento computacional. Papert (1994) aponta que ao se programar, se torna possível entender a construção utilizada naquele programa, além de transformar o ambiente educacional em um espaço abrangente da tecnologia.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz em seu escopo habilidades e competências que destacam a construção de conhecimentos do universo digital. A competência de número cinco da BNCC aborda a necessidade e a urgência que se tem de implementação tecnológica no ambiente educacional, e considera os alunos como sujeitos ativos e inventivos, não apenas assimiladores de conteúdos (BRASIL, 2017).

Diante disso, temos o pensamento de Wing (2016), que aponta algumas habilidades que competem ao pensamento

computacional, que são as que permitem ao sujeito o estímulo para a resolução de problemas, identificação e interpretação de padrões, além do planejamento e execução de tarefas complexas.

Para a Educação em geral, o pensamento computacional oferece uma série de habilidades que possibilitam a produção de recursos que podem ser usados para fins didáticos com o desenvolvimento de aplicativos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar o potencial do *software App Inventor* como ferramenta de criação de aplicativos interativos como recurso de aprendizagem para a Educação Básica.

Os aplicativos para celular são atualmente indispensáveis para o usuário moderno, atuando de forma prática como ferramentas sociais e altamente tecnológicas do cotidiano. A utilização de aplicativos por usuário é algo que cresceu exponencialmente nos dias atuais. De acordo com o Relatório de Tendências de *Apps* para Dispositivos Móveis de 2019, são baixados em média 143 bilhões de aplicativos por ano (LIFTOFF, 2019).

O *App Inventor*, foco desta pesquisa, viabiliza a criação de aplicativos para a utilização no celular, simples ou mais robustos de forma prática, utilizando a programação em blocos. Também possibilita a aplicação do ciclo de programação durante a criação de aplicativos para o ambiente *Android*.

O *App Inventor* é uma ferramenta idealizada em 2009 pela empresa *Google*, e depois foi repassada para o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), que é um dos desenvolvedores mais famosos, quando se trata de pesquisas tecnológicas (GALENO; GONÇALVES, 2013). Esta aplicação permite a formulação e a reformulação de aplicativos para o âmbito educacional que seja pertinente ao aprendi-

zando dos alunos. Ainda é possível trabalhar nesta aplicação as etapas envolvidas na programação. Por se desenvolver com a linguagem em blocos de códigos já prontos, é possível, mesmo para quem não possui um aprofundamento de programação, criar algo, já que o *App Inventor* permite a criação de aplicativos não necessariamente com habilidades técnicas, o que permite uma resolução prática de problemas (GOMES; MELO, 2013; MACHADO *et al.*, 2019).

Diante de tais possibilidades, aponta-se como objetivo deste estudo, analisar o potencial do software *App Inventor* como ferramenta de criação de aplicativos interativos para uso como recurso de aprendizagem para a Educação Básica. E para tal, este trabalho versa sobre essas possibilidades de uso do *App Inventor* como ferramenta de aprendizagem, além de utilizar de trabalhos já feitos sobre o emprego deste software como metodologia de aprendizagem, em que os usuários aprenderam a lógica do ato de programar enquanto produziam os aplicativos pretendidos.

Estruturalmente, este artigo está dividido em cinco seções. Após as considerações introdutórias, na segunda seção tem-se o referencial teórico que detalha a programação em blocos e discute o uso do *App Inventor*. Na terceira seção, descreve-se a metodologia abordada neste trabalho. Na quarta seção, discutimos os resultados da pesquisa e, por fim, as considerações finais serão dispostas.

## **2. A PROGRAMAÇÃO EM BLOCOS E O APP INVENTOR**

A programação em blocos utiliza os movimentos dos blocos como peças de montar, que correspondem aos blocos de programação. Cada peça ou bloco dessa linguagem

possui funções específicas, que, dependendo do encaixe, pode gerar outra função. Além disso, os blocos possuem encaixes próprios que possibilitam a visualização de onde os blocos podem ser colocados. Embora seja possível o encaixe de forma incorreta, a execução de programas com tais erros são improváveis de funcionar (SOUSA *et al.*, 2020).

Sousa *et al.* (2020) apontam que a programação em blocos é uma linguagem que não foca na programação técnica dos dados, mas que permite aos usuários iniciantes manterem o empenho na interpretação de como usar os blocos programados. Este tipo de programação pode ajudar a democratizar o acesso para crianças e adolescentes, possibilitando que aprendam conceitos de programação, lógica e pensamento computacional.

Na atualidade existem uma variedade de aplicativos que podem ser utilizados para se trabalhar e explorar a programação em blocos, tais como: *Scratch*, *Blockly*, *Swift Playgrounds* e *MIT APP Inventor 2*. Dentre estes aplicativos, o mais conhecido é o *Scratch*, que possui versão em português, assim como o *MIT APP Inventor 2*, o que pode facilitar sua utilização por estudantes da Educação Básica. Todos estes aplicativos funcionam em celulares *Android*, exceto o *Swift Playgrounds*, que tem apenas duas opções de *download*: para *Mac* e para *Ipod*.

O *App Inventor* é um *software* gratuito, disponível de forma *on-line* e que possui código aberto. Foi idealizado pelo grupo *Google* e depois o grupo de pesquisa do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) seguiu com o projeto. O *App Inventor* possibilita a elaboração e a criação de aplicativos para *smartphones* com tecnologia *Android*, que utiliza a programação em blocos, o que torna possível a criação de aplicativos até mesmo para quem não possui um aprofun-

damento de programação, já que não precisa de habilidades estritamente técnicas. Estas características permitem envolver os usuários em métodos que favoreçam a criatividade.

Ao se fazer uso da programação ainda na infância, não estamos aprendendo apenas a utilizar códigos, mas decodificar dados e ordenar pensamentos são necessários para a atuação do ambiente competitivo do trabalho. O *App Inventor*, por se tratar de uma ferramenta online, trabalha com a computação na nuvem, em que os arquivos ficam salvos na sua página do *App Inventor* na internet (GALENO; GONÇALVES, 2013).

Diferentes pesquisas abordam aplicativos que utilizam a linguagem de programação em blocos, como o *Scratch* e o *MIT APP Inventor 2* (BARBOSA, 2019; LEITÃO; CASTRO, 2018; AFFELDT et al. 2018; GOMES; MELO, 2013).

A pesquisa de Barbosa (2019) explora, a partir de uma revisão de literatura, o emprego do *Scratch* como facilitador no ensino de matemática, fazendo-se uso do pensamento computacional como impulsionador da aprendizagem. A aprendizagem é possibilitada a partir da análise daquilo a ser trabalhado, o que permite desenvolver a criatividade para a formulação da resolução de problemas, o uso de métodos colaborativos, além de outras habilidades pertinentes ao pensar computacionalmente.

Leitão e Castro (2018) realizaram uma oficina com 14 professores da Educação Básica. A oficina proporcionou a instrumentação do *Scratch*, já que nenhum dos sujeitos conhecia a programação em blocos, e a possibilidade de ampliar seu uso para além da sala de aula, sendo utilizada como ferramenta para a produção de recursos digitais e a construção e reflexão conceitual, teórica e metodológica da matemática.

A pesquisa de Affeldt *et al.* (2018) trabalhou com professores em formação no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul, em que se buscou observar a partir de critérios da transposição informática a aprendizagem adquirida a partir da linguagem de programação com o uso do *App Inventor*. Além disso, buscaram analisar o desenvolvimento do pensamento computacional ao longo da produção dos aplicativos de cada professor e suas respectivas áreas de ensino. A pesquisa culminou na formulação de seis aplicativos que atuariam como ferramentas de apoio à aprendizagem daquilo visto em sala, além da percepção dos participantes sobre o pensamento computacional. Portanto, o processo envolveu a formulação dos aplicativos, necessitando do uso de métodos colaborativos, metacognição, interação, inovação e engenhosidade para alcançar aquilo pretendido (AFFELDT *et al.*, 2018).

Gomes e Melo (2013) abordam em sua produção a realização de uma oficina para estudantes do 1º e 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual. A oficina foi trabalhada com a meta de apresentar aos alunos a linguagem de programação através do *App Inventor*. Na oficina os estudantes utilizaram o *App Inventor* como formulador de recursos tecnológicos e lúdicos, além de apresentar uma ferramenta com potencial pedagógico para a disseminação do pensamento computacional.

Todas as pesquisas aqui apresentadas exploram a programação em blocos para o desenvolvimento de aplicativos, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento computacional dos envolvidos.

Papert (1994) explica que ao se fazer uso do ato de programar para a aprendizagem, não se trabalha apenas com a programação de um computador em si, mas com a possi-

bilidade de usuário poder utilizar o computador para estimular a criatividade e trabalhar com a interação homem e máquina, além estar no controle da situação. As produções de Resnick (2006) apontam que os professores tinham dificuldade em trabalhar programação no ambiente escolar, mas que isso deveria mudar nas gerações que se sucederam. “As crianças de hoje é que estarão mais bem preparadas para as mudanças sistêmicas” (RESNICK, 2006 *apud* MARTINS, 2012, p. 26). Ou seja, o público estudantil atual são os que estão mais capazes de ultrapassar as situações não previstas com mais criatividade e inovação, e que é possível visualizar um avanço do pensamento criativo, prático e crítico.

Na seção seguinte os procedimentos metodológicos da pesquisa serão dispostos.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é de natureza qualitativa de caráter descritivo, pois não pode ser medida, tratando-se de aspectos subjetivos e particulares da visão de pesquisas que apontam aquilo que se pretende explicar. Ela é também descritiva, ocorrendo interferência da parte do pesquisador, tendo assim por finalidade a observação, o registro e a análise dos fenômenos propostos. Configura-se como bibliográfica pois seu conteúdo foi obtido depois da leitura, análise e interpretação de textos e artigos (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Nessa pesquisa, buscou-se analisar o *software* de criação de aplicativos, *App Inventor*, que se trata de um *software* gratuito (reenche em <http://ai2.appinventor.mit>).

edu/), multiplataforma, trabalhado de forma *on-line*, através do navegador. A análise do *App Inventor* foi realizada de duas maneiras: técnica e pedagógica, que consistiu na leitura do estudo para identificar aspectos relevantes que se repetiam ou se destacavam. Para uma melhor análise, foi feita a experimentação do *software* foco, trabalhando com as ferramentas do *software*.

A escolha preliminar pela abordagem metodológica apontada apresenta melhor viabilidade para o cumprimento dos objetivos traçados frente às características do estudo. Associada à experimentação, serão adotados os demais procedimentos metodológicos de suporte para a coleta, descrição e análise de dados. A seguir, apresentar-se-á a discussão dos resultados desta análise técnica e pedagógica.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Considerando que a análise se pautou em dois aspectos, o técnico e o pedagógico, estes serão discutidos em duas seções. A primeira seção analisa a interface do *App Inventor*, apresentando elementos técnicos. A segunda seção traz uma análise das possibilidades pedagógicas a partir das competências gerais da BNCC.

### **4. 1. A interface do App Inventor**

O *App Inventor* possui interface de fácil interação, sendo indicado para jovens de diferentes idades que busquem criar algo prático, tendo como slogan principal a frase: “Qualquer um pode criar aplicativos que afetem o mundo” (MIT App Inventor, 2017).

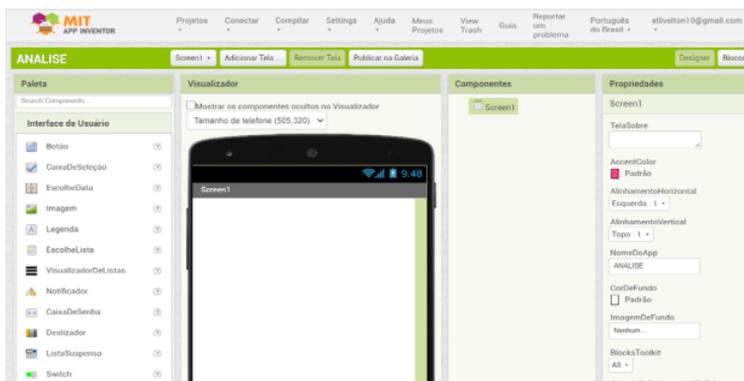
O *App Inventor* utiliza uma programação muito ligada à visualização, o que deixa o ato de aprender mais lúdico, já que faz uso de blocos de códigos pré-programados, o que não demanda uma programação complexa dos dados, sendo necessário apenas a assimilação de blocos para a criação do aplicativo. O *App Inventor* é capaz de desenvolver diferentes habilidades, tais como: a criatividade, a utilização da tecnologia, o pensamento sistêmico e a resolução de problemas, tudo isto apenas trabalhando-se com o encaixe dos blocos de códigos já programados (GOMES; MELO, 2013).

Na versão original do *App Inventor* se fazia necessária a instalação de arquivos Java para o funcionamento desta ferramenta no computador, problema que foi resolvido com a formulação do *App Inventor 2*, que trabalha de forma *on-line* em diferentes navegadores, o que possibilitou maior portabilidade da ferramenta.

Para o desenvolvimento dos aplicativos, o *App Inventor*, na sua forma atual, possui duas partes integrantes chamadas de “*Design*” e “Blocos”.

A parte integrante “*Design*” é onde são ofertados os componentes que farão parte do aplicativo a ser desenvolvido, que são os botões, caixão de seleção, organização, sensores, entre outras funções que podem integrar o aplicativo criado. A figura 1 expõe a janela inicial da criação de um novo aplicativo, onde se permite a formulação do *layout* do aplicativo, assim como as diferentes possibilidades de organizações e de funcionalidades necessários.

Figura 1 – Janela de visualização “Design”



Fonte: MIT App Inventor 2

A parte integrante “Blocos” é onde é feita a programação lógica do aplicativo com a utilização dos blocos de programação. Figura 2 expõe a janela dos “Blocos” onde é feita a programação da parte já inserida na janela de “Design”. Nessa janela, a programação ocorre de forma bem similar ao que ocorre com o *Scratch*, que também trabalha com a programação em blocos.

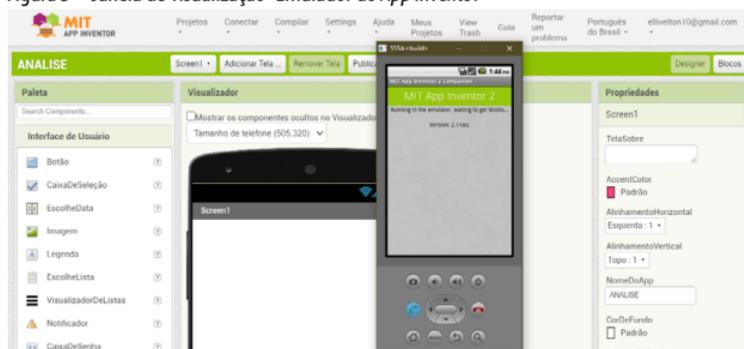
Figura 2 – Janela de visualização “Blocos”



Fonte: MIT App Inventor 2

Uma terceira parte integrante do *App Inventor* é a janela do depurador. Ela permite que o usuário visualize como o aplicativo se apresenta na tela do celular, além de fazer teste com relação a usabilidade do aplicativo desenvolvido. Figura 3 expõe a tela do depurador no computador.

Figura 3 – Janela de visualização “Emulador do *App Inventor*”



Fonte: MIT *App Inventor* 2

Na figura 4 está a tela do Assistente do *App Inventor*, que é o aplicativo auxiliar “Assistente AI” usados no celular, que atua como o emulador, sendo o programa que possibilita o teste dos aplicativos construídos no *App Inventor*, para encontrar os possíveis erros na criação.

Figura 4 – Janela de visualização do celular “Assistente AI”



Fonte: MIT App Inventor 2

O *software* abre a oportunidade de trabalhar desde a construção de aplicativos até a utilização para o ensino da programação. O aprendizado com esse *software* pode utilizar as diferentes áreas (Ciências Naturais, Biologia, Física, Química), mas ainda é bastante subutilizado para as áreas fora do campo do ensino de programação, como o ensino de artes, matemática.

O *App Inventor* é um ambiente com infraestrutura intuitiva para trabalhar com o uso da programação, o que propicia uma demanda de possibilidades para o aprendizado e o interesse em aprofundar os seus recursos e potencialidades.

Para tanto, nesta seção foram expostas as análises técnicas do software, como as telas de “design”, “blocos” e as partes integrantes do *App Inventor*. Na seção a seguir, apresentaremos a análise pedagógica a partir das competências gerais da BNCC.

## 4.2. Análise pedagógica com as competências da BNCC

Diferentes autores (AFFELDT *et al.*, 2018; GALENO; GONÇALVES, 2013; GOMES; MELO, 2013; SOUSA *et al.*, 2020) vêm desenvolvendo pesquisas sobre o uso pedagógico do *App Inventor*, com diferentes públicos da Educação Básica até cursos universitários em Ciências da Computação. Entretanto, professores descartam a possibilidade de criação dos seus próprios aplicativos educacionais (MACHADO *et al.*, 2019).

Diante disto, vale ressaltar que existem professores/pesquisadores que começaram a criação de aplicativos no ambiente educacional do ensino básico, ainda de forma simplista, apenas para se fazer experimentos e análises de resultados da utilização do *App Inventor* em atividades e disciplinas que desempenham (MACHADO *et al.*, 2019).

A BNCC apresenta em seu escopo um conjunto de dez competências gerais (cognitivas e socioemocionais) que devem ser desenvolvidas ao longo da Educação Básica (BRASIL, 2017). Ao analisar as potencialidades de desenvolver estas competências, a partir do *App Inventor*, verifica-se que, a depender da mediação do professor, oito competências podem ser desenvolvidas.

A primeira competência geral traz a necessidade de “valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital...” (BRASIL, 2017, p. 9). Esta competência pode ser mobilizada a partir do uso do *App Inventor*, ao tratar de problemas do mundo físico com auxílio do mundo digital, com a criação de aplicativos para sanar problemas sociais e culturais do local físico em que esse método está sendo empregado.

O *App Inventor* fornece a possibilidade de se explorar também a segunda competência geral da BNCC, que traz “exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade...” (BRASIL, 2017, p. 9). Para a formulação de um aplicativo, é necessário ter-se uma visão da necessidade a ser suprida, sendo preciso criticidade sobre o problema analisado e criatividade para transpor as barreiras encontradas.

Por trabalhar com uma linguagem de programação em blocos, ou seja, uma linguagem utilizada para se comunicar com o computador, o *App Inventor* também se enquadra na competência de número 4, que trabalha a utilização de diferentes linguagens (BRASIL, 2017).

A quinta competência geral da BNCC está relacionada com a implementação tecnológica escolar, que considera importante que os alunos se tornem sujeitos ativos e inventivos, não apenas assimiladores de conteúdos. Para isso, cita a necessidade de “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética...” (BRASIL, 2017, p. 9). Nesta competência o *App Inventor* se relaciona com a criação de aplicativos, sendo necessário uma moral ética, ao levar em consideração a idoneidade daquilo que está sendo proposto.

Na competência de número 6, “valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências...” (BRASIL, 2017, p. 9), o *App Inventor* está presente na experiência que pode ser vivenciada na formulação do aplicativo. Em cada etapa da construção são necessários novos conhecimentos e, portanto, a valorização do que já se sabe.

A competência de número 7, “argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis” (BRASIL, 2017, p. 9), é mobilizada a partir do diálogo e confronto de ideias provocados na construção colaborativa de um aplicativo a partir do *App Inventor*. Esta competência tem a sua importância e provoca a mobilização de outras competências como a empatia e o trabalho colaborativo.

Neste sentido, as competências gerais 9 e 10 complementam, pois, “exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação...” (BRASIL, 2017, p. 10), assim como “agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação...” (BRASIL, 2017, p. 10) são competências que podem ser desenvolvidas com o uso do *App Inventor* na solução de problemas reais da escola ou comunidade, de forma colaborativa. Isso não se enquadra apenas no uso do software em si, mas também em como este será utilizado e empregado.

Na análise das competências gerais da BNCC e como essas podem ser abordadas com o uso do *App Inventor*, pudemos identificar potencialidades pedagógicas de se trabalhar com a TDIC no ensino de diferentes conceitos. As análises ainda mostraram como o formato da atividade a ser empregada, a utilização do *App Inventor* e os desafios inerentes da programação podem atuar como elemento de aprendizagem para os alunos e aprofundamento das competências gerais. Esse aprendizado integrado, gerado devido ao uso do *App Inventor* em sala, surge a partir de diferentes fatores, e esta realidade auxilia no aprendizado do usuário/aluno.

Destarte, na presente seção foram expostos os objetivos das competências gerais da BNCC e como o *App Inventor* pode propiciar essa competência no usuário/aluno. Na seção a seguir, apresentaremos as considerações finais acerca desta pesquisa.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta produção teve como objetivo analisar o potencial do *App Inventor* como ferramenta de criação de aplicativos interativos para uso como recurso de aprendizagem para a Educação Básica, a partir dos pontos de vista técnicos e pedagógicos.

Considera-se que a utilização da linguagem de programação, como a programação em blocos, propicia à Educação Básica uma forma de se apropriar de conhecimentos sistemáticos. Com a criação de aplicativos como *App Inventor*, pode-se proporcionar a estudantes e professores aprofundamento naquilo que se almeja e uma aprendizagem diferenciada, necessitando apenas de um planejamento adequado para o emprego de tal ferramenta.

Destarte, as verdadeiras mudanças no uso das tecnologias na Educação Básica só virão quando as formações tecnológicas forem partes integrantes do cotidiano docente, não somente para a simples utilização digital, mas sim para formar profissionais que se apropriem do pensamento computacional. E uma maneira de se estimular e se apropriar do pensamento computacional é trabalhando com o ensino de programação.

Como estudos futuros, esta pesquisa pretende explorar as potencialidades pedagógicas do *App Inventor* com estudantes da Educação Básica.

## REFERÊNCIAS

AFFELDT, Bruno Barbosa *et al.* AVALIAÇÃO DO SOFTWARE MIT APP INVENTOR: CRITÉRIOS DA TRANSPOSIÇÃO INFORMÁTICA E DO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL. **Redin – Revista Educacional Interdisciplinar**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 1-10, 2018. Artigos Completos do 23º Seminário Internacional de Educação, Tecnologia e Sociedade.

BARBOSA, Francisco Ellivelton. **O Desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do software scratch no ensino de matemática**. 2019. TCC (Graduação) Licenciatura em Matemática – Instituto Federal do Ceará / Campus Canindé, Canindé, 2019. Disponível em: [biblioteca.ifce.edu.br/index.asp?codigo\\_sophia=81739](http://biblioteca.ifce.edu.br/index.asp?codigo_sophia=81739). Acesso em: 29 Nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf). Acesso em 28 de nov. de 2020.

GALENO, Arthur.; GONÇALVES, Tayná. **Tutorial App Inventor**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. 2013.

GOMES, Tancicleide Carina Simões; MELO, Jeane Cecília Bezerra de. App Inventor for Android: Uma Nova Possibilidade para o Ensino de Lógica de Programação. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2013.

LEITÃO, Darlene Alves; CASTRO, Juscileide Braga de. A Construção de Recursos Digitais de Matemática: uma experiência de autoria com o Scratch. **Anais dos Workshops do VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2018.

LIFTOFF. **Relatório de tendências de apps para dispositivos móveis**, 2019. Disponível em: <https://liftoff.io/pt-br/blog/2019-mobile-app-trends-report/> . Acesso em 29 nov. 2020.

MACHADO, Elaine Ferreira.; RUTZ, Sani de Carvalho da Silva.; BASNIAK, Maria Ivete.; MIQUELIN, Awdry Feisser. APP Inventor: da autoria dos professores à atividades inovadoras no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/9594>. Acesso em: 22 nov. 2020.

MARTINS, Amilton Rodrigo de Quadros. **Usando o Scratch para potencializar o pensamento criativo em crianças do ensino fundamental**. 2012, 113f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

MIT App Inventor. **About Us**. 2017. Disponível em: <http://appinventor.mit.edu/explore/about-us.html>. Acesso em: 20 nov. 2020.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da Informática**; tradução Sandra Costa. Porto Alegre; Artmed. 1994.

RESNICK, Mitchel. **O computador como pincel**. In: VEJA. Limpeza de Alto Risco. Especial: um guia do mundo digital, São Paulo, n. 41, out. 2006.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. UNIDADE 2 – A PESQUISA CIENTÍFICA. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. P. 31-42.

SOUSA, Lucas de Lima; FARIAS, Eder Jacques; CARVALHO, Windson Viana de. Programação em Blocos Aplicada no Ensino do Pensamento Computacional: um mapeamento sistemático. **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2020)**, [S.L.], p. 1513-1522, 24 nov. 2020. Sociedade Brasileira de Computação – SBC. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.1513>.

VALENTE, José Armando. A Comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. **Revista Unifeso – Humanas e Sociais**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 141-166, 2014.

VALENTE, José Armando. Pensamento Computacional, Letramento Computacional ou Competência Digital? Novos desafios da educação. **Educação e Cultura Contemporânea**, [S.L.], v. 16, n. 43, p. 147-168, 2019. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/2238-1279.20190008>.

WING, Jeannette. PENSAMENTO COMPUTACIONAL – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [S.L.], v. 9, n. 2, p.1-10, 16 nov. 2016. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v9n2.4711>.

## CAPÍTULO 9.

### UMA EXPERIÊNCIA DA ENGENHARIA DIDÁTICA NO ENSINO DA HIBRIDIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE MERSENNE

*Milena Carolina dos Santos Mangueira*

*Francisco Regis Vieira Alves*

*Paula Maria Machado Cruz Catarino*

#### RESUMO

Este artigo apresenta as duas primeiras fases da Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, com o suporte da teoria de ensino, a Teoria das Situações Didáticas, com o intuito de desenvolver um estudo sobre o processo de hibridização da sequência de Mersenne, de modo a realizar situações didáticas que investiguem teoremas e propriedades dos números híbridos de Mersenne. Assim, realizamos um levantamento bibliográfico em torno dos números híbridos e da sequência de Mersenne com o intuito de associar esses dois conteúdos e realizar o processo de hibridização desta sequência, para assim apresentar elementos de ordem cognitivas, epistemológicas e didáticas. Diante disso, foram exploradas duas situações de ensino sobre a fórmula de Binet e função geradora desses números hibridizados, amparadas às quatro fases da teoria de ensino e prevendo possíveis comportamentos dos alunos em curso de formação de professores. Ressalta-se que as situações-problema propostas não foram aplicadas, por isso serão apresentados uma possível análise *a posteriori* da Engenharia Didática.

*Palavras-chave:* Engenharia didática. Teoria das situações didáticas. Sequência de Mersenne. Números híbridos.

## 1. INTRODUÇÃO

Assegura-se que no *locus* acadêmico são encontradas algumas dificuldades, seja motivada pelo ensino matemático que é passado pelos professores, ou por assuntos matemáticos que ainda estão em desenvolvimento. Assim, é possível encontrar estudos referentes ao ensino e pesquisa em Matemática. Uma das metodologias de pesquisa que vêm sendo abordadas é a Engenharia Didática de Artigue (1988), com o suporte da Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1982).

Por outro lado, temos a necessidade de abordar dois conteúdos matemáticos, sendo um deles o conjunto dos Números Híbridos, sobre os quais trabalhos envolvendo esses números são recentes e apresentados apenas na matemática pura. E ainda, tem-se as sequências lineares recursivas, que carregam importantes propriedades matemáticas, com diversas aplicabilidades em diferentes áreas.

Com isso, a partir dos conteúdos matemáticos, da metodologia de pesquisa e teoria de ensino, associaremos os dois conteúdos matemáticos e apresentaremos um estudo referente a hibridização da sequência de Mersenne. Para isso, a pergunta norteadora que justifica esta pesquisa é: *como efetuar situações didáticas para o processo de hibridização da sequência de Mersenne, com o intuito de investigar e explorar definições e propriedades no seu contexto epistemológico?* Assim, para responder essa questão, traçamos o

objetivo geral, a saber: explorar a hibridização da sequência de Mersenne através de situações didáticas, baseados nas duas primeiras fases da Engenharia Didática (ED).

Assim, elegemos apenas as duas fases iniciais da ED. Na primeira, será feito um levantamento bibliográfico referente aos objetos matemáticos, ressaltando-se o desenvolvimento do conteúdo de forma epistemológica, cognitiva e didática. Na segunda etapa, são elaboradas situações didáticas de ensino, prevendo-se possíveis comportamentos dos alunos. Nas situações didáticas, serão apresentadas situações-problemas apoiadas nas quatro fases da Teoria das Situações Didáticas (TSD). Salienta-se que a pesquisa utilizará apenas as duas primeiras fases da ED, uma vez que as outras duas contam como aplicação e análise de dados.

Em síntese, nas seções a seguir, realizaremos um embasamento teórico sobre a sequência de Mersenne e os números híbridos, evidenciando conceitos históricos e matemáticos. Também discutiremos a metodologia de pesquisa e teoria de ensino que serão utilizadas nesse trabalho. Por fim, apresentaremos os resultados da pesquisa, para que utilizamos as duas primeiras fases da ED, apresentando duas situações-problema fundamentadas na TSD, com elementos para uma possível análise *a posteriori*.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Sequência de Mersenne**

Os números de Mersenne compõe a sequência de Mersenne, que é uma homenagem ao francês Marin Mersenne (1588 – 1648) (ver Figura 1). O matemático Mersenne se destacou como teórico musical, padre mínimo, teólogo,

filósofo e autor de *A Verdade das Ciências, Novas Descobertas de Galileu, Novas Observações Físico-Matemáticas e Questões Teológicas, Físicas, Morais e Matemática*. (ROSA, 2012, p.34). Rosa (2012) também relata que o franciscano Mersenne oferecia sua casa para encontros com cientistas no intuito de discutir e estudar Matemática e os assuntos científicos. Nesses encontros podemos ressaltar a presença de famosos cientistas contemporâneos, tais como: Descartes, Galileu, Fermat, Pascal e Torricelli.

Figura 1. Marin Mersenne (1588 – 1648)



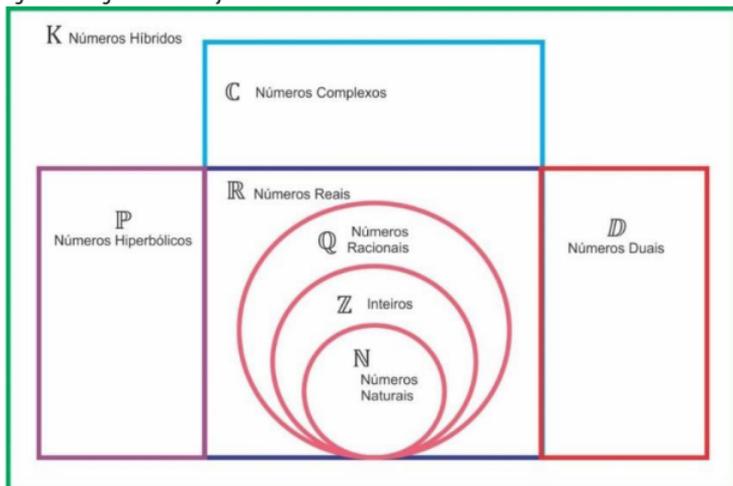
Fonte: <http://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Mersenne.html>

Das contribuições do Mersenne, destacam-se os números primos de Mersenne, que é todo número natural da forma  $M_n = 2^n - 1$ , onde o  $n$  é um número natural. Estes números vêm sendo estudados há séculos e têm uma grande importância para a criptografia RSA (Rivest-Shamir-Adleman). Por outro lado, Catarino *et al.* (2016) definiram a relação de recorrência para a sequência de Mersenne como:  $M_n = 3M_{n-1} - 2M_{n-2}, n \geq 2$ , sendo  $M_0 = 0$  e  $M_1 = 1$  as suas condições iniciais. A equação característica dessa sequência é apresentada por uma equação do segundo grau definida como  $x^2 - 3x + 2 = 0$ , que apresenta duas raízes reais, sendo uma igual a 2 e a outra igual a 1.

## 2.2 Números Híbridos

Os Números Híbridos foram apresentados inicialmente por Özdemir (2018) e, logo mais, Carvalho (2019) mostrou uma representação geométrica bidimensional desses números. Temos que um número híbrido é um número criado com qualquer combinação dos números complexos ( $i^2 = -1$ ), hiperbólicos ( $h^2 = 1$ ) e números duais ( $\varepsilon^2 = 0$ ) que satisfazem as igualdades  $ih = -hi = \varepsilon + 1$ . E ainda, podemos ver como esse conjunto dos números híbridos se comporta no diagrama dos conjuntos numéricos:

Figura 2- Diagrama dos conjuntos numéricos



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Özdemir (2018)

Doravante, serão definidos os números híbridos, alguns teoremas, propriedades e quanto à sua forma matricial.

**Definição 1:** O conjunto dos números híbridos é denotado por  $K$  e definido como:



Este conjunto de números pode ser pensado como um conjunto com quatro elementos, onde o número real, complexo, dual e hiperbólico são definidos como:

$$1 \leftrightarrow (1, 0, 0, 0), i \leftrightarrow (0, 1, 0, 0), \varepsilon \leftrightarrow (0, 0, 1, 0), h \leftrightarrow (0, 0, 0, 1)$$

É possível definir algumas propriedades e operações com os números híbridos, tais como: adição, subtração, multiplicação por escalar, multiplicação entre números híbridos e elemento inverso. E ainda, tem-se que o elemento neutro para adição é o zero e o conjunto dos números híbridos para

adição é um grupo abeliano. Além disso tem-se o número real  $C(z) = z\bar{z} = \bar{z}z = a^2 + (b-c)^2 - c^2 - d^2 = a^2 + b^2 - 2bc - d^2$  chamado de caráter do número híbrido, cujo número real obtido a partir da raiz do caráter do número híbrido é a norma desse número híbrido e será denotado por  $\|z\|$ .

Baseado no trabalho de Özdemir (2018) sobre números híbridos e trabalhos em torno de sequência lineares recursivas, se realiza a hibridização de uma sequência, o que vem sendo discutida na Matemática Pura nos últimos anos. Destaca-se alguns trabalhos de hibridização, como: números híbridos de Fibonacci apresentado por Cerda-Morales (2018), híbridos de  $k$ -Pell por Catarino (2019), híbridos de Jacobsthal por Szynal Liana e Wloch (2018) e Híbridos de Padovan por Mangueira *et al.* (2020). E ainda, neste trabalho, trabalharemos com os números híbridos de Mersenne apresentado por Mangueira, Alves e Catarino (2020), apresentando algumas definições, teoremas, função geradora e fórmula de Binet.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Engenharia Didática

A Engenharia Didática é uma metodologia de pesquisa que surgiu nos anos 80 na França. Almouloud, Queiroz e Coutinho (2008) diz que essa metodologia é caracterizada a partir de um esquema experimental baseado em “realizações didáticas” na sala de aula, onde o professor realiza e analisa as sessões didáticas construídas por ele. Artigue *et al.* (1995) comparam a ED a um trabalho de engenheiro quanto à forma de preparar um projeto, com base em co-

nhecimentos específicos de sua área, e aceitando submeter-se a um controle tipo científico.

Artigue *et al.* (1995) estruturam esta pesquisa em quatro fases, sejam elas: análises preliminares, concepção e análises *a priori*, experimentação e análise *a posteriori* e validação. Almouloud e Silva (2012) descrevem análise preliminar como uma fase de “análise epistemológica do ensino atual e seus efeitos, das concepções dos alunos, das dificuldades e obstáculos, e análise do campo das restrições e exigência no qual vai situar a efetiva realização didática”. Além do mais, Pais (2002) organiza as análises preliminares como uma descrição das dimensões epistemológicas, cognitivas e didáticas.

A segunda fase é caracterizada por Almouloud (2007) e Pais (2002) como a escolha de variáveis didáticas, sendo elas macrodidáticas ou globais, ou microdidáticas ou locais. A primeira refere-se à organização global da engenharia, já a segunda refere-se à organização de forma local, observando-se o que ocorre nas situações didáticas em sala de aula. Pais (2002) relata a importância das variáveis numa situação didática, pois as variáveis são articuladas com o intuito de estabelecer uma relação entre a situação-problema proposta e o conteúdo a ser ensinado, buscando construir um conceito científico.

Na terceira fase, colocam-se em prática as situações didáticas, realizando a aplicação das situações-problema, com o intuito de possibilitar a construção do conhecimento de forma autônoma pelo aluno, com o mínimo de interferência do professor, disponibilizando meios e ferramentas que o auxiliem nesta caminhada. Segundo Carneiro (2005), é nesta fase que se coleta e organiza um *corpus* de pesqui-

sa variado, composto por produção dos alunos, registros de perguntas e erros constatados durante o acompanhamento de suas ações e diários de classe dos docentes. A análise desse material é extremamente importante para a validação. E ainda, é nesta fase que deve ser estabelecido o contrato didático (BROUSSEAU, 1982), que consiste em um acordo pedagógico entre alunos e professor durante a interação no ambiente de ensino.

Por fim, na quarta e última fase, tem-se o intuito de consolidar a pesquisa. Segundo Pommer (2013), a análise *a posteriori*:

(...) se caracteriza pelo tratamento dos dados colhidos e a confrontação com a análise *a priori*, permitindo a interpretação dos resultados e em que condições as questões levantadas foram respondidas. Assim, é possível analisar se ocorrem e quais são as contribuições para a superação do problema, caracterizando a generalização local que permitirá a validação interna do objetivo da pesquisa (POMMER, 2013, p. 26).

E ainda, tem-se a validação, que consiste em realizar uma comparação entre o que foi definido na análise *a priori* com o que foi coletado na análise *a posteriori*, para que sejam validadas as hipóteses durante a investigação.

Com isso, na próxima seção apresentaremos a teoria de ensino, Teoria das Situações Didáticas, que será um suporte para a pesquisa.

### **3.2 Teoria das Situações Didáticas**

A Teoria das Situações Didáticas (TSD) foi iniciada na década de 60 por Brousseau (1986) com vista em estudos sobre o construtivismo em pedagogia, oriundos da teoria da epistemologia genética de Piaget. De acordo com

Almouloud (2007), a TSD pretende produzir um modelo de interação entre o aprendiz, o saber e o meio organizado (*milieu*). O objetivo da utilização desta teoria juntamente com a Didática da Matemática é a criação de uma série de situações didáticas, estabelecendo fatores para a evolução do comportamento dos alunos. Teixeira e Passos (2013) acrescentam que:

O objeto central de estudo nessa teoria não é o sujeito cognitivo, mas a situação didática, na qual são identificadas as interações entre professor, aluno e saber. Algum erro cometido pelo aluno, nessa teoria, quando identificado, constitui-se como valiosa fonte de informação para a elaboração de boas questões ou para novas situações problemas que possam atender, mais claramente, os objetivos desejáveis (TEIXEIRA; PASSOS, 2013, p.158).

Brousseau (1986) decompôs a TSD em quatro etapas, sejam elas: ação, formulação, validação e institucionalização. Sendo as três primeiras fases caracterizadas como situações adidáticas, uma vez que o aluno é o autor da sua aprendizagem e interage com o meio, já na última fase, o professor retoma a função principal.

Na primeira fase da TSD, a fase de ação, Pais (2002) relata que nesta fase o aluno explora seus conhecimentos prévios, nesse sentido, acontece a mobilização “de um conhecimento de natureza mais experimental e intuitiva que teórica”. Já na segunda fase, Almouloud (2007) descreve que o aluno elabora uma estratégia (escrita ou oral) de resolução a partir de suas concepções, apresentando uma linguagem mais formal, e é nesta fase que ocorre a troca de informações entre os alunos.

Na terceira fase, o aluno deve provar e validar o modelo por ele criado, buscando justificativas mais precisas. Segundo Teixeira e Passos (2013), nesta fase, os alunos ten-

tam convencer a veracidade das afirmações utilizando linguagem matemática, ou seja, por meio de demonstrações. Por fim, na fase de institucionalização, segundo Almouloud (2007), “o professor fixa convencionalmente e explicitamente o estatuto cognitivo do saber”. Nesta fase, o professor revela aos alunos sua real intenção, conferindo as resoluções das situações que foram demonstradas. Após a institucionalização, o saber torna-se oficial e os alunos podem adicioná-los a seus esquemas mentais, disponibilizando-os para serem utilizados na resolução de problemas matemáticos.

A seguir, apresentaremos uma breve discussão sobre as fases da metodologia de ensino aplicada e a teoria de ensino, e daremos início aos resultados desse trabalho, utilizando as duas primeiras fases da ED.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Análise Preliminar**

Nesta fase, mostraremos os resultados do processo de hibridização da sequência de Mersenne, que consiste em associar os dois conteúdos matemáticos vistos previamente obtidos a partir de estudos em torno dos números híbridos e da sequência de Mersenne. Salienta-se que a hibridização desta sequência foi realizada por Mangueira, Alves e Catarino (2020), explorando matematicamente propriedades e teoremas em torno dos números de Mersenne hibridizados.

Com isso, a seguir, as principais definições e teoremas vinculados ao modelo híbrido de Mersenne serão apresentadas.

**Definição 2.** O número híbrido de Mersenne, para  $n \in \mathbb{N}$ , é definido como (MANGUEIRA; ALVES; CATA-RINO, 2020):

$$HMe_n = Me_n + Me_{n+1}i + Me_{n+2}\varepsilon + Me_{n+3}h,$$

sendo  $HMe_0 = i + 3\varepsilon + 7h$  e  $HMe_1 = 1 + 3i + 7\varepsilon + 15h$  seus termos iniciais.

**Definição 3.** A fórmula de recorrência do híbrido de Mersenne, para  $n \in \mathbb{N}$ , é dada por:

$$HMe_{n+2} = 3HMe_{n+1} - 2HMe_n.$$

Mangueira, Alves e Catarino (2020) apresentam uma equação característica relacionada aos números híbridos de Mersenne (Definição 3). Assim, a partir da equação

$$\frac{HMe_{n+2}}{HMe_{n+1}} = 3 - 2 \frac{HMe_n}{HMe_{n+1}}, \quad \text{tem-se} \quad \frac{HMe_{n+2}}{HMe_{n+1}} = 3 - 2 \frac{1}{\frac{HMe_{n+1}}{HMe_n}}.$$

Supondo que o limite proposto existe e fazendo  $n$  tender para o infinito, temos que  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{HMe_{n+2}}{HMe_{n+1}} = x$  e  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{HMe_{n+1}}{HMe_n} = x$ , verifica-se que:  $x = 3 - 2 \frac{1}{x}$ , ou ainda, onde esta equação é do segundo grau, possuindo duas raízes reais  $x_1 = 2$  e  $x_2 = 1$ .

Não obstante, é possível apresentar a função geradora desses números híbridos de Mersenne, cuja função geradora facilita na resolução de recorrências e é dada por uma série de potências, cujos coeficientes apresentam informações sobre uma sucessão.

**Teorema 1.** A função geradora dos números híbridos de Mersenne é dada como (MANGUEIRA; ALVES; CATA-RINO, 2020):

$$G_{HMe_n}(x) = \frac{HMe_0 + (HMe_1 - 3HMe_0)x}{(1 - 3x + 2x^2)}$$

E ainda, exibiremos a fórmula que encontrar o  $n$ -ésimo termo de uma sequência, sem depender da relação de recorrência, conhecida como Fórmula de Binet.

**Teorema 2.** Para  $n \geq 0$ , temos que a fórmula de Binet para os números híbridos de Mersenne é dada como (MANGUEIRA; ALVES; CATARINO, 2020):

$$HMe_n = (-HMe_0 + HMe_1)x_1^n + (2HMe_0 - HMe_1)x_2^n$$

Onde  $x_1$  e  $x_2$  são as raízes da equação característica e  $HMe_0 = i + 3\varepsilon + 7h$  e  $HMe_1 = 1 + 3i + 7\varepsilon + 15h$ .

A partir da Fórmula de Binet, Manguiera, Alves e Catarino (2020) relacionam os números híbridos de Mersenne a identidades clássicas, sejam elas: Cassini, Catalan e d'Ocagne. E ainda, de modo análogo à definição da sequência híbrida de Mersenne (Definição 3), apresenta-se uma nova recorrência para os índices negativos desta sequência.

**Definição 4.** A fórmula de recorrência dos números híbridos de Mersenne para o campo dos números inteiros não positivos, com  $n \in \mathbb{N}$ , é dada por:

$$HMe_{-n} = \frac{3HMe_{-n+1} - HMe_{-n+2}}{2}$$

$$\text{Sendo } HMe_{-1} = -\frac{1}{2} + \varepsilon + 3h \text{ e } HMe_{-2} = -\frac{3}{4} - \frac{1}{2}i + h.$$

Com o intuito de investigar esses teoremas matemáticos, selecionamos alguns desses conceitos para realizar uma transposição didática deste conteúdo. Assim, serão elaboradas situações didáticas, com suporte da TSD, pretendendo instigar o lado intuitivo dos alunos e obter uma compreensão em torno deste objeto matemático.

## 4.2 Concepção e análise *a priori* e uma possível análise *a posteriori*

Nesta seção serão desenvolvidas situações didáticas de ensino baseadas no processo de hibridização da sequência de Mersenne, fundamentadas na Teoria das Situações Didáticas, tendo como objetivo incentivar aos alunos, a partir de conhecimentos prévios, a desenvolverem estratégias de soluções. É nesta fase que se utiliza uma variável didática, sendo ela a microdidática, uma vez que apenas os elementos concernentes ao objeto matemático serão analisados.

*Situação-problema 1:* A partir da equação característica da sequência híbrida de Mersenne,  $x^2 - 3x + 2 = 0$  sendo  $x_1 = 2$  e  $x_2 = 1$  as raízes da equação. Defina a fórmula de Binet para a sequência híbrida de Mersenne, conhecida por obter os termos da sequência sem utilizar a recorrência.

*Fase da ação:* Tomando como base a fórmula geral de Binet,  $HMe_n = Ax_1^n + Bx_2^n, n \geq 0$ , os alunos deverão realizar manipulações algébricas, a fim de encontrar duas equações distintas, que irão criar um sistema linear de equações, do tipo:

$$\begin{cases} A + B = HMe_0 \\ Ax_1 + Bx_2 = HMe_1 \end{cases}$$

*Fase da formulação:* A partir do sistema linear formado, a princípio, os estudantes devem substituir as raízes da equação característica e encontrar os valores das constantes, sendo estas iguais a:  $A = -HMe_0 + HMe_1$  e  $B = 2HMe_0 - HMe_1$ . E ainda, devem realizar a substituição das constantes na fórmula geral de Binet, resultando em  $HMe_n = (-HMe_0 + HMe_1)x_1^n + (2HMe_0 - HMe_1)x_2^n, n \geq 0$ .

*Fase da validação:* Nesta fase, partindo do resultado encontrado anteriormente, espera-se que o estudante valide a fórmula:  $HMe_n = Ax_1^n + Bx_2^n, n \geq 0$  para o índice  $n+1$ , utilizando o método de indução matemática, visando obter o seguinte resultado:  $HMe_{n+1} = (-HMe_0 + HMe_1)x_1^{n+1} + (2HMe_0 - HMe_1)x_2^{n+1}, n \geq 0$ . Assim, validando este teorema.

*Fase da institucionalização:* Este é o momento que o docente retoma o controle e verifica os resultados realizados pelos alunos, assim formalizando a fórmula de Binet da sequência híbrida de Mersenne (Teorema 2). O docente também revela que a resolução desta situação é importante para o processo evolutivo matemático da hibridização desta sequência.

*Situação-problema 2:* Dada uma série em que cada termo da sequência corresponde aos coeficientes, realize manipulações algébricas devido à relação de recorrência da sequência híbrida e encontre a função geradora dos números híbridos de Mersenne.

$$G_{HMe_n}(x) = \sum_{n=0}^{\infty} HMe_n x^n = HMe_0 + HMe_1 x + HMe_2 x^2 + \dots + HMe_n x^n + \dots$$

*Fase da ação:* Para encontrar a função geradora de Mersenne, os alunos devem observar a relação de recorrência da sequência, atentando às constantes presentes na fórmula e seus respectivos sinais, e assim realizar operações na série apresentada previamente.

*Fase da formulação:* Nesta etapa, espera-se que os alunos tenham feito algumas observações, como: o fato de que, inicialmente, seria interessante igualar a recorrência ao zero, assim se identificará qual sinal a constante carrega na hora de realizar as manipulações, além de perceber que a função geradora será a soma dos termos de três funções distintas. Assim, devem encontrar a seguinte função:

$$G_{HMe_n} = \frac{HMe_0 + (HMe_1 - 3HMe_0)x}{(1 - 3x + 2x^2)}$$

*Fase da validação:* A partir da função descrita no enunciado, deve-se preenche-la por  $-3x$  e  $2x^2$  encontrando as seguintes funções:

$$\begin{aligned} G_{HMe_n}(x) &= HMe_0 + HMe_1x + HMe_2x^2 + \dots + HMe_nx^n + \dots \\ -3xG_{HMe_n}(x) &= -3xHMe_0 - 3x^2HMe_1 - 3x^3HMe_2 - \dots - 3x^{n+1}HMe_n + \dots \\ 2x^2G_{HMe_n}(x) &= 2x^2HMe_0 + 2x^3HMe_1 + 2x^4HMe_2 + \dots + 2x^{n+2}HMe_n + \dots \end{aligned}$$

Somando cada membro, tem-se que:

$$(1 - 3x + 2x^2)G_{HMe_n}(x) = HMe_0 + (HMe_1 - 3HMe_0)x + (HMe_2 - 3HMe_1 + 2HMe_0)x^2 + \dots$$

$$(1 - 3x + 2x^2)G_{HMe_n}(x) = HMe_0 + (HMe_1 - 3HMe_0)x$$

$$G_{HMe_n} = \frac{HMe_0 + (HMe_1 - 3HMe_0)x}{(1 - 3x + 2x^2)}$$

*Fase da institucionalização:* Por fim, o professor deve institucionalizar, ou seja, formalizar que existe uma série em que os seus coeficientes obtêm informações sobre uma sucessão, conhecida como função geradora, vinculada aos números híbridos de Mersenne. Feito isso, o professor finaliza com esta situação, o processo de hibridização da sequência de Mersenne, evidenciando o caráter evolutivo-matemático destes números, baseado na escolha de alguns teoremas e propriedades apresentados na primeira fase da ED.

Não obstante, na fase de análise *a posteriori* analisamos os dados coletados durante a fase de experimentação. Ressalta-se que as situações-problema propostas neste trabalho não foram aplicadas, porém podemos levantar importantes dados para uma provável análise *a posteriori*, apoiada na ED e com suporte da TSD.

Na situação-problema 1, podemos encontrar dificuldades para os alunos quanto aos números híbridos, uma vez que um número híbrido é a soma de quatro elementos e trabalhar com esses elementos resultam em contas extensas e mais propícias ao erro. Também, muitos alunos não têm conhecimento quanto à fórmula geral de Binet, desconhecendo sua estrutura e a recomendação da elaboração de um sistema linear. Por outro lado, como as raízes da equação característica são números reais, seria interessante que os alunos inicialmente percebessem que ao substituir esses valores no sistema linear, encontrará equações mais simples de ser trabalhadas. Nesta situação, é importante que o professor apresente previamente a fórmula geral de Binet e explicita quais são os termos que a compõe. Esta informação servirá de suporte para que os alunos consigam resolver a situação proposta.

Na situação-problema 2, os alunos podem apresentar dificuldades ao tentar encontrar quais manipulações algébricas são necessárias para encontrar a função geradora dos números híbridos de Mersenne e caso queiram trabalhar com os números híbridos de Mersenne de forma extensa, o que deixaria o cálculo bastante extenso e mais difícil de trabalhar causando erros ou desistências. É necessário que os alunos tenham a percepção de utilizar as constantes presentes na relação de recorrência, e ainda, a partir dos valores que serão manipulados, construir três funções distintas que serão somadas. Por fim, será necessário que os alunos tenham a intuição de verificar a soma de alguns termos e associar a relação de recorrência da sequência híbrida, pois serão iguais a zero. Com isso, os alunos terão êxito e acharão a função geradora vinculada a esses números.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fundamentada nas duas primeiras fases da ED e com o suporte das quatro fases da TSD, este trabalho apresentou duas situações didáticas do processo de hibridização da sequência de Mersenne apenas no âmbito da matemática pura. Diante disso, apresentamos duas situações-problemas, que futuramente poderão ser aplicadas em turmas de formação de professores, uma vez que é necessário conhecimento prévio para resolvê-las, e elementos para uma possível análise *a posteriori*.

Podemos evidenciar o estudo dos objetos matemáticos separadamente e depois a exibição de algumas definições e propriedades em torno o processo de hibridização da sequência de Mersenne, a saber: números híbridos de Mersenne, fórmula de recorrência, equação característica, função geradora, fórmula de Binet, bem como sua extensão para os números negativos. Ao utilizarmos a metodologia de pesquisa da Engenharia Didática, restringindo-nos apenas às fases de análises preliminares e análise *a priori*, temos como objetivo instigar o lado intuitivo e investigativo dos alunos na resolução das situações.

Por fim, pretendemos explorar o processo de hibridização da sequência de Mersenne utilizando a metodologia de pesquisa com o suporte da teoria de ensino, ressaltando o papel do docente nesta pesquisa, apresentando elementos importantes sobre o conteúdo, fortalecendo o processo de ensino e aprendizagem e auxiliando na construção de conhecimentos.

## **AGRADECIMENTOS**

A parte de desenvolvimento da pesquisa no Brasil contou com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

A parte de desenvolvimento da pesquisa em Portugal é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia. I. P, no âmbito do projeto UID/ CED/00194/2020.

## REFERÊNCIAS

- ALMOULOUD, S. A.; QUEIROZ, C. de; COUTINHO, S. **Engenharia didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd**. Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 3, n. 1, p. 62–77, 2008.
- ALMOULOUD, S. A.; SILVA, M. J. F. da. **Engenharia didática: evolução e diversidade**. Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 7, n. 2, p. 22–52, 2012.
- ALMOULOUD, S. A. **Educação matemática: Fundamentos da didática da matemática**. Paraná: Editora, da UF de Paraná, 2007.
- ALVES, F.; CATARINO, P.; MANGUEIRA, M. **Discovering theorems about the gaussian Mersenne sequence with the maple's help**. Annals. Computer Science Series, v. 17, n. 2, 2019.
- ARTIGUE, M. **Ingénierie didactique**. Recherches isso Didactique des Mathématiques, v. 9, n. 3, p. 281–308, 1988.
- ARTIGUE, M. et al. **Ingenieria didactica isso educacion reenche: isso esquema para la investigacion y la innovacion isso la enseñanza y el aprendizaje de las reenche**. Bogotá: isso empresa docente & Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V., 1995.
- BROUSSEAU, G. **D'isso problème à l'étude à priori d'une situation didactique**. Deuxième École d'Été de Didactique des mathématiques, Olivet, p. 39–60, 1982.
- CARNEIRO, V. C. G.. **Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de Matemática**. Zetetike, Campinas: UNICAMP, v. 13, n. 23, p. 85-118, 2005.
- CARVALHO, C. F. **Números híbridos e sua visualização no geogebra**. 2019. 103f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2019.
- CATARINO, P.; CAMPOS, H.; VASCO, P. **On the Mersenne sequence**. Annales Mathematicae et Informaticae, v. 46, p. 37-53, 2016.
- CATARINO, P. **On k-pell hybrid numbers**. Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography, v. 22, n. 1, p. 83-89, 2019.
- CERDA-MORALES, G. **Investigation of generalized hybrid reenche numbers and their properties**. arXiv:1806.02231v1 [math.RA], 2018, Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1806.02231.pdf>. Acesso em: 13 out. 2020.

MANGUEIRA, M. C. d. S.; ALVES, F. R. V.; CATARINO, P. M. M. C. **Números híbridos de Mersenne**. C. Q. D. – Revista Eletrônica Paulista de Matemática, v. 18, p. 1–11, 2020.

MANGUEIRA, M. C. dos S. et al. **The hybrid numbers of Padovan and some identities**. In: SCIENDO. *Annales Mathematicae Silesianae*. [S.l.], 2020. V. 1, n. ahead-of-print, 2020.

ÖZDEMİR, M. **Introducion to Hybrid Numbers. Advances in Applied Clifford Algebras**, 2018. Doi: 10.1007/s00006-018-0833-3

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. 2ª ed. Ed. [S.l.]: Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

POMMER, W. M. **A engenharia didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as equações diofantinas lineares**. São Paulo, 2013.

ROSA, C. **História da ciência: a ciência e o triunfo do pensamento científico no mundo contemporâneo**. Brasília, DF: Fundação Alexandre de Gusmão, 2012. 496 p.

SZYNAL-LIANA, A. **The horadam hybrid numbers. Discussiones Mathematicae-General Algebra and Applications**, Sciendo, v. 38, n. 1, p. 91-98, 2018.

SZYNAL-LIANA, A.; WŁOCH, I. **On Jacobsthal and Jacobsthal-Lucas Hybrid Numbers**. In: *Annales Mathematicae Silesianae*, v. 33, p. 276-283, 2019. Disponível em: <https://content.sciendo.com/view/journals/amsil/33/1/article-p276.xml>. Acesso em: 13 out. 2020.

TEIXEIRA, P. J. M.; PASSOS, C. C. M. **Um pouco da teoria das situações didáticas (TSD) de Guy Brousseau**. *Zetetiké-FE/Unicamp*, v. 21, n. 39, p. 155–168, 2013.

## CAPÍTULO 10.

### PROPOSTA DE INSERÇÃO DA ESCALA DOS NÚMEROS DE GUNTER (1623) NO ENSINO DE MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO

Andressa Gomes dos Santos

Ana Carolina Costa Pereira

#### RESUMO

A história pode fornecer alguns recursos potencialmente didáticos para serem aliados ao ensino de matemática. Essa forma de tratar a história possibilitou diversos estudos, apresentando opções para inseri-la em sala de aula. Assim, como um recurso proveniente da história, escolheu-se a escala dos números que compunha as escalas das proporções, posteriormente conhecidas como escala de Gunter, inscritas no *staff* do instrumento *Cross-staff*, contido no tratado *The description and use of the Sector. The Crosse-staffe and other instruments...*, publicado no ano de 1623, em Londres, de autoria de Edmund Gunter (1581 – 1626). Dessa forma, este capítulo tem o objetivo de apresentar propostas de atividades didáticas a partir de potencialidades da escala dos números de Gunter para a construção e a manipulação nas operações de multiplicação e divisão para a formação dos professores de matemática. Em relação à metodologia utilizada, a pesquisa se caracteriza como qualitativa, de cunho documental e bibliográfico. São apresentadas uma breve descrição do tratado e do autor,

a construção da escala dos números e propostas de atividades com a construção e o manuseio dessa escala. Desse modo, há maneiras de incluir a história em sala de aula através de propostas de atividades didáticas que envolvam um instrumento matemático.

*Palavras-chave:* história e ensino de matemática, escalas dos números, régua de cálculo.

## 1. INTRODUÇÃO

Pesquisas que abordam a articulação entre a história e o ensino de matemática, partindo de uma vertente historiográfica atualizada<sup>1</sup>, na qual o documento histórico é um dos elementos que norteiam uma possível prática docente, ainda estão em expansão no Brasil<sup>2</sup>. Essas discussões se direcionam em busca de uma proposta para inserir a história em sala de aula, apropriando-se de documentos históricos que contêm um instrumento matemático.

Aliando-se uma perspectiva historiográfica a uma interface entre história e ensino de matemática, pode-se construir a interface proposta por Saito (2015), tomando como recurso proveniente da história um tratado que contenha um instrumento matemático<sup>3</sup>. Esses instrumentos podem ser um meio potencialmente didático para ser aliado ao Ensino de matemática por conta da mobilização dos conhecimentos que podem emergir do seu manuseio.

---

1 Sobre historiografia atualizada, consulte Beltran, Saito e Trindade (2014); Saito (2015).

2 Estudos sobre esse assunto podem ser encontrados em Batista (2018); Pereira e Saito (2019); Alves (2019); Albuquerque (2019); Oliveira (2019).

3 Estudos que versam sobre instrumentos são encontrados em Warner (1990); Van Helden e Hawkins (1994); Taub (2009); Bennett (2011).

Dessa maneira, como forma de contribuir para estudos que abrangem essa categoria, ou seja, a utilização de instrumentos matemáticos contidos em um tratado no ensino de matemática, escolheu-se o instrumento *Crosse-staff*, especificamente, a escala dos números, posteriormente conhecida por compor a escala de Gunter, um tipo de régua de cálculo, contido no tratado *The description and use of the Sector. The description and use of the Sector. The Crosse-Staffe and other instruments. For such as are studious of Mathematicall practise*, de Edmund Gunter, publicado em 1623.

Assim, este capítulo tem o objetivo de apresentar propostas de atividades didáticas a partir de potencialidades da escala dos números de Gunter para a construção e a aplicação nas operações de multiplicação e divisão para a formação dos professores de matemática.

Dessa forma, a pesquisa se caracteriza como uma pesquisa qualitativa, já que busca “[...] explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32).

A pesquisa tem cunho documental, visto que se apropria de “[...] documentos que não sofreram tratamento analítico, ou seja, que não foram analisados ou sistematizados” (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015, p. 57). O documento escolhido é datado do início do século XVII, intitulado *The description and use of the Sector. The Crosse-Staffe and other instruments. For such as are studious of Mathematicall practise*, de Edmund Gunter, a versão utilizada,

neste estudo, é a publicada em 1623. Ainda, é uma pesquisa bibliográfica, posto que se baseia em estudos que já foram publicados, como artigos e livros (GIL, 2017).

Portanto, apresenta-se uma visão preliminar do contexto do tratado *The description and use of the Sector. The Crosse-Staffe and other instruments...* e de seu autor Edmund Gunter. Em seguida, apresentamos a construção da escala dos números voltada para uma proposta de implementação no ensino de matemática. Posteriormente, abordamos o manuseio dessa escala para as operações de multiplicação e divisão, trazendo sugestões para a formação docente.

## **2. EDMUND GUNTER E SEU TRATADO *THE DESCRIPTION AND USE OF THE SECTOR. THE CROSSE-STAFFE AND OTHER INSTRUMENTS...***

O século XVI, na Inglaterra, foi marcado pelo governo da família Tudor, no ano de 1559, houve a coroação de Elizabeth, que se tornou a rainha Elizabeth I. Seu governo, no que se diz respeito às matemáticas, teve grande foco na prática da navegação, voltando-se os aspectos matemáticos para questões práticas (ROSS, 1975; WILSON, 1844).

O conselheiro financeiro da rainha, Thomas Gresham (1519-1579), teve expressiva influência no âmbito da aliança entre a matemática acadêmica e a matemática prática, que já estava em expansão e em discussões nas palestras ministradas por Thomas Hood em Londres e pelos artesãos de instrumentos matemáticos. Thomas Gresham foi respon-

sável pela criação de Gresham College<sup>4</sup>, que foi a faculdade que uniu a tradição erudita e prática das matemáticas (CORMACK, 2017).

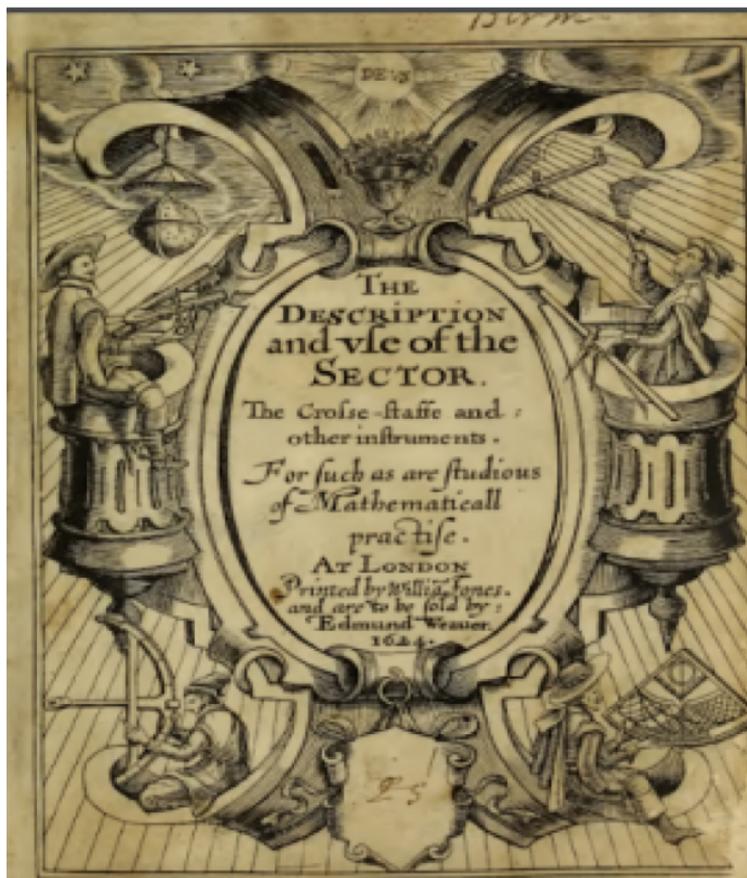
Edmund Gunter foi um estudioso inglês nascido em 1581, em Hertfordshire, foi educado em Westminster School e na Christ Church em Oxford, obteve a graduação de Bacharel em Artes no ano de 1603, posteriormente, alcançou a titulação de Mestre em Artes em 1605. Gunter, também, foi padre da igreja St. George's no ano de 1615 e, no mesmo ano, recebeu o título de Bacharel em Divindades. Apesar de sua função eclesiástica, Edmund Gunter não se distanciou dos estudos sobre as matemáticas (WARD, 1740).

Após assumir sua posição de padre, Gunter foi convidado, em 1619, para ser professor de astronomia da Gresham College, assumindo o cargo no dia 6 de março de 1619. Na Gresham, Gunter teve contato com vários tipos de estudos matemáticos que lhe possibilitaram desenvolver seu tratado *The description and use of the Sector. The Crosse-staffe and other instruments. For such as are studious of Mathematicall practise* (Figura 1), publicado, em sua primeira versão, em 1623, que é a versão adotada aqui.

---

<sup>4</sup> Universidade fundada em Londres com foco em aulas de astronomia e geometria (CHAR-TRES; VERMONT, 1998).

Figura 1 – Frontispício de *The description and use of the Sector. The Crosse-Staffe and other instruments...*



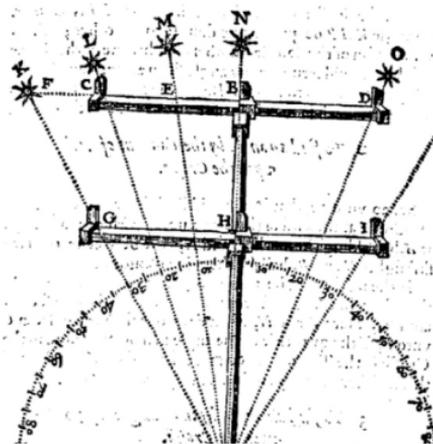
Fonte: Gunter (1624, frontispício).

Esse tratado foi considerado “o mais importante trabalho de ciências da navegação publicado no século XVII” (COTTER, 1981, p. 363), por causa de seus assuntos inovadores, como o uso dos logaritmos de base dez para a efetuação de cálculos e na prática da navegação.

Gunter (1623) traz a descrição e o uso de quatro instrumentos matemáticos, a saber: o Setor, o *Cross-Staff*, o *Cross-bow* e o Quadrante, distribuídos em duas partes, e cita dois tratados da época para a construção de algumas escalas do *Cross-staff*, o *Canon Trigulorum* (1620), do próprio autor, e o *Chilias Prima* (1617), de Henry Briggs (1561 – 1630).

Os instrumentos abordados na obra já são apresentados no frontispício do tratado, assim como para quem esse estudo é direcionado. Gunter deixa claro que esse documento é voltado para aqueles que são estudiosos de matemática prática em razão da utilização dos instrumentos. No que se refere à estrutura desse estudo de Gunter (1623), é dividido em duas partes, sendo a primeira sobre o instrumento Setor, em três livros, e a segunda parte trazendo a descrição e o uso do *Cross-staff* (Figura 2) em três livros e dois apêndices, um no segundo e outro no terceiro livro, apresentando dois instrumentos, o *Cross-bow* e o Quadrante, respectivamente.

Figura 2 – Cross-staff de Gunter



Fonte: Gunter (1623, p. 9).

O *Cross-staff* é apresentado no primeiro livro da segunda parte do tratado, em que Gunter (1623, p. 1, tradução nossa) inicia trazendo sua definição:

*Crosse-Staffe* é um instrumento muito conhecido por homens do mar, e muito usado por astrônomos antigos e outros, servindo astronomicamente para observação de altitude e ângulos de distância no céu, geometricamente para alturas e distâncias perpendiculares na terra e no mar.

Gunter (1623) retrata que esse instrumento é utilizado por astrônomos, para medição e para navegação. Roche (1981) indica que, além desse instrumento ser atribuído a esses fins, Gunter, também, transformou-o em um instrumento de cálculo a partir das escalas das proporções inscritas no *staff*.

Na obra, o autor deixa claro que o *Cross-Staff* já foi proposto, anteriormente, por Rainer Gemma Frisius<sup>5</sup> (1508 – 1555) em um tratado em latim e por Thomas Hood<sup>6</sup> (1556 – 1620) em inglês. Contudo, a sua versão do instrumento *Cross-staff* difere desses outros devido às escalas de sua autoria, as escalas das proporções.

As escalas das proporções são quatro: a escala dos senos artificiais, das tangentes artificiais, dos senos versados e a escala dos números, que será mais aprofundada no decorrer deste capítulo.

---

5 A obra referida de Frisius é denominada *Rádio astronômico e geométrico liber*, publicada em 1558.

6 Essa obra a qual Gunter se refere é chamada *The use of the Two Mathematicall Instruments, the Crosse Staffe (differing from that in common use with the mariners) And the Jacobs Staffe: set forth Dialogue wise in two Treatises: the one most commodious for the Mariner, the other profitable for the Surveyor to take the length, height, depth or breadth of anything measurable* e foi publicada em 1590.

### 3. CONSTRUÇÃO DA ESCALA DOS NÚMEROS

Gunter (1623, p. 2, tradução nossa) classifica as escalas que são inscritas no *staff* em quatro tipos: “uma delas serve para medir e prolongar, uma para observação de ângulos, uma para o mapa do mar e as quatro outras para trabalhar proporções de vários tipos”.

Dentre as escalas das proporções, encontra-se a escala dos números. Gunter (1623, p. 2, tradução) descreve que “a escala dos números anotada com a letra N é dividida desigualmente em 1000 partes e numerada com 1. 2. 3. 4. Até 10”.

Após descrever todas as escalas inscritas no instrumento *Cross-staff*, Gunter (1623) dá mais detalhes sobre suas construções. No que se refere à escala dos números, ele relata que ela é construída a partir do tratado *Chilias Prima*, publicado em 1617, de autoria de Henry Briggs, o qual traz diversas tabelas contendo logaritmos muito semelhantes ao que temos, atualmente, na base 10.

Na escala dos números descrita por Gunter (1623), ele a divide, desigualmente, em 1000 partes, para que os cálculos possam ser os mais exatos possíveis. Para realizar as marcações da escala dos números, precisa-se dos 1000 logaritmos dispostos nas tabelas de Briggs.

Para a construção proposta, aqui, utilizou-se somente os dez primeiros logaritmos, assim, a escala terá 10 marcações ao invés de 1000, como propôs Gunter (1623). Na Figura 3, encontram-se os dez logaritmos que serão utilizados para fazer as marcações dessa escala.

Figura 3 – Tabela logarítmica para construção da escala dos números

Logarithmi.	
1	00000,00000,00000
2	03010,29995,66398
3	04771,21254,71966
4	06020,59991,32796
5	06989,70004,33602
6	07781,51250,38364
7	08450,98040,01426
8	09030,89986,99194
9	09542,42509,43932
10	10000,00000,00000
11	10412,01684,14811

Fonte: Briggs (1617, p. 2).

Percebe-se que não é viável construir a escala com os números correspondentes aos logaritmos da tabela em virtude do logaritmo de dez, pois ele equivale a 10000,00000,00000 na tabela de Briggs, logo, a escala teria um tamanho muito pequeno, já que há 14 casas decimais e uma casa de número inteiro.

Dessa maneira, observamos que se a escala for marcada com esses valores, o tamanho real da escala dos números seria muito pequeno para a manipulação. Então indicamos que se utilize uma escala de ampliação, na qual a distância gráfica ( $d$ ) é maior que a distância real ( $D$ ). É indicado, ainda, que a distância gráfica seja igual a 10 e que sejam consideradas somente quatro casas decimais das 14 dispostas nos logaritmos de Briggs. De forma matemática:

$$\begin{aligned}
 10(\log 2) &= 10(0,3010) = 3,010 = \overline{AB}; \\
 10(\log 3) &= 10(0,4771) = 4,771 = \overline{AC}; \\
 10(\log 4) &= 10(0,6989) = 6,989 = \overline{AD}; \\
 &\dots \\
 10(\log 10) &= 10(1) = 10 = \overline{AJ}.
 \end{aligned}$$

Como foi mostrado,  $\log 10 = 10 = \overline{AJ} = D$  (tamanho real da escala). Desse modo, a escala dos números será 10 vezes maior que a escala no tamanho original. Assim, a graduação da escala dos números se inicia com a marcação do número 1 e, a partir dele, traça-se o segmento  $\overline{AB} = \log 2 = 3,010$ , da mesma forma, para o segmento  $\overline{AC} = \log 3 = 4,771$ . como se observa na Figura 4:

Figura 4 – As primeiras marcações da escala dos números



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Portanto, todas as dez marcações da escala partirão do ponto A e cada segmento representa um logaritmo, em outras palavras, o segmento  $\overline{AB} = \log 2$ ,  $\overline{AC} = \log 3$ ,  $\overline{AD} = \log 4$ ,  $\overline{AE} = \log 5$ ,  $\overline{AF} = \log 6$ , assim até a marcação do segmento  $\overline{AJ} = \log 10$ , que corresponde à escala completa.

Para a sala de aula, sugere-se que o professor realize a primeira marcação da escala, para que os alunos possam perceber como é o processo de construção. Sugerimos que as demais marcações sejam feitas pelos alunos em uma atividade para a sala de aula.

Com a escala construída, há algumas possibilidades para o seu manuseio. Apresentamos a seguir como é feito o uso da escala dos números para efetuar as operações de multiplicação e divisão com o auxílio do compasso.

#### 4. MANUSEANDO A ESCALA DOS NÚMEROS PARA REALIZAR MULTIPLICAÇÕES

No tratado *The description and use of the Sector. The Crosse-staffe and other instruments...*, o autor explica o uso dessa escala no capítulo seis do primeiro livro do instrumento *Cross-staff* e reforça que para fazer o manuseio dessa escala, é preciso o uso do compasso.

Para multiplicar um número pelo outro, Gunter (1623, p. 20, tradução nossa) explica o manuseio e apresenta um exemplo:

Estenda o compasso de 1 para o multiplicador; na mesma extensão aplicada da mesma maneira, deve chegar do multiplicando ao produto. Como se os números a serem multiplicados fossem 25 e 30: estenda o compasso de 1 para 25, e a mesma extensão dará a distância de 30 para 750; ou estendê-lo de 1 para 30, e a mesma extensão deve atingir de 25 a 750.

Logo, o primeiro passo para fazer a multiplicação é colocar uma ponta do compasso no número 1 da escala e, em seguida, estender a outra ponta até o multiplicador, no exemplo que Gunter (1623) apresenta, o multiplicador é o número 25. Para essa multiplicação, deve-se considerar a escala multiplicada por dez, desse modo, obtém-se a representação da Figura 5.

Figura 5 – Primeiro passo da multiplicação



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

O segmento em vermelho corresponde à abertura das pernas do compasso em cima da escala dos números. Para encontrar o produto da multiplicação de 25 por 30, esten-

de-se o compasso com a mesma abertura do multiplicando 30 e o produto será encontrado na outra ponta do compasso sobre a escala (Figura 6).

Figura 6 – Encontrando o resultado da multiplicação



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Gunter (1623) não explica o porquê de o produto resultar em 750 na escala. Essa pode ser uma pergunta levantada em sala de aula para que os alunos conjecturem o motivo de, na escala, quando feita essa multiplicação, o resultado não ser 75 e sim 750.

O autor, ainda, ressalta que, considerando o número 30 como multiplicador e o 25 como multiplicando, o produto será o mesmo. Essa afirmação pode ser validada em sala de aula com o manuseio da escala e o professor pode levantar questionar o motivo de o produto ser o mesmo.

Sugerimos que o professor realize o manuseio da escala dos números para efetuar alguns exemplos de multiplicações para estabelecer o conhecimento e levar uma atividade para os alunos operarem com a escala.

## 5. MANUSEANDO A ESCALA DOS NÚMEROS PARA REALIZAR DIVISÕES

Para o uso da escala dos números para realizar divisões, Gunter (1623, p. 20, tradução nossa) apresenta o manuseio a partir de um exemplo, o autor diz que para “estender o compasso do divisor para 1, a mesma extensão

alcançará do dividendo ao quociente. Portanto, se 750 fosse dividido por 25, o quociente seria 30". No exemplo exposto por Gunter (1623), o dividendo é o número 750 e o divisor é 25, com o manuseio da escala, obtém-se o quociente 30. O procedimento é análogo ao da multiplicação, entretanto, a movimentação do compasso, na escala, é inversa ao apresentado na multiplicação.

O professor pode realizar mais alguns exemplos sobre a operação de divisão e instigar os alunos, por meio de atividades com a escala para o cálculo de divisões, a propor uma explicação para o fato de o processo de manipulação da escala para obter o quociente da operação ser o mesmo para a multiplicação.

## 6. CONCLUSÕES

Com as discussões recentes sobre a história ser articulada ao ensino de matemática sob uma perspectiva atualizada de considerar a história, uma maneira de fazer essa aliança é apropriando-se de um tratado histórico que contenha um instrumento matemático que possa ser potencialmente didático.

Assim, foi escolhido o tratado de Edmund Gunter, intitulado *The description and use of the Sector. The Crosse-staffe and other instruments...*, de 1623 e, a partir dele, escolhemos a escala dos números para se traçar propostas de implementação no ensino de matemática, especificamente, multiplicação e divisão.

Dessa maneira, apresentamos o tratado, bem como o autor da obra, de forma breve. Em seguida, apresenta-

mos a construção dessa escala com indícios presentes no documento histórico e, por fim, foram propostas algumas atividades para sua implementação no ensino, por meio da manipulação, para realizar operações de multiplicação e divisão.

Espera-se que os professores conheçam uma possibilidade de agregar a história ao ensino para fornecer questionamentos e, posteriormente, a construção do conhecimento dos alunos acerca da multiplicação e da divisão por intermédio do manuseio da escala dos números de Edmund Gunter.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Suziê Maria de. **Um estudo sobre a articulação entre a multiplicação contida no *Traité de Gerbert (1843)* e o ensino na formação de professores de matemática.** 2019. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

ALVES, Verusca Batista. **Um estudo sobre os conhecimentos matemáticos mobilizados no manuseio do instrumento círculos de proporção de William Oughtred.** 2019. 153 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

BATISTA, Antonia Naiara de Sousa. **Um estudo sobre os conhecimentos matemáticos incorporados e mobilizados na construção e no uso da balhestilha, inserida no documento *Chronographia, Reportorio dos Tempos...*, aplicado na formação de professores.** 2018. 114f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <<http://pgcem.fortaleza.ifce.edu.br/wp-content/uploads/2018/11/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Antonia-Naiara-de-Sousa-Batista.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2020.

BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu; TRINDADE, Lais dos Santos Pinto. **História da Ciência para Formação de Professores.** São Paulo: Livraria da Física, 2014. (Temas em história da ciência).

BENNETT, Jim. Knowing and doing in the sixteenth century: what were instruments for?. **The British Journal For The History Of Science**, [s.l.], v. 36, n. 2, p. 129-150, jun. 2003. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s000708740300503x>. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S000708740300503X>. Acesso em: 31 maio 2020. BRIGGS, Henry. **Logarithmorum Chilias Prima**. London, 1617.

CORMACK, Lesley B.. Mathematics for Sale: Mathematical Practitioners, Instrument Makers, and Communities of Scholars in Sixteenth-Century London. In: CORMACK, Lesley B.; WALTON, Steven A.; SCHUSTER, John A. (ed.). **Mathematical Practitioners and the Transformation of Natural Knowledge in Early Modern Europe**. 45. Ed. Cham: Springer, 2017. (Studies in History and Philosophy of Science).

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Ufrgs, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2017.

GUNTER, Edmund. **The Description and use of the sector. The Crosse-staffe and reen instruments. For such as are studious of Mathematicall practise**. London: William Jones, 1623.

KRIPKA, Rosana Maria Luvezute; SCHELLER, Morgana; BONOTTO, Danusa de Lara. La investigación documental sobre la investigación cualitativa: conceptos y caracterización.. **Revista de Investigaciones Unad**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 55, 24 nov. 2015. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <http://dx.doi.org/10.22490/25391887.1455>. Disponível em: <https://doi.org/10.22490/25391887.1455>. Acesso em: 11 jun. 2020.

OLIVEIRA, Francisco Wagner Soares. **Sobre os conhecimentos geométricos incorporados na construção e no uso do instrumento jacente no plano de Pedro Nunes (1502-1578) na formação do professor de matemática**. 2019. 200f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

PEREIRA, Ana Carolina Costa; SAITO, Fumikazu. A reconstrução do Báculo de Petrus Ramus na interface entre história e ensino de matemática. **Revista Cocar**, [s.l.], v. 13, n. 25, p. 342-372, fev. 2019. Universidade do Estado do Para. <http://dx.doi.org/10.31792/rc.v13i25>. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/2164>. Acesso em: 20 maio 2019.

ROCHE, John J.. The radius astronomicus in England. **Annals Of Science**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 1-32, jan. 1981. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00033798100200101>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00033798100200101>. Acesso em: 20 out. 2020.

ROSS, Richard P. The Social and Economic Causes of the Revolution in the Mathematical Sciences in Mid-Seventeenth-Century England. **Journal Of British Studies**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 46-66, 1975. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1086/385678>.

SAITO, Fumikazu. **História da matemática e suas (re) construções contextuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

TAUB, Liba. On scientific instruments. **Studies In History And Philosophy Of Science Part A**, [S.L.], v. 40, n. 4, p. 337-343, dez. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.shpsa.2009.10.002>.

VAN HELDEN, Albert; HANKINS, Thomas L.. Introduction: instruments in the history of reench. **Osiris**, [S.L.], v. 9, p. 1-6, jan. 1994. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1086/368726>.

WARD, John. **The lives of the reench of Gresham College**: to which is prefixed the life of the founder, sir Thomas Gresham. London: John Moore, 1740.

WARNER, Deborah Jean. What is a scientific instrument, ree did it become one, and why? **The British Journal For The History Of Science**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 83-93, mar. 1990. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0007087400044460>.

WILSON, Effingham. **Wilson's Description of the New Royal Exchange, Including isso Historical Notice of the Former Edifices; And a Brief Memoir of Sir Thomas Gresham, Knt., Founder of the Original Burse in the Reign of Queen Elizabeth**. London: EffinghamWilson, 1844.

## CAPÍTULO 11.

### **ANÁLISE DO RECURSO EDUCACIONAL DIGITAL ILHA DAS OPERAÇÕES: EM BUSCA DAS PEDRAS SOMARTIUS E SUBTRARTIUS À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS**

*Nassara Maia Cabral Cardoso Gomes*

*Juscileide Braga de Castro*

*William Leonardo Gómez Lotero*

#### **RESUMO**

O presente artigo traz a análise das potencialidades pedagógicas de um Recurso Educacional Digital (RED) de Matemática intitulado Ilha das Operações: Em busca das pedras *Somartius* e *Subtrartius*. O recurso é voltado para os estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental e foi elaborado a partir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com base na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Vergnaud, contemplando as Estruturas Aditivas. O RED faz parte das ações do Projeto Mídias na Educação (MIDE), financiado pelo Ministério da Educação (MEC). Este RED foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, objetivando auxiliar professores e alunos no que tange ao ensino e a aprendizagem, principalmente atualmente, quando vivenciamos o ensino remoto emergencial, ocasionado pela pandemia da COVID-19. Por isso, é cada vez mais necessário explorar a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TDIC) no cenário atual. A metodologia adota-

da foi a pesquisa qualitativa. Nos resultados, apresentamos a análise do recurso quanto às situações, representações e invariantes, formando, assim a tríade SRI, proposta por Vergnaud e colaboradores. Consideramos que o recurso é adequado para a utilização de alunos e professores, tendo em vista que o uso é acessível em modo *offline* e pode ser usado também em celulares, *tablets*, dentre outros.

*Palavras-chave:* Recurso educacional digital, Teoria dos campos conceituais, Base Nacional Comum Curricular.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da Matemática é importante devido sua aplicação nas atividades cotidianas. A Matemática não se limita apenas à contagem, medição de objetos, grandezas, bem como técnicas de cálculo com os números e grandezas. Estuda-se, também, a incerteza de fenômenos aleatórios (BRASIL, 2017).

Sabe-se que o ensino de Matemática é desafiador. As dificuldades em resolver situações do campo das estruturas aditivas, ou seja, que envolvem adição e subtração, são apresentadas em documentos como o Sistema de Avaliação de Educação Básica (SAEB) através dos resultados em larga escala. Dentre as dificuldades observadas, mais da metade dos alunos (51,10%) saem do 5º ano sem conseguir resolver situações que envolvem adição e subtração (BRASIL, 2019).

Acreditar na premissa de que somar e subtrair é uma atividade fácil pode ser um equívoco. Faz-se necessário conhecer as dificuldades que os alunos encontram

ao solucionar problemas no campo das estruturas aditivas, compreendendo o porquê os alunos não aprendem tais estruturas de uma maneira geral (MAGINA *et al.*, 2010).

As estruturas aditivas são um conjunto de situações, em que o tratamento necessita de uma ou mais adições e subtrações ou até a combinação das duas operações, bem como um conjunto de teoremas e conceitos que analisam as situações como tarefas matemáticas (VERGNAUD, 1996; 2009).

Pesquisas (CASTRO-FILHO; FREIRE; CASTRO, 2017; CASTRO, 2016) indicam que a aprendizagem da matemática pode ser favorecida pela utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). O uso e a produção de TDIC também é apontada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por meio da exploração de uma competência geral, relacionada à cultura digital. Esta competência é precursora das mudanças sociais significativas na contemporaneidade, em detrimento do crescimento das TDIC, bem como o crescimento do acesso a estas pela maior disponibilidade de telefones celulares, computadores, *tablets*, dentre outros (BRASIL, 2017).

Há de se ressaltar, ainda, o surgimento de novas maneiras de interação professor-aluno, mais recentemente vivenciadas com o ensino remoto emergencial, possibilitando o acompanhamento e a criação de meios para o professor “estar junto” dos alunos através do diálogo, experiências interativas, resolução de problemas e compartilhamento de informações, apesar da distância física imposta pela pandemia (ARRUDA, 2020).

O ano de 2020 iniciou com o surgimento de um novo vírus, covid-19. Advindo da China no final de 2019, este

vírus possui elevado grau de contaminação por causa da velocidade de sua propagação e de como afeta as pessoas. O isolamento social foi uma medida adotada pelos governos e trouxe mudanças radicais na economia, com o fechamento obrigatório de muitos setores. Em relação à educação, o vírus promoveu desconstruções sobre a maneira de como a sociedade vê o ensino e a aprendizagem atualmente, uma vez que para atender ao isolamento, as escolas passaram a adotar o ensino remoto emergencial (ARRUDA, 2020).

Diante das incertezas ocasionadas pela pandemia, as tecnologias digitais na cultura contemporânea foram utilizadas para criar novas possibilidades de comunicação e de expressão, fazendo cada vez mais parte da nossa rotina. As tecnologias têm apresentado novos modos de comunicação através do uso e da criação de imagens, de sons, de animações e a da combinação de tais materiais (ROJO; MOURA, 2012).

A utilização de tecnologias com o foco na educação apresenta vantagens, quais sejam: produção de conteúdo, representação de gráficos, simulação de situações reais, facilidade de representação e visualização de gráficos, dentre outros. Dependendo da mediação, as tecnologias podem oportunizar a construção de significados, possibilitando o engajamento dos estudantes (CASTRO, 2012).

Os diferentes aportes tecnológicos promovidos pela internet podem auxiliar o trabalho com as múltiplas representações. Os Recursos Educacionais Digitais (RED) têm sido cada vez mais usados no ambiente escolar, objetivando auxiliar em situações de ensino em que apenas o uso de materiais impressos ou manipulativos não são suficientes (CASTRO, 2016).

Diante do exposto, o presente artigo objetiva analisar as potencialidades pedagógicas de um Recurso Educacional Digital de Matemática intitulado *Ilha das Operações: em busca das pedras Somartius e Subtrartius*. O RED foi elaborado por um grupo multidisciplinar e é destinado ao 3º ano do Ensino Fundamental.

Pelo anterior, consideramos que os processos de ensino-aprendizagem que envolvem Recursos Educacionais Digitais na educação matemática auxiliam o conjunto de metodologias didáticas, inserindo novas oportunidades e desafios para se pensar as relações entre objetos, sistemas, humanos e natureza. Portanto, os elementos gráficos, visuais e de som fazem do processo educativo uma outra experiência para desenvolver habilidades e competências na busca da fluência tecnológico-pedagógica tanto nos discentes quanto nos docentes (MALLMAN e MAZARDO, 2017).

Serão apresentados, no referencial teórico, estudos acerca da Teoria dos Campos Conceituais, sobretudo relacionados às Estruturas Aditivas, bem como construtos acerca das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), tendo em vista que se trata da análise de um RED. Na sequência, apresentaremos a metodologia de pesquisa, que consiste na análise do RED *Ilha das Operações*, prosseguindo com os resultados e discussões. Por fim, têm-se as considerações finais deste artigo.

## A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS E AS ESTRUTURAS ADITIVAS

A aprendizagem é um fenômeno social, por isso sua importância para pesquisadores da matemática avançarem em constructos que possam explorar as ferramentas da *web* para proporcionar a aprendizagem de conceitos matemáticos (CASTRO-FILHO; FREIRE; CASTRO, 2017).

Neste sentido, é importante verificar estudos relacionados ao desenvolvimento bem como à aprendizagem. Dentre estes estudos, destacamos a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Vergnaud, que explica que o domínio dos conceitos matemáticos envolve um conjunto de conceitos que formam um campo conceitual (MAGINA *et al*, 2001).

Vergnaud (1993, p.9) define um campo conceitual como “um conjunto de situações ou problemas, em que a análise e o tratamento pedem diversos tipos de conceitos, representações simbólicas e procedimentos, que se apresentam em conexão uns com os outros”. Desta forma, o conjunto de situações, representações e invariantes formam o campo conceitual. Tal campo envolve conceitos, quais sejam: transformação, medida, diferença, comparação, inversão, dentre outros (MAGINA *et al.*, 2010).

O desenvolvimento do campo conceitual requer a visualização do conceito formado por uma terna de conjuntos, quais sejam: **S**, que é o conjunto de situações que transformam o conceito de forma significativa; **I**, que é um conjunto de invariantes, tais como: objetos, propriedades e relações, em que estas podem ser reconhecidas e usadas pelo sujeito a fim de analisar e dominar as situações; **R** são o conjunto de representações simbólicas que podem repre-

sentar e pontuar os invariantes e, com isso, representam as situações bem como os procedimentos (VERGNAUD, 1993; 2009).

Conforme afirmam Magina *et al.* (2001), um conceito precisa de um longo período para se desenvolver. O desenvolvimento de conceitos requisita de experiências envolvendo um grande número de situações, dentro e fora da escola. Destarte, o indivíduo se apropriará das representações simbólicas, bem como dos invariantes operatórios. Através das situações, representações e dos invariantes operatórios serão formados os conceitos (MAGINA *et al.*, 2010).

O conjunto de situações tem relação com a realidade. Já os invariantes são componentes cognitivos indispensáveis aos esquemas que possui relação com a operacionalidade do conceito. A representação simbólica, por sua vez, envolve a linguagem natural, diagramas, gráficos e sentenças formais, utilizadas para representar as situações, bem como os invariantes operatórios (SOUZA, 2015).

De acordo com a Teoria dos Campos Conceituais, existem vários campos: aditivo, multiplicativo e algébrico, por exemplo. Esta pesquisa focou no campo aditivo, com o objetivo de entender melhor como as Estruturas Aditivas são exploradas no RED Ilha das Operações: em busca das pedras *Somartius* e *Subtrartius*.

Magina *et al.* (2001, p.19) explicam: “Para dominar as estruturas aditivas, o aluno precisa ser capaz de resolver diversos tipos de situações-problema. Não basta saber operar um cálculo numérico”. Ou seja, por trás de uma operação simples como **3+7**, podem-se encontrar problemas mais elaborados.

A partir dessa ideia, Magina *et al.* (2001) ressaltam que é muito comum os estudantes perguntarem ao professor quando da resolução de uma situação: é de mais ou de menos? Ao explorar a resolução de situações aditivas é preciso que o professor tenha cuidado para não enfatizar a operação, mas as relações e as ideias presentes em cada situação.

Isso acontece quando o aluno percebe verbos como “achar”, “ganhar”, “perder”, que são enfatizados como palavras-chave pelo professor, fazendo com que o aluno não tenha interesse pelo problema, e sim achar rapidamente a resposta. Destarte, ensinar o conceito de adição não significa que deve ficar repetindo situações parecidas, com as mesmas ideias e mudando apenas os números, por exemplo. É necessário que a criança se familiarize com a prática de resolução de situações, porém, explorando as diferentes ideias e campos numéricos (MAGINA *et al.*, 2001).

Magina *et al.* (2001) afirmam que, diante dos conceitos e situações, o professor deve entender o porquê de estar apresentando situações-problemas para os seus alunos, se a complexidade está à altura de seus entendimentos cognitivos e se ele mesmo compreende o que está preparando.

Com base em pesquisas de Vergnaud (1993), os conceitos matemáticos têm sentido através de diferentes situações e com um conjunto de representações. Castro (2016) reitera a relevância em se trabalhar com diferentes representações, objetivando mobilizar diferentes invariantes, bem como traz significado aos estudantes quando resolverem as situações.

O RED Ilha das Operações: em busca das pedras *Somartius* e *Subtrartius* busca desenvolver conceitos matemáticos através de narrativas que consideram contextos reais e fictícios e que exploram as situações do cotidiano,

fazendo o uso de múltiplas linguagens, tornando o recurso interessante aos alunos e, dessa forma, consigam realizar as atividades propostas pelo recurso.

Sabe-se que professores e pesquisadores estão preocupados em apresentar novas técnicas e metodologias que seja de fácil compreensão de situações problemas que envolvem o campo aditivo. A TCC é a teoria que fundamenta o RED, pois este trabalha o campo aditivo. Compreender a adição e a subtração envolve aspectos além do cálculo numérico, bem como em identificar o problema como uma conta de mais ou de menos (CASTRO *et al.*, 2020).

Analisaremos na metodologia o RED Ilha das Operações, apresentando as interfaces do recurso.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta é uma pesquisa qualitativa, pois se preocupa em trabalhar com um universo de significados, aspirações, motivações, valores, crenças e atitudes de fenômenos e processos que não devem ser produzidos a operacionalização de variáveis (MINAYO, 2001).

A metodologia se baseará em analisar as potencialidades pedagógicas de um Recurso Educacional Digital (RED) de Matemática intitulado Ilha das Operações: em busca das pedras *Somartius* e *Subtrartius*. O referido RED é classificado como jogo. Castro *et al.* (2020) apresentaram este RED, pois perceberam em pesquisas anteriores o potencial das representações múltiplas, bem como as dificuldades conceituais que os estudantes do Ensino Fundamental apresentam na resolução de situações aditivas.

O RED objetiva contribuir para o desenvolvimento de habilidades relativas ao 3º ano do Ensino Fundamental, situadas nas unidades temáticas de Números, destacadas na BNCC. Faz parte das ações do Projeto Mídias na Educação (MIDE), financiado pelo Ministério da Educação (MEC). Este RED foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar composta por professores de Matemática, alunos dos cursos de graduação e graduados em Pedagogia, bem como professores da graduação e pós-graduação. Os participantes foram divididos em duas equipes, quais sejam: técnica e pedagógica.

Para a construção do RED, foi criado o documento de contextualização e, posteriormente, o *storyboard* pela equipe pedagógica, nos quais encontram-se a sequência de telas, atividades e textos, bem como o fluxo de utilização do RED. A equipe técnica, por sua vez, construiu os elementos gráficos, sonoros e a junção das interações e das ferramentas de programação (CASTRO *et al.*, 2020). Este RED também apresenta o guia do professor, orientando o docente acerca da utilização do recurso, contendo, também, estudos teóricos que baseiam o RED.

O RED Ilha das Operações: em busca das pedras *Somartius* e *Subtratius* apresenta o contexto de uma ilha, onde habitam quatro povos em que a harmonia oferta poder para quatro pedras fundamentais que sustentam o equilíbrio do local. A ilha foi devastada por uma seca e dois povos, do Norte e do Sul, disputam poder e recursos, ocasionando a perda das suas pedras, o que contribui para o processo de destruição da Ilha das Operações. Destarte, apenas o escolhido da profecia reunirá as pedras e salvará a ilha da destruição.

Dessa forma, o usuário, de acordo com a narrativa, é encarregado de trazer a paz entre os povos que estão em conflito e precisará superar três desafios recuperando, ao final, as pedras perdidas. O objetivo do recurso consiste em explorar situações-problema que apresentam o campo aditivo, contemplando as categorias de composição (com ideias de juntar e separar) e transformação (com ideias de acrescentar e retirar).

Nos resultados e discussões apresentaremos as interfaces com as situações seguidas pela análise.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

As potencialidades do RED foram observadas à luz da Teoria dos Campos Conceituais. Para isso, foram analisadas as situações, as representações e os invariantes explorados ao longo do RED. Os três primeiros desafios trazem uma situação de composição, em que se apresenta a quantidade das duas partes envolvidas e se pretende encontrar o todo (Figura 1).

A interface apresentada na figura 1 utiliza a disposição das relações de base da composição de quantidades apresentadas por Vergnaud (2009). A narrativa contribui com a compreensão das operações envolvidas, uma vez que os elementos dos povos são usados nas representações do contexto da situação-problema. O povo do Norte tem como atividade predominante a pesca, por isso, a situação-problema explora o contexto da pesca e utiliza peixes para representar as quantidades envolvidas.

Figura 1 – Interface do primeiro tipo de desafio: situação de composição e relações de base

**SITUAÇÃO-PROBLEMA**

UM GRUPO DE PESCADORES DO NORTE, DO BARCO ESPERANÇA, ESTÁ NO MAR PESCANDO. ELES CONSEGUIRAM PESCAR 17 PEIXES AZUIS E 11 PEIXES DOURADOS. QUANTOS PEIXES ELES CONSEGUIRAM PESCAR?

PEIXES	
AZUIS	17
DOURADOS	11
TOTAL	28

CONFIRMAR

Relações de base

Composição de quantidades

```

    graph LR
      subgraph "Composição de quantidades"
        A[parte] --- B[parte]
      end
      A --- C[todo]
      B --- C
  
```

Fonte: Ilha das Operações: em busca das pedras Somartius e Subtrartius

Destacamos ainda que esta interface traz três desafios com o mesmo tipo de situação: composição com as partes conhecidas e o todo desconhecido, logo, tem como cálculo relacional a adição. Estas situações têm a ideia de juntar quantidades; utilizam representações textuais, pictóricas e numéricas; e um invariante que precisa ser compreendido está na relação entre parte, parte e todo.

Para explorar a ideia de separar quantidade, ou seja, situações de composição que se tem uma parte e o todo conhecidos, o RED traz uma interface parecida com a visualizada na figura 1, mas com contextos diferentes, visto que o povo do Sul tem como atividade principal a construção, logo, utiliza tijolos para representar as quantidades envolvidas (figura 2).

Figura 2 – Interface do segundo tipo de desafio: situação de composição e relações de base

**SITUAÇÃO-PROBLEMA**

OS ALDEÕES DO SUL ESTÃO RECONSTRUINDO AS CASAS DA ALDEIA. ELAS PRECISAM NO TOTAL DE 31 TIJOLOS ENTRE TIJOLOS BRANCOS E TIJOLOS VERMELHOS. ELAS JÁ POSSUEM 12 TIJOLOS BRANCOS. QUAL QUANTIDADE DE TIJOLOS VERMELHOS ELAS PRECISAM?

TIJOLOS	
BRANCOS	12
VERMELHOS	2
TOTAL	31

CONFIRMAR

Relações de base

Composição de quantidades

parte }  
 parte }  
 todo }

Fonte: Ilha das Operações: em busca das pedras Somartius e Subtrartius

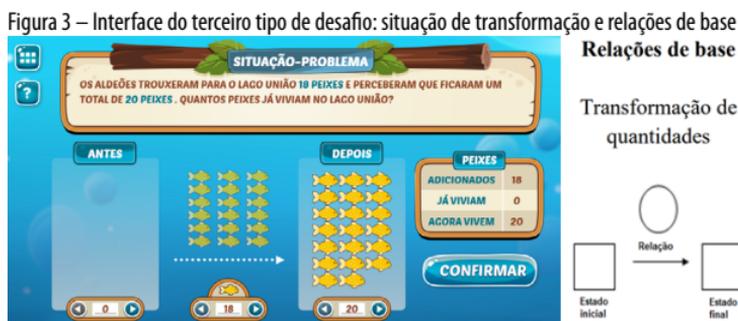
Por se tratar do mesmo tipo de situação da figura 1, as relações de base da figura 2 são as mesmas, diferenciando-se pelas quantidades que são indicadas na situação: uma das partes (tijolos brancos) e o todo (total: tijolos brancos + tijolos vermelhos). Contudo, para encontrar uma das partes, o usuário precisará fazer como cálculo relacional uma subtração ou pensar quanto pode ser somado a uma das partes para encontrar o todo. Portanto, o invariante que precisa ser compreendido também está na relação entre parte, parte e todo.

A figura 3 apresenta a terceira interface que tem situações-problema de transformação, com a ideia de acrescentar e retirar, conforme apresenta Vergnaud (2009). Neste caso, são exploradas transformações positivas (envolve ganhos/aumento), negativas (envolve perdas/diminuição) e transformações desconhecidas – podem envolver ganhos ou perdas (VERGNAUD, 2009).

A temática desta interface apresenta elementos de pesca e construção, em que esses elementos representam

os habitantes do Norte e Sul (figura 3). As situações variam em apresentar o estado inicial, a relação e o estado final, seguindo as relações de base de Vergnaud (2009) para situações de transformação.

Na figura 3, por exemplo, a situação indica a relação (ganho de 18 peixes) e a quantidade total de peixes. O usuário precisará saber o estado inicial, ou seja, quantos peixes viviam no lago União.



Fonte: Ilha das Operações: em busca das pedras Somartius e Subtrartius

Outra situação do tipo transformação que faz parte do RED é: *Os aldeões do Sul estão reconstruindo as casas da aldeia. Eles precisam no total de 5 tijolos entre tijolos brancos e tijolos vermelhos. Eles já possuem 4 tijolos brancos. Qual a quantidade de tijolos vermelhos eles precisam?* Neste caso, o contexto envolve tijolos ao invés de peixes e o que se busca é a quantidade de tijolos vermelhos, pois é dada a quantidade de tijolos brancos, precisando saber a relação. Em cada nível, serão apresentados dois destes componentes e o estudante deverá descobrir a informação pendente.

Ao final de todas as fases, o jogador vai encontrar as duas pedras fundamentais: *Somartius* e *Subtrartius*.

As interfaces apresentadas no RED estão interligadas quanto ao letramento matemático. Desta forma, a BNCC afirma que o desenvolvimento do letramento matemático envolve as habilidades e competências, dentre elas: representar, raciocinar, comunicar e argumentar matematicamente (BRASIL, 2017). O letramento matemático auxilia os alunos a reconhecerem os conhecimentos matemáticos como necessários na compreensão e atuação no mundo, observando o caráter de jogo intelectual do referido componente curricular através do raciocínio lógico e crítico, estimulando, assim, a investigação, podendo ser agradável.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo buscou analisar as potencialidades pedagógicas de um Recurso Educacional Digital (RED) de Matemática intitulado Ilha das Operações: em busca das pedras *Somartius* e *Subtrartius*. Este recurso é voltado para os alunos do 3º ano do Ensino Fundamental e explora as situações que compõem o Campo Aditivo.

Com base nas dificuldades apresentadas por alunos no que concerne a aprendizagem matemática, o RED foi elaborado como proposta pedagógica para que professores e alunos possam utilizar com fins que tangem o ensino e a aprendizagem, além de estar alinhado às habilidades do componente curricular de Matemática para o 3º ano do Ensino Fundamental apresentadas na BNCC, bem como pautadas na Teoria dos Campos Conceituais, com destaque ao Campo Aditivo.

Através da análise do RED, constatou-se que possui interfaces que levam o aluno a resolver as situações-problemas propostas, tendo em vista que o recurso apresenta situações do campo aditivo. Com relação às representações, todas as situações analisadas possuem representações pictóricas, numéricas e textuais, levando ao estudante a mais de uma possibilidade de raciocínio do conceito. Sobre os invariantes, o destaque está nas relações de base.

Evidenciou-se nesta análise que a TCC, em conjunto com o RED, converge na prática de uma Política Pública educacional para o ensino de Matemática nas escolas. As possibilidades de pensar em outros cenários de atuação pedagógica a partir dos RED é uma questão temática geradora de futuras pesquisas e continuidade na criação e divulgação de práticas e atos educativos que fazem das Tecnologias da Informação e da Comunicação um caminho para ressignificar oportunidades de ensino-aprendizagem e na formação de professores.

Pensar o letramento matemático nesta discussão é parte integrante para possibilitar modelos, entre os quais, a tripla relação: conteúdo, docente e discente, poderiam ser viabilizados epistemológica, metodológica e ontologicamente ao se questionar a complexidade matemática no seu campo social e educativo. Portanto, o letramento matemático, a TCC e os RED estão no caminho da fluência tecnológico-pedagógica

Além da TCC, a elaboração do RED buscou alinhá-lo à BNCC, tendo em vista que o referido documento direciona a educação básica no Brasil.

Desta forma, acredita-se que o RED Ilha das Operações: Em busca das pedras *Somartius* e *Subtrartius* é um recurso adequado para a utilização por professores e alu-

nos. Além de se alinhar aos conceitos matemáticos apresentados e às habilidades previstas no componente curricular de Matemática da BNCC, o mesmo pode ser utilizado *offline* não só em *desktop*, mas também em *smartphones*, *tablets*, entre outros.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, E. P. (2020) **Educação remota emergencial: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19**. “EmRede”: Revista de Educação a Distância, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 257-275.

BRASIL. **Relatório SAEB 2017**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasil (2019)

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_publicacao.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf)>. Acesso em: 28 de Novembro de 2020.

CASTRO, J. B. **A utilização de objetos de aprendizagem para a construção e compreensão de gráficos estatísticos**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

CASTRO, J. B. **Construção do conceito de covariação por estudantes do ensino fundamental em ambientes de múltiplas representações com suporte das tecnologias digitais**. 2016. 275f. – Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, Fortaleza (CE), 2016.

CASTRO FILHO, J. A.; FREIRE, R. S.; CASTRO, J. B. (2017) **Tecnologia e Aprendizagem de Conceitos Matemáticos**. *JIEEM* v.10, n.2, p. 93-98.

CASTRO, J. B.; FREITAS, F.Y. M. de; RUFINO, L. L. M.; SOUSA, J. S; OLIVEIRA, R. M.; GOMES, N. M.C.C; MEDEIROS, M. D; CASTRO FILHO, J. A.. **Ilha das operações**: um recurso educacional digital com múltiplas representações para a compreensão do campo aditivo. Um recurso educacional digital com múltiplas representações para a compreensão do campo aditivo. 2020. Disponível em: <https://cbie.ceie-br.org/2020/>. Acesso em: 26 out. 2020.

MAGINA, S., CAMPOS, T. M. M., NUNES, T.; GITIRANA, V.. (2001). **Repensando adição e subtração**: contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. São Paulo, Brasil: PROEM.

MAGINA, S. P.; SANTANA, E. R. S.; CAZORLA, I. M.; CAMPOS, T. M. M. (2010) As Estratégias de Resolução de Problemas das Estruturas Aditivas nas Quatro Primeiras Séries do Ensino Fundamental. *Zetetiké*, Unicamp, v. 18 n. 34, p. 15-50

MALLMAN, E; MAZZARDO, M. **Fluência tecnológico-pedagógica (FTP) e recursos educacionais abertos (REA)**. Santa Maria: Editora da UFSM: GEPETER, 2017.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

ROJO, R; MOURA, E. **Multiletramentos na Escola**. São Paulo: Parábola, 2012.

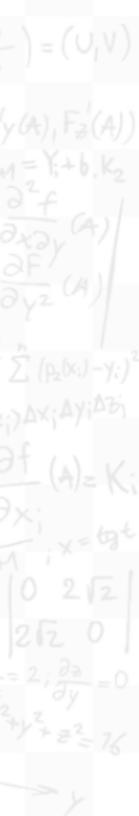
SOUZA, E. I. R. **Estruturas multiplicativas: concepção de professor do ensino fundamental** / Emília Isabel Rabelo Souza. – Ilhéus, UESC, 2015.

VERGNAUD, G. **Teoria dos Campos Conceituais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1993. Projeto Fundão – Instituto de Matemática.

VERGNAUD, G. **A Teoria dos Campos conceituais**. In. BRUN, J. Didáctica das matemáticas. Tradução por Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. P. 155-191.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade: problemas do ensino da matemática na escola elementar**. Tradução Maria Lucia Faria Moro; revisão técnica Maria Tereza Carneiro Soares. Curitiba: Editora da UFPR, 2009.





## CAPÍTULO 12.

### O ARDUINO COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Natasha Porto Alexandre

Mairton Cavalcante Romeu

Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

#### RESUMO

A Física é uma disciplina que estuda os fenômenos naturais. No contexto escolar o professor deve utilizar estratégias didáticas como auxílio no processo de ensino-aprendizagem. Essas estratégias podem ser experimentos, recursos tecnológicos, vídeos e simulações (BRASIL, 2012). Desse modo, o estudo pretende investigar as características educativas de pesquisas desenvolvidas com o Arduino analisando as áreas de conhecimento da Física na perspectiva de inovação didática e instrumentação para subsidiar o processo aprendizagem em Física. A pesquisa tem como procedimentos metodológicos a análise a partir de uma Revisão Sistemática de Literatura sob as recomendações do PRISMA e auxílio do *software* Start. Nesse estudo foram selecionados e analisados 38 artigos da Área de Ensino em periódicos nacionais, com base nos últimos cinco anos de publicação. Para realizar as análises, foram classificados estudos de acordo com: área de conhecimento da Física, a inovação didática da proposta ou aplicação utilizando-se o

Arduino e instrumentação para o ensino de Física. Como resultados, destacam-se os estudos que apresentaram propostas educacionais voltadas para deficientes visuais e auditivos, a necessidade de realização de pesquisas com Arduino voltadas para área de Óptica e utilização de metodologias que incentivem a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

*Palavras-chave:* Arduino, Ensino de física, Ensino-aprendizagem.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o ensino de ciências, especialmente na Física pode-se listar diversos problemas relacionados com processo de ensino e aprendizagem, desde dificuldades estruturais nas instituições públicas e privadas, precariedade no acesso a material didático a problemas na transposição de conteúdos de forma didática e adequada com a realidade dos estudantes (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007). Isso acontece, também, devido à constante exposição metodológica tradicional dos conteúdos programáticos, falta de relação da teoria com o cotidiano do aluno, indisponibilidade de recursos didáticos e espaços laboratoriais. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) dispõem de orientações desenvolvidas pelo Ministério da Educação (MEC) sobre o currículo escolar no Brasil, como a necessidade de utilização de estratégias didáticos para as áreas de Ciências da Natureza atreladas a diversificação na metodologia de ensino (BRASIL, 2000; BRASIL 2002). Esses recursos podem ser experimentos construídos com materiais de baixo custo, vídeos, imagens, jogos didáticos,

instrumentos históricos, textos até recursos computacionais como simulações interativas e não-interativas, micro controladores eletrônicos etc. Desta forma, o uso de micro controladores eletrônicos como o Arduino transfigura-se uma alternativa atrativa e instigante para elaboração de aparatos experimentais de baixo custo. O Arduino é uma multiplataforma de prototipagem eletrônica desenvolvida no ano de 2000 na Itália pelo o grupo de cinco pesquisadores: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gian Luca Martino e David Mellis. O grupo tinha o objetivo principal de criar uma placa programável de baixo custo, com facilidade de programação e livre para montar, modificar e personalizar a placa. As primeiras placas foram usadas em 2005 no contexto de pouco conhecimento sobre eletrônica (MOURÃO, 2018).

A plataforma consiste na prototipagem eletrônica *open-source* e *hardware* livre também contém um micro controlador ATMEGA, circuitos de entrada e saída que pode ser facilmente conectada a um computador e programada via Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE). O usuário pode desenvolver o código utilizado na placa obedecendo à linguagem baseada C/C++, além de um cabo USB.

Desse modo, a placa Arduino Uno, que contém 14 pinos digitais (0 -13) e 6 entradas analógicas (A0 -A5) descrito na figura 1, é a mais indicada para fins educativos e iniciantes da área devido a sua popularidade. As funções são designadas a partir de entradas e saídas desses pinos com componentes adicionais como o resistor que mede a resistência elétrica específica, a placa de ensaio denominada protoboard para a realização de conexões entre várias peças e componentes eletrônicos, o diodo emissor de luz (LED) e os diversos tipos de sensores. Essas peças facilitam

tam a obtenção de dados, corroborando para análise demonstrativa de fenômenos físicos e comparações de teorias da física.

Figura 1. Representação de entradas e saídas do Arduino Uno



Fonte: Mourão (2018)

Em vista disso, os pesquisadores, professores ou estudantes podem utilizar o Arduino Uno com diversas finalidades educacionais como: aquisição automática de dados de um fenômeno investigado em sala de aula, leitura de sensores. Assim, destacam os autores (MARTINAZZO; TRENTIN; FERRARI, 2014, p. 24) “é um sistema que lê sinais elétricos em sensores expostos ao ambiente a partir de suas portas digitais e analógicas”.

Dessa maneira, para subsidiar a prática docente, a plataforma eletrônica pode ser integrada com metodologias que favorecem a participação ativa dos estudantes como a ferramenta STEAM ((Science, Technology, Engineering, Arts & Design and Mathematics) propondo a interdisciplinaridade entre as áreas Ciência, Tecnologia, Engenharia,

Artes e Matemática integradas a recursos computacionais como o Arduino. Ademais, o professor pode utilizar a placa e outros componentes conectados a circuitos para montar um aparato experimental, experimento didático demonstrativo e baixar o *software* IDE do Arduino digitando o código para o funcionamento e execução do programa criado. Esse código poderá ser compartilhado, copiado, modificado e personalizado de acordo com os objetivos propostos.

Desse modo, o estudo pretende investigar as características educativas de pesquisas desenvolvidas utilizando o Arduino de acordo com as áreas de conhecimento da Física, inovação didática e instrumentação para subsidiar o processo de ensino-aprendizagem em Física. O processo metodológico se concentra nos pressupostos de uma Revisão Sistemática de Literatura.

## 2. PERCURSO METODOLÓGICO

O percurso metodológico desse estudo se concentra nos pressupostos de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) definida por “abordar uma questão específica, utiliza métodos explícitos e transparentes para realizar uma pesquisa detalhada de literatura” (BRINER; DENYER, 2021, p. 112). As etapas são: elaboração da questão de pesquisa; busca na literatura; seleção dos artigos; extração dos dados; avaliação da qualidade metodológica; síntese dos dados; avaliação da qualidade das evidências; escrita e publicação dos resultados, segundo Galvão e Pereira (2014).

Como ferramenta computacional para o processo de realização da RSL, utilizamos o *software* Start (State of the

Artthrough Systematic Review), desenvolvido pelo Laboratório de pesquisa em Engenharia de Software da Universidade Federal de São Carlos (LAPES-UFSCAR) no Brasil. Com uso gratuito, a ferramenta auxilia os pesquisadores na realização da técnica.

Para o planejamento da revisão, partimos dos princípios formulados pelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), renomeada de Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises.

No contexto da literatura da área de Ensino, elaborou-se um protocolo de estudo seguindo os seguintes passos recomendados pelo PRISMA, segundo Moher *et al.*, (2009): (i) identificar e selecionar as publicações relevantes; (ii) avaliar de forma crítica os artigos selecionados; (iii) apresentar os resultados de forma explícita. Elaborou-se um protocolo de estudo como parte da primeira etapa, pois os fundamentos do PRISMA no contexto de publicações da área do Ensino.

No protocolo de estudo elencamos as seguintes questões norteadoras:

1) quais são os ramos da Física que possuem abordagem com o uso do Arduino no processo de ensino e aprendizagem?

2) quais as características educativas analisadas nas publicações na Área de Ensino que utilizaram o Arduino como recurso didático?

Posteriormente definimos as *strings* de busca de forma a tornar o estudo mais amplo. Estas se constituem na combinação de definições diferentes articuladas ao ensino de Física e Arduino.

Dessa maneira, foram considerados os estudos em periódicos multidisciplinares – ensino, ciências e física. Para esse estudo foram selecionados sete periódicos da Área de Ensino 46, descrita pela Capes e a base de dados Scielo, como no quadro 1.

Quadro 1. Termos de Strings de busca resultantes, periódicos e quantidade de artigos encontrados.

PERIÓDICOS	STRINGS DE BUSCA	ARTIGOS ENCONTRADOS
Revista Brasileira de Ensino de Física – Scielo	arduino AND in: (“scl”) AND la: (“pt”) AND subject_area:* AND wok_subject_categories:* AND type: (“research-article”) AND year_cluster: (“2020” OR “2019” OR “2018” OR “2017” OR “2016” OR “2015”)	25
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	arduino AND “ensino de física”	13
Investigações em Ensino de Ciências-Instituto de Física (IENCI)	arduino AND “ensino de física”	Nenhum resultado encontrado
Revista de Educação, Ciências e Matemática (RECM)	arduino and ensino de física, arduino	Nenhum resultado encontrado
Acta Scientiae	arduino and ensino de física, arduino,” tecnologias educacionais”	Nenhum resultado encontrado
Ciência & Ensino	arduino and ensino de física, arduino	Nenhum resultado encontrado
Alexandria	arduino AND “ensino de física”	Nenhum resultado encontrado

Fonte: Autores (2020)

O mapeamento sistemático teve como resultado de busca pré-selecionados 38 artigos sendo 13 artigos do Caderno Brasileiro de Ensino de Física e 25 artigos da Revista Brasileira de Ensino de Física (Scielo). Para escolha dos periódicos e da base foram definidos alguns critérios: possuir

artigos na área de ensino de Física; permitir baixar o arquivo em PDF; serem periódicos nacionais; e possibilitar exportar os artigos no formato RIS para a ferramenta Start.

Em geral, a metodologia desse estudo nas fontes de pesquisa ocorreu organizada por etapas, são elas: a) definir os *strings* de busca em cada máquina de busca cadastrada no protocolo; b) executar as buscas e salvar o arquivo no formato RIS; c) importar os arquivos RIS na ferramenta e salvar a *string* usada pela máquina de busca; d) aplicar os critérios de inclusão/exclusão: por meio da leitura do título e resumo ; e) fazer uma leitura nos estudos aceitos de forma completa; f) coletar as informações mais relevantes para a pesquisa relativo a cada estudo; g) escrever um relato de forma resumida para cada estudo selecionado. No quadro 2 estão listados os critérios de inclusão e exclusão para filtragem dos artigos.

Quadro 2. Critérios de Inclusão e exclusão do estudo

<b>Critérios de seleção dos estudos (inclusão e exclusão)*</b>	
Estudos escritos em outros idiomas diferentes do português	Exclusão
Abordar Arduino não aplicado no ensino de Física	Exclusão
Não está relacionado ao ensino de Física	Exclusão
Estudos secundários ou terciários	Exclusão
O artigo estar disponível na web	Inclusão
Estudos primários relacionados com uso do Arduino como recurso educacional	Inclusão
Estudos publicados no período de 2015 a 2020	Inclusão

Fonte: Autores (2020)

Os resultados foram analisados de acordo com as áreas de conhecimento da Física: Mecânica, termodinâmica, Óptica, Eletricidade, Física Moderna e classificados nas categorias abaixo:

1) Instrumentação no ensino de física: coleta de dados experimentais, aparato experimental

2) Inovação no laboratório didático: metodologia de ensino- embasamento com sequência didática pedagógica.

Inicialmente, selecionou-se trabalhos publicados entre o período de 2015 a 2020 (até o mês de agosto) com a palavra-chave Arduino, com auxílio da ferramenta Start e realizamos a sistematização dos artigos de acordo com as etapas já descritas e as recomendações do PRISMA. Desse modo, fizemos a leitura prévia dos 38 artigos e após avaliação de forma crítica, excluimos quatro artigos. Em última leitura fizemos a análise e reflexão de toda a pesquisa disponível relevante.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A pesquisa foi realizada por meio da base de dados Scielo, em específico do periódico RBEF e Caderno Brasileiro de Ensino de Física, e resultou em 38 estudos analisados sobre a temática do Arduino no Ensino de Física. Os estudos excluídos da investigação totalizaram quatro artigos que encaixavam nos critérios de exclusão: Estudos secundário ou terciário, Abordar Arduino não aplicado no ensino de Física e Não está relacionado ao ensino de Física. As áreas da Física que tiveram destaque foram em ordem decrescente: 14 trabalhos na área de Mecânica, 10 trabalhos na Termodinâmica, cinco trabalhos na Eletricidade, cinco na Física Moderna e nenhum trabalho na subárea de Óptica. No quadro 3, descrevemos os estudos analisados na temática Termodinâmica.

Quadro 3. Identificação dos trabalhos selecionados que abordam o uso do Arduino no ensino de Termodinâmica, de acordo com a Revista Brasileira de Ensino de Física.

TÍTULO	AUTORES	ANO	CATEGORIAS
Medição de temperatura: O saber comum ignorado nas aulas experimentais.	A.B. Vilar <i>et al.</i>	2015	Instrumentação para o ensino de Física
Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica.	Helio Salim do Amorim <i>et al.</i>	2015	Instrumentação para o ensino de Física
Investigação do fenômeno ilha de calor urbana através da utilização da placa Arduino e de um sítio oficial de meteorológico	A. A. M. Santos <i>et al.</i>	2016	Instrumentação para o ensino de Física.
Audi termômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual.	Hercílio P. Cordova <i>et al.</i>	2017	Inovação de laboratório didático aplicado a área de educação especial.
Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino Experimental	João Michels Cardoso & Marcelo Zannin	2019	Instrumentação para o ensino de Física.
Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino	Rosa, Trentin, Rosa e Giacomelli.	2016	Instrumentação para o ensino de Física.
Projeto de um calorímetro de relaxação para o ensino de Física	Rocha, Guadagnini e Lucchese	2017	Instrumentação para o ensino de Física.
Aquecimento e resfriamento da água, aproximados à forma real.	Oliveira Jr., Alves Jr. E Barbosa	2016	Inovação com abordagem didática-pedagógica.
Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores.	Corralo e Junqueira	2018	Inovação didática com aplicação e estudo do Ciclo de modelagem de David Hestenes.
Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.	Silva et al	2015	Inovação Didática no contexto da interdisciplinaridade no sobre a temática Clima.

Fonte: os autores (2020)

Nessa temática, foram encontrados 10 artigos relacionados com Arduino e ensino de Física, no idioma em português, período de 2015 a 2020, caracterizados por instrumentação para o ensino de física, inovação com destaque em trabalhos voltados para tecnologia assistiva na educação. Destes, seis artigos foram classificados na categoria de instrumentação para o ensino de conteúdos da Termodinâmica e quatro estudos na categoria de inovação didática. Os autores Silva *et al.* elaboraram e aplicaram um estudo interdisciplinar com a temática Clima. De acordo com o objetivo os autores desenvolveram estações meteorológicas modulares de código aberto no intuito de coletar os dados sobre o clima e ambiente. O Arduino foi utilizado em conexão com uma distribuição GNU/Linux “baseada no Debian Wheezy chamada LabFis contendo interpretadores Python e servidores de dados, enquanto algumas partes estão sendo elaboradas com (iii) uma impressora 3D de código aberto” (SILVA *et al.*, p. 1505-3 , 2015). Os protótipos iniciais utilizavam sensores de temperatura, umidade relativa e pressão do ar atmosférico, e LDR, conectados à placa Arduino. A principal contribuição desse estudo é a construção de forma alternativa de instrumentação meteorológicas, detalhamento de dados sobre clima e ambiente bem como a difusão de temáticas sobre meteorologia na sociedade.

Na temática de Mecânica foram selecionados 14 artigos relacionados com a placa de microcontroladores e estudos primários conforme quadro 4.

Quadro 4. Identificação dos trabalhos selecionados que abordam o uso do Arduino no ensino de Mecânica, de acordo com a Revista Brasileira de Ensino de Física

TÍTULO	AUTORES	ANO	CATEGORIAS
Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real.	Luiz Antonio Dworakowski <i>et al.</i>	2016	Instrumentação para o ensino de Física.
Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre	Cordova e Tort	2016	Instrumentação para o ensino de Física.
Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados	Romeu M. Szmoski <i>et al</i>	2017	Instrumentação para o ensino de Física
Sistema photogate de seis canais analógicos para laboratórios didáticos de f física	João T. de Carvalho Neto <i>et al</i>	2017	Instrumentação para ensino de física
Descrição temporal de forças de colisão: um modelo didático para laboratório de física assistido por sistema embarcado	João F. Nascimento Júnior <i>et al</i>	2018	Instrumentação para ensino de física.
Venturino: análise da variação de pressão em um tubo de Venturi utilizando Arduino e sensor de pressão	A. S. Cid & T. Correa	2019	Inovação didática aplicação de uma metodologia. Predizer – Observar – Explicar (POE).
Forças no sistema de referência acelerado de um pêndulo: estudo teórico e resultados experimentais	Camila Brito Collares da Silva <i>et al</i>	2019	Inovação de laboratórios didáticos por meio da contextualização.
Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio.	Márcio Velloso da Silveira <i>et al</i>	2018	Inovar didática aplicação da metodologia de ensino aplicada a área de educação especial.
Estudo de gráficos da cinemática através do jogo batalha naval e de atividades robóticas	Dworakowski Dorneles e Hartmann	2018	Inovação de laboratório didático através de uma sequência didática fundamentada na TAS.

TÍTULO	AUTORES	ANO	CATEGORIAS
Aparato educacional para estudo da queda livre com análise do Movimento	Baldo, Almeida Oliveira Jr. Waldemar e Bonventi Jr.	2016	Instrumentação para ensino de física.
Avaliação do módulo da aceleração da gravidade com Arduino.	Guaitolini Junior, J. T. et al.	2016	Instrumentação para ensino de física.
Velocidade do som em metais pelo método do tempo de voo.	Sousa Jr e Kakuno	2020	Instrumentação para ensino de física.
Física experimental com Arduino: ondas em uma corda tensionada.	Miranda, Nascimento e Araújo	2020	Instrumentação para ensino de física.
Um marégrafo ultrassônico baseado na placa Arduino para investigação do fenômeno das marés.	Soares e Amorim	2020	Inovação devido a aplicação de uma sequência de ensino investigativo, utilizando instrumento didático ultrassônico.

Fonte: Os autores (2020)

Na categoria de instrumentação, foram nove trabalhos e cinco trabalhos com propostas metodológicas de ensino pautadas em fundamentos teóricos de aprendizagens, destacando assim a função pedagógica dessas atividades com Arduino. Sousa Jr. e Kakuno (2020) desenvolveram aparato experimental como instrumento didático para determinar a velocidade do som em barras metálicas através do tempo de voo. O Arduino foi utilizado juntamente com cabos para interligar um segmento de trilho e uma haste (barra). A proposta foi aplicada em uma turma de terceiro ano do ensino médio, e teve como resultado positivo a utilização do Arduino com osciloscópio e a medida da propagação do pulso na barra com um transdutor piezoelétrico e o osciloscópio, confirmando a confiabilidade da placa nesse aparato experimental.

O trabalho de Miranda, Nascimento e Araújo (2020) popôs e criou um aparato experimental com Arduino sobre o estudo do som em cordas vibrantes. A instrumentação desse experimento foi composta por um sensor de som, sensor de força, suporte para as cordas com regulador na extremidade; Arduino Mega2560 e Computador. Desse modo, os resultados sobre o uso da placa ressaltam a características de baixo custo de montagem e obtenção dos materiais propostos neste estudo, sem a necessidade de equipamentos mais sofisticados de laboratórios.

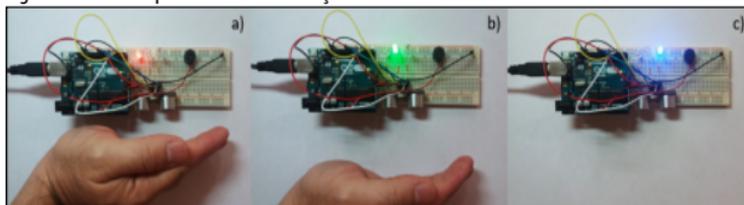
Na categoria Inovação Didática, os autores Dworakowski, Dorneles e Hartmann (2018) inovaram com TAS, Márcio Velloso da Silveira *et al.* (2019) inovaram com proposta para educação inclusiva na educação básica, Camila Brito Collares da Silva *et al.* (2020) inovaram por abordam de forma contextualizada o conteúdo e A. S. Cid e T. Correa (2019) inovaram com a proposta da metodologia POE.

Soares e Amorim (2020) construíram um estudo do fenômeno de marés para alunos do Ensino Médio, em uma sequência de ensino investigativo. A problemática desse estudo é a dificuldade de se conseguir um lugar para a observação das marés. O Arduino Uno R3 foi conectado com um telêmetro ultrassônico, modelo JSN-SR04T-2.0 (EC Buying, China); sensor de temperatura LM335, escudo (shield) datalogger. O telêmetro ultrassônico faz a detecção da posição da superfície do mar medindo a distância, logo, a distância é determinada indiretamente através da medida do tempo percorrido por um trem de pulsos ultrassônicos (40 kHz) entre emissão e recepção do eco. Por tanto, a contribuição desse estudo foi de conceder relevância para atividades experimentais no ensino de física. A coleta de dados bem planejada tem êxito. E por fim, para o docente

que almeja entender o fenômeno de maré, é natural indicar a coleta de forma contínua de dados por um período de, pelo menos uma luação, configurando assim as quatro fases da Lua.

Marcio Velloso da Silveira *et al.* (2019) elaboraram dois experimentos para fornecer meios aos estudantes para experiência de faixas de frequências que nossos sentidos não detectam, tanto inaudíveis quanto invisíveis. O experimento proposto na figura 3 tem como objetivo produzir um som inaudível ao ser humano por meio de um sensor. Esse sensor é capaz de captar um eco e obter informações visualizadas através de luzes coloridas. Os LEDs acendem de cores diferentes à medida que a distância de um obstáculo alterna e gera ruídos.

Figura 2. Prática Experimental em execução



Fonte: Adaptado de Silveira *et al* (2019)

A explicação da prática segundo os autores Silveira *et al.* (2019 p. 7)

a) com a palma da mão a uma distância inferior a 6 cm observa-se a luz vermelha se acender e um ruído bem grave é emitido pelo buzzer. (b) A uma distância um pouco maior que 6 cm e inferior a 30 cm, podemos observar a luz verde acesa e o ruído torna-se mais agudo. (c). Retirando-se a mão da frente do sensor e deixando-o distante mais de 30 cm de qualquer objeto a sua frente, observa-se a luz azul acesa e o buzzer produz um som bem agudo.

Desse modo, os autores enfatizam que para trabalhar com aluno com deficiência visual, é necessário explicar passo a passo a montagem e componentes, bem como manuseá-los com auxílio dos colegas da turma. Por fim destaca-se que as atividades mencionadas no estudo permitem que o estudante deficiente visual ou auditivo conheça e relacione os conceitos da Física e estabeleça conexões com a aprendizagem de forma contínua proporcionando um aprendizado mais concreto.

Na temática Física Moderna foram encontrados 5 artigos primários conforme apresenta-se no quadro 5.

Quadro 5. Identificação dos trabalhos selecionados que abordam o uso do Arduino no ensino de Física Moderna, de acordo com a Revista Brasileira de Ensino de Física.

TÍTULO	AUTORES	ANO	CATEGORIAS
Estatística de contagem com a plataforma Arduino	A. M. Pereira <i>et al.</i>	2016	Instrumentação para o ensino de Física
Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio	Sergio Silveira & Mauricio Girardi	2017	Inovação de laboratório didático
Desenvolvimento de um obturador de feixe óptico utilizando um disco rígido de computador	N. B. Tomazio A. <i>et al.</i>	2017	Instrumentação para o ensino de física
Práticas experimentais de Física a distância: Desenvolvimento de uma aplicação com Arduino para a realização do Experimento de Millikan remotamente	Barros & Dias	2019	Inovar os laboratórios didáticos com experimentação controlada via remota.
Estudo das propriedades do (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduino	Ivanor N. de Oliveira <i>et al.</i>	2019	Instrumentação para o ensino de Física

Fonte: Os autores (2020)

Nesses estudos foram elencados três trabalhos na categoria instrumentação para o ensino e dois artigos para inovação didática. A proposta didática de Barros e Dias (2019) objetivou utilizar a experimentação controlada remotamente pelo software de comunicação (TeamViewer) de forma a que integrar a plataforma Arduino e o TeamViewer, que permitem o acesso e controle remoto do experimento através da internet.

Na última área da Física identificada no estudo Eletricidade foram selecionados cinco artigos nas elencados nas categorias segundo quadro 6.

Quadro 6. Identificação dos trabalhos selecionados que abordam o uso do Arduino no ensino de Física Eletricidade, de acordo com a Revista Brasileira de Ensino de Física.

TÍTULO	AUTORES	ANO	CATEGORIAS
Visualização da forma de onda e conteúdo harmônico da corrente elétrica alternada em eletrodomésticos	Dionisio <i>et al.</i>	2016	Instrumentação para o ensino de Física
Um medidor de luminosidade com módulo sensor integrado e aquisição automática de dados com aplicações didáticas	Paulo H. Guadagnini <i>et al</i>	2019	Inovar o laboratório didático através da contextualização, metodologia de ensino investigativa.
Uso do Arduino como um sistema alternativo para medir radiação solar global e práticas educacionais	Pérciles Vale Alves <i>et al</i>	2020	Inovação de laboratórios didáticos através da contextualização de conteúdos
Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica	Viscovini, R. C. et al	2015	Inovação de laboratórios didáticos através da apresentação dos conteúdos de forma interdisciplinar e contextualizada.
Um instrumento alternativo ao estudo de pilhas recarregáveis via Arduino.	Mathias, Silva e Silva	2017	Inovação de forma interdisciplinar de aplicar conceitos físicos, químicos e matemáticos.

Fonte: os autores (2020)

Nessas pesquisas selecionadas, somente um se encaixa na categoria de instrumentação para o ensino (Dionísio *et al.*, 2017). Na categoria inovação didática tem-se Guadagnini *et al.* (2019), que propõem uma metodologia investigativa para ensino com Arduino. Viscovini, R. C. *et al.* (2015) apresentam os conceitos principais de eletricidade de forma contextualizada através e uma construção de maquete para demonstrar rede elétrica.

Os autores Mathias, Silva e Silva (2017) investigaram as pilhas recarregáveis que de forma interdisciplinar possibilitam a instrução dos conceitos físico-químicos. O Arduino foi utilizado em aquisição de dados analógicos e digitais do sistema físico real e o ambiente Matlab® como o software controlador, visualizador e analisador dos dados dos processos de carga e descarga. Também foram utilizados os sensores de LM35 utilizado para medir a temperatura da pilha e t pilhas diferentes capacidades de carga. Os resultados gerais pontuam que o baixo custo e todo o detalhamento de informações e dados para uso educativo têm como consequência analisar os resultados obtidos e subsidiar o educador que se interessa na proposta com tecnologias e interdisciplinar.

Os últimos, Péricles Vale Alves *et al.* (2020), apresentam de forma contextualizada os conceitos de eletricidade através da radiação solar.

#### 4. CONCLUSÃO

Neste estudo não identificamos nenhum artigo na área de Óptica geométrica e Óptica física, que se caracteriza por estudar os fenômenos que estão interligados

ao eletromagnetismo, a ondulatória, física quântica e relatividade. Um fator em destaque foi o uso da placa para subsidiar os alunos com deficiências visuais e auditivas o acesso a conhecimentos científicos de forma prática. Esses resultados refletem a necessidade de mais pesquisas que se apropriem de metodologias ativas com a participação dos alunos e colaboração, até desenvolvimentos de projetos na robótica e objetos educacionais. Por fim, a pesquisa realizada convida os autores e leitores a refletirem sobre o uso das tecnologias educacionais que se apresentam de forma excludente, sem planejamento e análise do ambiente que envolve todos os componentes da escola.

## REFERÊNCIAS

BONADIMAN, Hélio; NONENMACHER, Sandra E. B. **O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ijuí, v. 24, p.194-223, 20 ago. 2007.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC,2002.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.

BRINER, R. B.; DENYER, D. **Systematic review and evidence synthesis as a practice and scholar ship tool**. In: ROUSSEAU, D. M. (Ed.). Handbook of evidence-based management: companies, classrooms, and research. New York: Oxford University Press, 2012. P. 328- 374. Cadernos de Pesquisa, v. 45, n. 157, p. 450–485, 2015.

GALVAO, Taís Freire; Pereira, Mauricio Gomes. **Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração**. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 23, n. 1, p. 183-184, mar. 2014.

MARTINAZZO, Cláudio Antonio ; TRENTIN, Débora Suelen ; FERRARI, Douglas ; PIAIA, Matheus Matiasso. **Arduino: uma tecnologia no ensino de física**. PERSPECTIVA, Erechim. V. 38, n.143, p. 21-30, 2014.

MOHER D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group. **Itens de relatório preferidos para revisões sistemáticas e meta-análises: a declaração PRISMA.** Ann Intern Med,2009.

MOURÃO, Oseias. **Arduino & Ensino de Física: automação de práticas experimentais.** Tinguá: Clube dos Autores, 2018. 116 p.

## CAPÍTULO 13.

### FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: METODOLOGIAS ATIVAS INFLUENCIAM NA APRENDIZAGEM DO ALUNO?

*Cristiana Maria dos Santos Silva*

*Mairton Cavalcante Romeu*

*Maria Cleide da Silva Barroso*

#### RESUMO

Este artigo se organiza a partir de estudos e pesquisas que têm como objetivo trazer novos elementos para reflexão sobre a relação entre os resultados da pesquisa e a prática do professor, propondo uma melhor qualidade no processo de ensino e aprendizagem do aluno por meio de novas metodologias para o aprendizado na Física. O estudo será pautado em uma pesquisa bibliográfica de produção acadêmica registrada em artigos científicos, dissertações, livro e anais de congressos, publicados na base de dados Scielo, no Portal Periódicos da CAPES, entre outras fontes, com a finalidade de atingir os resultados confiáveis que possibilitem um melhor entendimento pelos leitores. Devido ao número de publicações encontrado com essa temática, foram selecionados 25 trabalhos alusivos à pesquisa, sendo que 16 desses julgados pertinentes ao assunto. O critério de busca se baseou, inicialmente, em trabalhos publicados entre os anos de 2011 a 2020, para análise de metodologias ativas que contribuam para as dificuldades enfrentadas no

aprendizado do ensino da Física. Portanto, temos um grande desafio pela frente. Os métodos tradicionais de ensino, aplicados pela maioria das escolas brasileiras, já não são mais suficientes para atender aos objetivos dos estudantes que englobam cada vez mais o uso de tecnologias, que já faz parte do seu cotidiano. Diante desse cenário desafiador, o sucesso de uma metodologia se dá a partir do momento em que se coloca o aluno resolvendo problemas reais, e cabe ao professor o papel de mediador e orientador, utilizando de fato as novas técnicas e metodologias.

**PALAVRAS-CHAVES:** Ensino e aprendizagem, Metodologias ativas, Ensino de Física.

## 1 INTRODUÇÃO

A Física do ensino médio mantém o instinto da investigação estudada pelos cientistas, pois, ao estudar os fenômenos ocorridos no cotidiano, são incentivados as descobertas, despertando-os para o senso da pesquisa. Porém, muitas vezes a autonomia crítica do educando é preenchida por resoluções de fórmulas, e os conteúdos físicos são abordados superficialmente. Ainda por vezes tem o docente que leciona a disciplina de Física sem ser da área e muito menos graduado na disciplina.

A realidade é que as dificuldades encontradas pelos alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem da Física são muitas, os alunos não têm interesse em aprender a disciplina, e a metodologia utilizada pelo sistema educacional é baseado em assuntos desvinculados das necessidades dos alunos.

Os alunos de hoje não são mais os mesmos para os quais nosso sistema educacional foi criado. Os alunos de hoje não mudaram apenas em termos de avanço em relação aos do passado, nem simplesmente mudaram suas gírias, roupas, enfeites corporais, ou estilos, como aconteceu entre as gerações anteriores (PRENSKY, 2001, p. 1).

As metodologias necessitam serem refeitas. Os métodos tradicionais que favorecem somente a transferência de conhecimentos devem dar espaço as metodologias que envolvam mais os alunos pois, atualmente, estes estão imersos em transformações socioculturais motivadas pelas tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) como, computadores, telefones celulares, smartphones, games etc.

A prática da educação tradicional não traz avanços qualitativos ao pensamento humano, a forma de transmissão do conteúdo, apelando quase que exclusivamente para a memorização não somente da ciência física como qualquer outra, faz com que os estudantes adquiram apenas respostas prontas sem conseguir atribuir sentido aos saberes.

Este texto é um recorte da minha pesquisa de mestrado na área de ensino, que ainda se encontra em construção, e que tem como um dos seus objetivos propor uma prática pedagógica que motive o aprendizado através de metodologias ativas, como a estratégia da gamificação.

O presente artigo pretende analisar, através de estudos bibliográficos, se as metodologias ativas influenciam na aprendizagem do aluno de ensino médio, pois é necessário superar as dificuldades de aprendizagem que os alunos enfrentam ao aprender física, assim como incorporar novas abordagens metodológicas propostas no ensino médio.

O Ensino Médio oferta ao aluno uma nova forma de pensar, com isso a Física se apresenta como uma disciplina difícil que estuda fenômenos, introduzindo um domínio de

métodos matemáticos. O educando muitas vezes não domina bem a interpretação de textos e resolução de cálculos, que, involuntariamente, termina “antipatizando” com a Física, dificultando ainda mais sua aprendizagem, levando professores e alunos a não alcançarem resultados significativos nessa disciplina.

Diante do desafio de motivar os alunos e modificar também o ambiente escolar, frente a uma mudança de comportamento do professor, por um papel mais participativo e ativo em sala de aula, é que a pesquisa foi desenvolvida, para que os estudantes se tornem capazes de questionar, formular e concluir um conhecimento significativo que supere a simples assimilação de conhecimentos prontos.

Diante desse contexto, Alves e Okada (2012) questionam:

Quanto ainda precisamos caminhar para compreender que o lúdico deve estar presente nas situações de aprendizagem? Que a escola deve se constituir um espaço de prazer? Que devemos nos aproximar do universo semiótico dos nossos alunos? (ALVES; OKADA, 2012).

É importante enfatizar que o questionamento acima citado pela autora é de tornar a escola um espaço de ensino e aprendizagem prazeroso e motivador, ao mesmo tempo para que o aluno de hoje, ou seja, contemporâneo, se interesse cada vez mais pelo conhecimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A abordagem teórica que norteia o desenvolvimento desta pesquisa está fundamentada no uso de metodologias ativas de ensino como possibilidade de modificar a prática docente. Para tanto, discutiremos os referenciais teóricos

que são úteis na aplicação deste estudo, levando em consideração conceitos e ponderações de autores resultantes da análise por meio das pesquisas bibliográficas.

## **2.1 Novas metodologias ativas dos professores**

O uso somente do livro didático e giz, deixando de lado o desenvolvimento de diversas formas de aprendizagens para construção do conhecimento, acaba não permitindo ao aluno tornar-se um ser multitarefa e capaz de realizar muitas atividades simultaneamente.

Os métodos convencionais de ensino não são mais bastantes, é necessário que o professor utilize metodologias ativas para modernizar e atualizar o saber, a fim de promover um ambiente de aprendizagem que motive o interesse e envolvimento dos alunos nas aulas.

A motivação e o estímulo são necessários e podem ser aperfeiçoados por novas estratégias pedagógicas dos professores. Entendemos que o ensino de Física deve mudar no sentido de desmistificar o conhecimento científico, associar com o que está à volta do aluno, as causas e consequências dos fenômenos físicos.

Moreira (2012) propõe que quando o termo sala de aula deve ser usado para uma situação formal de ensino, que pode acontecer tanto em sala de aula física quanto nos ambientes virtuais. Para Carvalho (2015), o fato de os alunos estarem sempre com um *smartphone* ou um *tablet* nas mãos potencializa que o conhecimento possa ser adquirido também fora da escola.

Dessa forma, o aluno pode estar inserido em diferentes contextos de aprendizagem. Ressalta-se a importância de orientações sobre a utilização dos dispositivos eletrônicos no contexto educativo, pois esse recurso tem o intuito de proporcionar resultados significativos no processo de ensino e aprendizagem.

O modelo do ensino híbrido, auxiliado pelo uso das tecnologias, é uma metodologia em que o aluno pode estudar utilizando a tecnologia, onde estiverem. Qual será a opinião dos estudantes sobre esse ensino? As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) vêm gradativamente ganhando espaço, apenas os meios convencionais de ensino não são suficientes, é preciso mudar as metodologias e assim, facilitar o processo de aprendizagem.

O jovem na atualidade não pode mais estar numa sala de aula com um professor de Física que faça uso de pincel e quadro apenas, mas do profissional que faça uso de metodologias ativas e das tecnologias digitais, como outros recursos didáticos, para a devida motivação de sua aula (SALES *et al.*, 2017, p. 48).

Os estudantes de hoje são capazes de realizarem muitas atividades ao mesmo tempo. A busca permanente por uma atualização, a retomada reflexiva na ação docente e a flexibilidade nas discussões em torno do fazer pedagógico permitirão atingir mais rapidamente o seu objetivo, que é superar as principais dificuldades que angustiam tanto o ensino da Física.

Para que o ensino híbrido conhecido também como *blended learning* seja ativo, é necessário um preparo acadêmico, pedagógico, estrutural e tecnológico para melhor adaptar o aluno à nova realidade. Apenas fazer uso das tecnologias digitais não será o suficiente.

Em muitas escolas, o ensino híbrido está emergindo como uma inovação sustentada em relação à sala de aula tradicional. Esta forma híbrida é uma tentativa de oferecer “o melhor de dois mundos” – isto é, as vantagens da educação online combinadas com todos os benefícios da sala de aula tradicional (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p. 3-4).

Segundo os autores, o ensino híbrido permite ao aluno a combinação do ensino presencial, no espaço físico que ocorre na sala de aula, com o ensino digital, que utiliza tecnologias e faz uma integração somando os dois espaços de aprendizagem.

Facilitado pelo uso das tecnologias, o modelo híbrido pode estimular os processos de aprendizagem, aumentando as perspectivas de o estudante aprender dentro e fora do espaço de ensino. Para isso, tecnologias digitais e a sala de aula atuam de forma que se complementam para tornar a atividade mais interativa e diferenciada.

## **2.2. Os métodos utilizados pelo fenômeno da gamificação**

O estudo permite uma aproximação com o contexto escolar e a produção de um cenário a respeito dos conceitos de vários autores, relacionados ao assunto abordado. A expectativa é de superar o discurso especulativo e partir para uma aprendizagem significativa.

Fundamentado em estudos de como os games são projetados, surge o termo “gamificação”. Gamificar não significa criar um game em sala de aula, baseia-se em utilizar as mesmas estratégias, métodos e alguns elementos de games em meio a aprendizagem.

Há uma necessidade especial de incorporar tais elementos no ensino da Física, já que essa disciplina tem sido considerada de difícil compreensão por alunos de ensino médio, e ao longo dos anos têm surgido novas propostas para viabilizar o ensino dessa disciplina (RIBEIRO; VERDEAUX, 2012).

A gamificação como uma estratégia inovadora para o ambiente educacional, permite a utilização de elementos e técnicas identificados e utilizados nos jogos que têm a grande capacidade de atrair a atenção dos alunos, obedecendo aos seguintes objetivos citados por Borges *et al.* (2013):

- (1) aprimorar determinadas habilidades; (2) propor desafios que dão propósito/contexto a aprendizagem; (3) engajar os alunos em atividades mais participativas, interativas e interessantes; (4) maximizar o aprendizado de um determinado conteúdo; (5) promover a mudança de comportamento premiando ações adequadas e penalizando as inadequadas; (6) oferecer mecanismos de socialização e aprendizagem em grupo; e, finalmente, (7) discutir os benefícios da gamificação na motivação dos alunos para propor soluções aos diversos problemas de aprendizagem.

Estuda-se as várias possibilidades dos games serem usados como meio para aprendizagem nas escolas. Define-se como elementos dos games as mecânicas, estratégias e pensamentos envolvidos nesses processos com a natureza de motivar os envolvidos à ação, auxiliar na solução de problemas e promover aprendizagens (KAPP, 2012).

Fardo (2013) destaca que os games são uma forma de entretenimento bastante popular entre os públicos de todas as idades, com alto potencial de influência na maneira de pensar e agir de seus usuários. Essa influência se deve à capacidade de motivar e envolver, sendo prazerosos e eficazes.

Na verdade, no contexto educacional a estratégia de utilizar elementos de jogos para motivar e estimular os estudantes a se interessar por algo que para eles parecia desinteressante já é aplicada em vários lugares, inclusive nas escolas. Portanto, esta é uma prática que deve ser bem planejada para que os resultados sejam significativos. Nesse sentido, Fardo (2013), salienta que:

[...] a maioria das escolas já utiliza, praticamente desde que foram criadas, muitos dos elementos que são encontrados nos games. Assim, um aluno entra na escola no primeiro nível, o mais básico (jardim de infância ou maternal), e a partir desse ponto começa a avançar para outros níveis mais difíceis, um por ano. Se falhar em algum deles, tem a chance de repetir, mas repete uma grande parte do processo (geralmente um ano inteiro). Para poder avançar nos níveis, precisa obter certa quantidade de pontos (notas) em um número determinado de desafios (provas e testes escolares). Após cada teste, o aluno recebe o *feedback* do seu desempenho (quando o professor corrige a prova e retorna o resultado ao aluno). Essa dinâmica soa familiar ao leitor que possa ser familiarizado com o mundo dos games. Entretanto, se fosse feito o contrário e os elementos da escola fossem transpostos para um game, o resultado certamente seria um grande fracasso, tanto de público como comercial (FARDO, 2013, p. 18).

Como aborda o autor acima, os métodos utilizados pelo fenômeno da gamificação já vêm sendo utilizados, porém não estão agregados a um conhecimento científico, como se propõe hoje. A gamificação no estudo da Física ainda é um grande desafio, principalmente para muitos professores que continuam limitados à mudança nas práticas pedagógicas.

## 2.3 A importância das TDICs e as metodologias ativas de ensino

O computador como tecnologia mediadora faz-se crescentemente presente no cotidiano do aluno, seja diretamente na sala de aula, ou mesmo sendo usado para aquisição de dados experimentais (sendo possível nas práticas de laboratório), multimídia e internet, e como realidade virtual.

A escola precisa se adaptar para integrar esses novos estudantes, cuja habilidade lhes permite ao mesmo tempo atender a um celular, ver televisão, estar em um chat na Internet e compartilhar notícias em grupos através da web (ABREU; MARAVALHAS, 2015).

A aplicação do software educativo no ensino é projetado com o objetivo de fornecer algum tipo de ensino aos usuários, visando atender necessidades e objetivos pedagógicos, porém os professores devem estar preparados e vencer a resistência ao uso do computador, fazendo uso das possibilidades de aprendizagem oferecidas pelos *softwares* educativos.

É de suma importância que o docente possa intervir de modo crítico e atuante no trabalho em suas aulas, sem anular o conhecimento prévio dos alunos. E que através da interação com outros, consiga refletir e transformar o cotidiano na busca da aprendizagem como processo de construção de conhecimento, a partir da reflexão crítica das experiências e do processo de trabalho.

Atualmente, os Objetos de Aprendizagem (ISSO) buscam mediar e qualificar o processo de ensino e aprendizagem, oportunizar aos alunos o contato com informações em diferentes mídias. Os ISSO podem ser usados em diferentes contextos e ambiente de aprendizagem. Podemos citar como exemplo o LabVirt, um laboratório virtual desenvol-

vido pela Escola do Futuro da Universidade de São Paulo – USP. A partir de situações-problema do cotidiano, são gerados Objetos de Aprendizagem do tipo simulações e animações realizados por universitários. Esses alunos publicam na Internet, para que estudantes de escolas públicas possam interagir em suas comunidades de aprendizagem.

Estratégias pedagógicas propostas pelo professor através de jogos também podem ser muito importantes para o desenvolvimento cognitivo, afetivo e social do aluno. Os jogos têm que despertar o prazer em aprender para que sejam alcançados os objetivos pedagógicos por ele proposto, não se deve limitar o jogo à competição. É função do professor trabalhar de forma crítica, articulada e bem planejada os jogos como recursos de aprendizagem na Física.

A cada dia o aluno incorpora a linguagem oriunda das TDICs. Portanto, é notável a urgência da adequação, pela unidade de ensino, das tecnologias digitais e de metodologias ativas de ensino, que permitam o acesso com os nativos digitais, assim como a aplicabilidade de laboratórios experimentais (com atividades bem planejadas), com a finalidade de reforçar o aprendizado teórico e complementar de forma relevante a sistemática de aprendizagem dos temas de Física.

### **3 METODOLOGIA**

Com base nos pressupostos teóricos metodológicos, o artigo consiste em uma pesquisa bibliográfica, que, segundo Gil (1999), não só permite uma cobertura ampla sobre um tema, possibilitando a síntese e a análise crítica do que já foi produzido na área de interesse, como também permi-

te estabelecer relações de dados com o problema proposto. Por meio de levantamento da produção acadêmica, foram realizadas pesquisas exploratórias, seguidas por apreciação seletivas de material. A análise dos trabalhos se deu a partir da escolha da temática, apresentando algumas considerações e discussões sobre metodologias ativas a partir de autores que já trabalham com essa temática.

Na leitura selecionaram-se autores de grande relevância que permitem a cobertura do tema proposto, por meio de leitura e consultas em artigos científicos, dissertações, livro, anais de congressos publicados na base de dados Scielo, no Portal Periódicos da CAPES, entre outros. Desse modo, devido ao expressivo número de trabalhos com essa temática, foram selecionados 25 trabalhos concernentes à pesquisa, que foram produzidos entre os anos de 2011 a 2020, sendo que 16 desses foram considerados pertinentes ao estudo.

A pesquisa busca contribuir com uma prática pedagógica que atenda às necessidades dos alunos contemporâneos, pois, sabe-se que o aprendizado do ensino meramente tradicional ainda é amplamente encontrado nas escolas, mas isso se deve também ao fato dos professores reproduzirem os métodos de ensino que vivenciaram em sua formação.

É necessário que o discente reflita tanto sobre os conhecimentos específicos da Física que vai ensinar, quanto sobre os tratamentos que serão aplicados aos conteúdos específicos no contexto educativo (NARDI; CASTIBLANCO, 2014). Portanto, repensar estratégias pedagógicas, que possibilitem aos alunos compreender melhor os conteúdos de Física é construir caminhos que permitam um contexto diferenciado para o processo de ensino e de aprendizagem na Física.

Sabe-se que uma grande parte dos estudantes possuem dificuldades e ausência de conhecimento necessário para aprender os assuntos abordados nesta disciplina. Sendo assim, a metodologia apresentada nas aulas é de suma importância pois, pode focar no aluno como um ser ativo, onde este participa da apropriação do seu próprio conhecimento.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A disciplina de Física no Ensino Médio tem como fonte de estudo fenômenos que ocorrem em nosso cotidiano. Tratando-se de uma disciplina que parece muito complexa, e não é uma tarefa fácil envolver os estudantes de forma que possam relacionar os conceitos de Física às questões do dia a dia.

A Física trata com conceitos muitas vezes abstratos, o que dificulta ainda mais o entendimento por parte do aluno. Segundo Medeiros e Medeiros (2002), os professores têm buscado uma saída, e para amenizar esta situação eles “[...] têm frequentemente utilizado o recurso ao real concreto e às imagens como um complemento ao uso das linguagens verbal, escrita e da matemática” (p. 78).

Vale salientar que, a pequena carga horária do professor faz com que os conteúdos sejam explorados de forma quase que artificial e sempre voltados para provas de vestibulares. Com isso, acabam não contextualizando o ensino suficientemente, ficando a Física na escola sem ligação alguma com o cotidiano do aluno.

Portanto, abordar estratégias da Física que não se mostrem centralizadas apenas no ensino dos conteúdos

específicos é fundamental para não causar a desmotivação, desinteresse e apatia dos alunos nos temas explorados na disciplina. Assim, necessitamos formar pessoas que “desenvolvam habilidades para superar seu senso comum, ou modo natural de raciocinar, refletir, interpretar, aproveitar conhecimentos para resolver problemas” (CASTIBLANCO; NARDI, 2011, p. 10).

Acreditamos que este trabalho possa contribuir para a formação de professores, visto que envolvem informações importantes que podem constituir um conjunto de percepções, significados e compreensões para o professor de Física.

Esperamos que o conteúdo abordado na aula de Física se aproxime cada vez mais da realidade do aluno. Que adquiram competências e habilidades de compreender e interpretar conceitos e princípios físicos, sendo capazes de utilizá-los para explicar fenômenos do cotidiano. O conhecimento do professor de Física não pode se desprender do que de fato a Ciência apresenta. Nardi e Castiblanco (2014) esclarece que:

Saber como as teorias da Física evoluíram, quais pensadores fizeram contribuições, os momentos cruciais da história da Física, as correntes de pensamento que produziram avanços, retrocessos ou bloqueios da produção científica, entre outros são, claramente, conhecimentos que o professor de Física deve ter. Porém não são esses os conhecimentos a serem levados de forma direta para os processos de ensino de Didática da Física; esses são conhecimentos que orientam as estratégias de ensino (NARDI; CASTIBLANCO, 2014, p. 54).

Para os autores Nardi e Castiblanco (2014), conhecer os conceitos físicos é fundamental para aquisição do conhecimento do aluno. Relacionar a teoria com a prática contribui para uma melhor aquisição do conhecimento, facilitando na aprendizagem e no desenvolvimento das aulas.

As reflexões trazem em seu bojo a exigência de um novo perfil de professor. Daí a necessidade de os docentes repensarem e buscarem novos caminhos e novas metodologias de ensino que se concentrem no protagonismo dos alunos, favorecendo a motivação e a autonomia destes.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As metodologias ativas colocam o estudante diante de desafios que estimulam o seu potencial intelectual, enquanto estuda para aperfeiçoá-lo. O professor pode criar diferentes estratégias para melhorar o desempenho dos seus alunos. Cabe destacar que há necessidade de orientações sobre o uso dessas metodologias em contextos educativos, para que essas estratégias proporcionem resultados como o planejado.

A partir das considerações já realizadas é que se justifica a constituição dessa pesquisa, pois esta tem o propósito de trazer novos elementos para reflexão relacionados aos resultados da pesquisa e à prática do professor, propondo uma melhor qualidade no processo de ensino e aprendizagem do aluno por meio de novas metodologias para o aprendizado na Física.

Dessa forma, estudando o pensamento dos autores citados nesta pesquisa, observamos que a mudança se faz necessária quanto ao uso de métodos adequados à realidade do aluno. O objetivo seria criar novas práticas pedagógicas, verificando se o uso de estratégias ativas colabora para motivar os alunos na construção do conhecimento da Física. Nos trabalhos analisados e identificados como propostas de abordagens para a temática em estudo, foram encontradas diferentes perspectivas que serviram de mecanismos ou meios comuns.

Cabe salientar que o intuito deste estudo é também repensar metodologias pedagógicas atuais que possibilitem aos alunos compreender melhor os conteúdos de Física, pois a utilização de diferentes recursos pedagógicos e de novas metodologias de ensino surge com o intento de reduzir cada vez mais o distanciamento entre aluno e professor.

A pesquisa indica a necessidade de novas investigações sobre a aplicação das metodologias ativas de ensino e aprendizagem, com a finalidade de esclarecer a disseminação das metodologias ativas, que tanto contribuem para seu questionamento e revisão no âmbito acadêmico.

## 7 REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. C.; MARAVALHAS, M. R. G. A formação docente, no contexto da tic: atuação para a inclusão. **ARTEFACTUM-Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia**, v. 10, n. 1, 2015.

ALVES, L.; OKADA, A. **Games, colaboração e aprendizagem**. Open Educational Resources and Social Networks: Co-Learning and Professional Development. London: Scholio Educational Research & Publishing. Disponível, 2012.

BORGES, S. d. S.; REIS, H. M.; DURELLI, V. H.; BITTENCOURT, I. I.; JACQUES, P. A.; ISOTANI, S. **Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistêmico**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2013. V. 24, n. 1, p. 234.

CARVALHO, A. A. A. Apps para ensinar e para aprender na era mobile learning. In: Ana Amélia A. Carvalho (Org.). **Apps para dispositivos móveis: manual para professores, formadores e bibliotecários**. Portugal: Ministério da Educação, 2015. P. 9-17. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/handle/10316/31202> >. Acesso em: 10 mar. 2020.

CASTIBLANCO, O. L.; NARDI, R. Estabelecendo elementos comuns em alguns autores do ensino de ciências, como recursos para pensar a Didática da Física na formação de professores. **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, ENPEC**, Campinas. Dezembro de 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viii/enpec/resumos/R1719-1.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M.; STAKER, H. **Ensino Híbrido: uma Inovação Disruptiva?**. Uma introdução à teoria dos híbridos, 2013. Disponível em: [https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/ensino-hibrido\\_uma-inovacao-disruptiva.pdf](https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/ensino-hibrido_uma-inovacao-disruptiva.pdf). Acesso em: 03 out. 2020.

FARDO, M. L. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/457/Dissertacao%20Marcelo%20Luis%20Fardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 03 nov. 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**: John Wiley & Sons, 2012.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física**. *Isso. Bras. De Ens. De Fís.* São Paulo, v. 24, n. 2, junho 2002.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? *Revista Currículum*, n.25, p. 29-56, 2012. Disponível em: <<https://currículum.webs.ull.es/?p=716>>. Acesso em: 31 set. 2020.

NARDI, R.; CASTIBLANCO, O. L. **Didática da física**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.

OLIVEIRA, Celina Couto de; COSTA, José Wilson; MOREIRA, Mércia. **Ambientes Informatizados de Aprendizagem: Produção e Avaliação de Software Educativo**. Campinas/SP. Papirus, 2001. (Série Prática Pedagógica).

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

RIBEIRO, J. L. P.; VERDEAUX, M. **Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.34, n.4, p.4403.1-4403.9, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n4/a21v34n4.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.

SALES, G. L.; CUNHA, J. L. L.; GONÇALVES, A. J.; SILVA, J. B.; SANTOS, R. L. Gamificação e ensinagem híbrida na sala de aula de Física: metodologias ativas aplicadas aos espaços de aprendizagem e na prática docente. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 2, p. 45-52, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/Positivo/Downloads/1181-4929-1-PB.pdf>. Acesso em:30 set. 2020.

## CAPÍTULO 14.

### ESTUDO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO INSTRUMENTOS ASTRONÔMICOS NO ENSINO DE FÍSICA

*Marcelo da Costa Carneiro*

*Mairton Cavalcante Romeu*

*Euzene Mendonça Barbosa Matos*

#### RESUMO

O projeto de pesquisa intitulado “Estudo de Uma Sequência Didática Utilizando Instrumentos Astronômicos no Ensino de Física” parte do objetivo de fazer um estudo de uma sequência didática no ensino dos conceitos básicos de astronomia e de instrumentos de medidas astronômicas, como astrolábio, quadrante, luneta, bússola e outros, incluindo o teodolito, que não é considerado instrumento de medida na astronomia, mas que tem a mesma lógica de funcionamento. Com base na tecnologia da informação e comunicação, usando *software* computacional, simulações, animações, o aluno poderá ter uma maior visualização, interação, percepção, questionamento, abstração e análise das coisas, possibilitando o entendimento dos conceitos abordados nos conteúdos curriculares no ensino de astronomia. O estudo será realizado em uma escola pública de Ensino Fundamental, na série do 9º ano, no município de Beberibe, de forma remota ou presencial, conforme a situa-

ção pandêmica que o país passa sobre o covid-19. O trabalho será desenvolvido mediante a metodologia especificada nesse artigo durante o período de 24 meses do Curso de Mestrado do Ensino de Ciências e Matemática do IFCE. Os dados para a mensuração dos resultados serão obtidos através de questionários pré-teste e pós-teste em relação as aulas explanadas em cima de comentários, debates e discussões. A pesquisa poderá sofrer mudanças conforme a necessidade e ao longo de seu desenvolvimento durante o tempo do curso de mestrado.

*Palavras-Chaves:* Ensino de Astronomia; Sequência Didática; Ensino-Aprendizagem.

## INTRODUÇÃO

A disciplina de Física está inserida na área da Astronomia, por isso entendemos que ela deveria ser ensinada através de fenômenos e fatos que acontecem no dia a dia para ser compreendida da melhor maneira possível, despertando o entendimento e conceituando as melhores explicações teóricas aos acontecimentos práticos, como também os realizar, levando ao aluno a ter uma aprendizagem satisfatória de forma mais dinâmica, divertida e agradável. Um jeito de atrair o aluno seria começar a estudar ciências de maneira que cada assunto desenvolvido fosse repassado em uma linguagem simples entre professor e aluno, e vivenciada por ambos de maneira acessível. Um exemplo disso seria o estudo dos conceitos básicos dos conteúdos de Astronomia, enfocando os instrumentos de medidas astronômicos.

Sabe-se que as ciências no Ensino Fundamental é constituída de forma conjunta pela física, química e biologia, caracterizando-se uma única disciplina. Quando chega no ensino médio, elas aparecem desvinculadas, onde o aluno passa a compreender que cada uma trata de um determinado assunto específico, mas de forma interdisciplinar de uma com outra. Assim, o aluno deve entender que o 9º ano do Ensino Fundamental é mais que uma preparação de conteúdos das disciplinas mencionadas anteriormente para ingresso no Ensino Médio. E pouco ou quase nada se trabalha especificamente sobre o ensino de Astronomia nas escolas públicas ou mesmo particulares, de forma desejada na Educação Básica, desde o Ensino Infantil ao Ensino Médio. Muitas das vezes, o aluno chega na última etapa da Educação Básica com uma aprendizagem defasada e precária, sem ter aprendido os conteúdos de física, química, biologia e muito menos de Astronomia de um jeito satisfatório nos anos iniciais, e assim podendo ter dificuldade em desenvolver e aprimorar o conhecimento introdutório de conteúdo no ensino médio. Nem sempre esses conteúdos são repassados com uma maior ênfase, seja por uma situação ou por outra, talvez porque os professores não tenham formação na área das disciplinas para lecionar, principalmente em Astronomia, e assim a aprendizagem do educando é insuficiente, seja pela falta de material didático de qualidade ou escasso, como também o uso de livros didáticos que apresentam alguns erros conceituais.

Esses conhecimentos poderiam ser dados através de metodologia pedagógica que estimulasse a aprendizagem, fazendo com que o aluno compreendesse melhor o conteúdo por meio de uma sequência didática de atividade em qualquer disciplina, inclusive na área de Astronomia no

Ensino Fundamental ou Médio, levando ao aluno a compreender esses conceitos básicos de estudo nessa área, com o propósito de ajudar a melhorar a qualidade do aprendizado de forma satisfatória que, pudesse ser ensinado desde do Ensino Infantil até o Ensino Médio, faria com que o aluno se sentisse mais inserido no processo de ensino-aprendizagem nesse campo.

Ensinar astronomia é propiciar aos alunos situações de aprendizagem através das quais eles poderão construir conhecimentos sobre fenômenos da natureza usando práticas laboratoriais, programas computacionais, animações, simulações, conhecer os instrumentos de medidas astronômicos que eram usados antigamente e que hoje continuam sendo utilizados sobre a história e os conceitos básicos de astronomia e dentre outros meios para a prática dessa área. Também é potencializar a capacidade dos alunos em formular hipóteses, experimentar e racionar sobre fatos, conceitos e procedimentos característicos desse campo do saber. Além disso, o ensino de astronomia deve possibilitar compreensão das relações entre a ciências, a sociedade e sua influência na produção, distribuição de diferentes tipos de maneiras alternativas.

A Física, em que está inserida a área de astronomia, tem sido vista como uma disciplina difícil para a maioria dos alunos. E ensiná-la, de um modo geral, tem sido um desafio muito grande, em que a maioria do alunado se mostra desmotivado para aprender, e que alguns consideram “coisa de louco”. Assim, a necessidade de estudá-la parece ser de extrema importância nos dias de hoje, tendo em vista que ela faz parte do nosso dia a dia desde os tempos remotos, e mesmo sem gostar, estamos inseridos num “mundo científico”.

Para quê estudar física, já que não se aprende nada além de resolução e aplicação de fórmulas, em que para a maioria dos alunos decoram o conteúdo? Por que os alunos não gostam da disciplina de física? Por que o ensino de Astronomia é tão insuficiente nas escolas públicas? Uma provável causa que faz com que os alunos passem a ter uma pouca afinidade com a disciplina de física talvez seja a quantidade de conteúdos que apresentam os livros de física, a metodologia empregada e ultrapassada na forma de ensinar, que não leva ao aluno a se interessar pelos conteúdos, que são ministrados de forma descontextualizada e sem uma explicação satisfatória. No entanto, a proposta seria utilizar experimentos laboratoriais e de baixo custo, quando do ensino presencial e de forma remota pelos programas computacionais nos sites, por exemplo como em <https://phet.colorado.edu/>, <https://astro.unl.edu/animationsLinks.html>, (aplicativos nativos ClassAction ou NAAP labs) de simulações e animações utilizando ferramentas como Objetos de Aprendizagem nos conteúdos lecionados. O ensino de astronomia também é precário nas escolas, devido talvez à falta de professores formados na área, formação continuada insuficiente ou ausente, material didático de qualidade escasso e livros didáticos que apresentam erros conceituais. Alunos de escolas públicas quase nem veem os conteúdos de Astronomia de uma forma mais específica, praticamente só entram em contato com o conteúdo no período da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), que sempre acontece em meados do segundo semestre de cada ano. E quando se realiza essa olimpíada, os alunos não conseguem assimilar bem os conteúdos solicitados nas provas e não conseguem uma nota suficientemente regular, porque não tem uma

preparação durante o ano para que eles possam participar dessa olimpíada e lograr bom êxito.

O projeto de pesquisa intitulado “Estudo de Uma Sequência Didática Utilizando Instrumentos Astronômicos no Ensino de Física” parte do objetivo de investigar o ensino de astronomia através de uma sequência didática, promovendo o ensino-aprendizagem por meio de conceitos básicos de astronomia, de alguns instrumentos de medidas astronômicas como astrolábio, quadrante, luneta, bússola e outros incluindo, o teodolito, na série do 9º ano do Ensino Fundamental.

Portanto, o presente projeto proposto parte da intenção de ser desenvolvido em uma Escola Municipal de Ensino Fundamental no município de Beberibe, distante a 96 km da capital Fortaleza, no litoral leste do Ceará. O trabalho em desenvolvimento busca aproximar o aluno ao entendimento dos fenômenos naturais e artificiais do cotidiano que acontecem no campo das ciências física, na área de Astronomia, considerando que o ensino é superficial ou insuficiente nesse ramo do conhecimento do saber na escola que se deseja trabalhar. Pretende-se utilizar e aplicar uma sequência didática de atividades relacionada aos conceitos básicos de astronomia, através do uso de instrumentos de medidas astronômicas para a prática, além de *software* computacional, simulações, animações, permitindo que o aluno tenha uma maior visualização, interação, percepção, questionamento, abstração e análise das coisas, possibilitando uma melhor compreensão dos conceitos abordados nos conteúdos curriculares do ensino de física na área de astronomia, através do ensino remoto ou presencial, devido à situação da qual estamos vivenciando com a pandemia do covid-19. .

O estudo será aplicado conforme especificado na metodologia, seguido do cronograma de atividade durante o período do curso de Mestrado do Ensino de Ciências e Matemática, de 24 meses. Na maioria das vezes, os alunos sentem dificuldade em compreender os conteúdos de astronomia, que não é abordado, ou abordado de forma superficial. Por não entenderem alguns desses conteúdos que são ministrados, como se diz no dito popular, de forma “limpa e seca”, sem o auxílio de alguma metodologia, método e/ou subsídio, passam a não gostar de tal área, que para uns é coisa de outro mundo.

O trabalho de pesquisa a ser elaborado desse objeto de estudo será referenciado em autores de nome e renome no ensino de astronomia para o ensino-aprendizagem dos discentes sobre o uso de uma sequência de didáticas deste projeto de estudo.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Os programas computacionais que representam ferramentas das TDICs são classificados como Objetos de Aprendizagem. A dissertação de Trogello (2013), com o título de “Objetos de Aprendizagem: uma Sequência Didática para o Ensino de Astronomia”, enfoca uma sequência didática embasada no uso de objetos de aprendizagem, relacionando-a com o ensino de Astronomia em uma escola de Ensino Fundamental. Posteriormente, o trabalho poderá ser desenvolvido em outras escolas de educação básica.

Um Objeto de Aprendizagem (O.A.), para Balbino (2007, p.1), é:

(...) uma entidade, digital ou não digital, que pode ser usada e reutilizada ou referenciada durante um processo de suporte tecnológico ao ensino e aprendizagem. Exemplos de tecnologia de suporte ao processo de ensino e aprendizagem incluem aprendizagem interativa, sistemas instrucionais assistidos por computadores inteligentes, sistemas de educação à distância, e ambiente de aprendizagem colaborativa. Exemplos de objetos de aprendizagem incluem conteúdos de aplicação multimídias, conteúdos instrucionais, objetos de aprendizagem, ferramentas de software e software instrucional, pessoas, organizações ou eventos referenciados durante o processo de suporte da tecnologia ao ensino e aprendizagem.

Balbino (2007) comenta que essa pode ser uma ferramenta que venha a contribuir para o ensino-aprendizagem do docente. É mais que um subsídio que pode ser útil no entendimento do conteúdo ministrado, porque é um programa computacional que pode ser manipulado interativamente entre o aluno e o computador fazendo simulações por meio de instruções, levando o educando a aguçar sua curiosidade e instigar sua intuição, facilitando a construção pessoal de significados de descobertas da questão em estudo, além de fazer aprender a manusear a ferramenta da tecnologia digital da informação e comunicação.

Nascimento (2010, p.1) diz que os Objetos de Aprendizagem podem se tornar um facilitador e um estimulante à aprendizagem nas aulas, atendendo assim às necessidades dos alunos quando o professor seleciona um objeto para ganhar a atenção dos discentes, contribuindo para uma aprendizagem mais satisfatória, completa entre os conceitos físicos e os exercícios quase matemáticos resolvidos sempre de forma mecânica. O trabalho de pesquisa se concentra também na implementação do uso de animações e simuladores relacionados aos objetivos da pesquisa e a alguns instrumentos astronômicos, que possa servir de uma aprendizagem mais eficiente através de simulações

com instrumentos astronômicos de medidas, reduzindo o mundo abstrato para um mais real na área da astronomia.

A palavra astronomia, etimologicamente significa “astron” que é igual a estrelas, e “nomos” equivalente a lei, portanto “leis das estrelas”, ciência relacionada à medida de precisão da posição e movimento dos corpos celestes. É uma ciência que desperta encanto e interesse das pessoas em qualquer idade por causa dos fenômenos naturais. Ela é objeto de estudo do homem há vários séculos e graças ao estudo dos astros e fenômenos celestes que hoje conhecemos como realmente ela pode se apresentar.

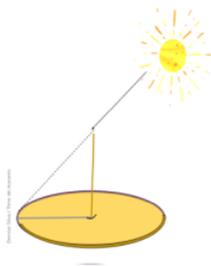
Uma das ciências mais antigas, em que o processo de conhecimento pode se confundir com o desenvolvimento da humanidade é a Astronomia, referenciado por (PEDROCHI, NEVES, 2005; RIDPATH, 2007; MEURER, STEFFANI, 2009; GAMA, HENRIQUE, 2010; COSTA, 2011). Desde as origens ela é utilizada para entender os fenômenos do universo, pois ela é a ciência que se tornou comum e de fundamental importância para o fortalecimento da vida em comunidade, segundo Trogello (2013).

O olho e o cérebro humano foram os primeiros instrumentos astronômicos usados pelo homem, e os antigos astrônomos, para entenderem o mundo em que viviam, para olhar, procurar, segundo Hiparco (190-120 a.C.) - considerado o maior astrônomo da era pré-cristã-, classificar as estrelas pelo seu brilho, as constelações e separar os planetas. Com o passar dos tempos, maior precisão foi exigida para a visualização dos astros quanto o seu posicionamento. Desta forma instrumentos sem sofisticação óptica começaram a ser criados e utilizados, mesmo assim, os astros continuaram a serem estudados a olho nu, o que perdurou até o século XVII, quando surgiu a luneta.

A astronomia sempre esteve presente nas culturas, inclusive na cultura indígena brasileira antes mesmo de os portugueses aportarem no Brasil no ano de 1500, conforme Araújo (2010). Os primeiros professores a ensinarem Astronomia no Brasil foram os Jesuítas, de acordo com Bretones (1999), quando o sistema de ensino estava sob o comando da política da colonização (LEITE *et al.*, 2013).

Desde a pré-história o homem observa o céu, vendo ocorrências que nele acontece, registrando fenômenos celestes dos movimentos dos astros como o sol, a lua, e estrelas entre fatos que interferem nas estações do ano, no clima, na agricultura, que se baseava no movimento desses astros (AFONSO; NADAL, 2013; CANIATO, 2013). Através deles também faziam medidas do dia, meses e ano. Na época era muito comum usar um instrumento chamado Gnômon (figura 1), espécie de um marcador do tempo, que mais tarde levou ao aperfeiçoamento do relógio de sol, em que as horas eram dadas pela sombra de uma vareta fixa no chão na posição vertical, para fazer esses registros (AFONSO; NADAL, 2013). Assim, como o Gnômon, existem outros instrumentos de medição na astronomia que eram usados para medição nas grandes navegações, como por exemplo, o astrolábio, que é um instrumento que serve para medir as rotas marítimas (figura 2). Outro instrumento usado nas grandes navegações era o quadrante (figura 3), instrumento que consiste num quarto de círculo graduado ao qual está fixo um fio de prumo, usado para medição da altura, que é a distância angular de um objeto em relação ao horizonte. Também tinha a luneta (figura 4), um instrumento utilizado para observar objetos muito distantes no céu.

Figura 1. Gnômon



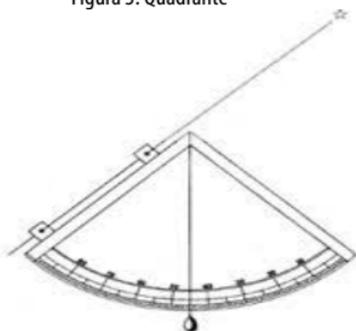
Fonte: novaescola.org.br

Figura 2: astrolábio



Fonte: todamateria.com.br

Figura 3: Quadrante



Fonte: cvc.instituto-camoes.pt

Figura 4: Luneta



Fonte: revistagalilei.globo.com

Ainda na pré-história, a atividade agrícola era bastante dominada através da observação dos astros (ITOKAZU, 2009; ARAÚJO, 2010).

Os PCNs para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998), para o terceiro e quarto ciclos (6º e 7º ano, e 8º e 9º ano, respectivamente) sugerem aos professores que aproveitem seus planejamentos, tanto conteúdo, e quanto metodologias de ensino, e os utilizem não somente aulas teóricas, mas

em aulas práticas principalmente em aulas de campo, observações do céu (LANGHI; NARDI, 2012), entre outros. “Sabemos que a astronomia é pouco abordada em sala de aula, por vários motivos, entre eles, a falta de preparo dos professores para lidar com os saberes específicos a ela relacionados” (HENRIQUE; ANDRADE; L’ASTORINE, 2010, p. 22). No Brasil, a proposta curricular para o primeiro segmento do ensino fundamental da educação de jovens e adultos, o eixo Terra e Universo, revisado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), propõe estudos que permitam ao aluno reconhecer a Terra como componente do sistema solar e compreender as interações do nosso planeta com o sistema, devendo o professor abordar temas sobre a matéria, energia e vida na Terra.

Langhi (2009) atribui a mínima presença, ou até mesmo, a ausência da Astronomia em sala de aula devido a alguns fatores, que podem ser mencionados: má formação inicial dos docentes; formação continuada insuficiente ou ausente; material didático de qualidade bastante escasso e livros didáticos apresentando diversos erros conceituais. Esses são alguns pontos gritantes que ainda podem persistirem no ensino atual de astronomia dentro das escolas.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2016 p. 137), “...é necessário estabelecer relações entre os conhecimentos científicos e a sociedade, reconhecendo fatores que podem influenciar as transformações de uma dada realidade”. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é “uma exigência, colocada para o sistema educacional brasileiro pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional” desenvolvida pelo Ministério da Educação, que tem como princípio desenvolver uma base curricular nacional que deverá ser implantada em todo o território brasileiro

e conta com o apoio de professores tanto da rede pública quanto privada para análise e críticas, contribuindo para uma educação de qualidade.

Zabala (1998), conceitua sequência didática como unidade de programação, ou unidade de intervenção pedagógica. Para Zabala (1998), é um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”.

Portanto, sequências didáticas, de acordo com Camargo e Bossle (2016), não deixa de ser um planejamento de atividades para ensinar os conteúdos, etapa por etapa, sendo assim, um conjunto de atividades ligadas entre si, e com isso, são organizadas de acordo com os objetivos de ensino-aprendizagem que o professor almeja alcançar para seus estudantes. Para Araújo (2013, p. 323), sequência didática é “um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais”, em que a construção deve ser baseada na dinâmica do ensino de Ciências, considerando os objetivos da contextualização. De acordo com Santos (2007, p.5), “1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem e conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano”.

Guimarães e Giordan (2011) elencam alguns critérios para a elaboração/construção de uma sequência de didática como sendo: 1º) Título: este deve ser atrativo e relacionado a sequência de didática, uma vez que por si só, pode

chamar a atenção, ou até mesmo criar resistência; 2º) Público alvo: considerando que a sequência de didática não é universal; 3º) Problemática e problemas: Considerar a problematização, bem como, os problemas em que a sequência de didática está sustentada; 4º) Objetivos gerais e específicos: que sejam passíveis de serem alcançados, onde os conteúdos e atividades, possam ser desenvolvidos visando tais objetivos; 5º) Conteúdos: que devem estabelecer uma relação com os componentes curriculares, ainda que estes estejam tradicionalmente organizados disciplinarmente, mas na natureza os fenômenos desta não se manifestam segundo essa visão disciplinar; 6º) Metodologia: que deve assumir um caráter fundamental, uma vez que é a partir desta que se estabelecem as situações de aprendizagens; 7º) Avaliação: que deve condizer com os conteúdos, atividades e sobretudo, com os objetivos descritos; 8º) Referências: importante apresentar as fontes utilizadas para o desenvolvimento das aulas; e, 9º) Bibliografia: apresentar as fontes utilizadas para construção da sequência de didática.

A avaliação da sequência didática é fundamental para o planejamento do ensino (Zabala,1998), considerando que:

O planejamento e a avaliação dos processos educacionais são uma parte inseparável da atuação docente, já que o que acontece nas aulas, a própria intervenção pedagógica, nunca pode ser entendida sem uma análise que leve em conta as intenções, as previsões, as expectativas e a avaliação dos resultados (Zabala, 1998, p. 17).

Assim, conforme Guimarães e Giordan (2011), a sequência didática é uma ferramenta de verificação ao professor muito significativa, que por sua vez deve-se considerar a sua construção, a clareza em sua abordagem, com explicações igualmente claras para seu desenvolvimento do ensino e aprendizagem do educando.

## METODOLOGIA

O trabalho de pesquisa será realizado e desenvolvido previamente na Escola Municipal de Ensino Fundamental Manuel de Lima, colégio situado na comunidade do distrito de Sucatinga, no município de Beberibe – CE, na em duas turmas de 9º ano A e B, para verificar o grau de conhecimento dos alunos em relação aos conceitos básicos de Astronomia, envolvendo alguns instrumentos de medidas astronômicas.

Para o desenvolvimento desse trabalho serão realizadas atividades em uma sequência didática, durante sete aulas diferentes, propondo dois modos de aplicação desta tarefa, já (pre)vedendo essa situação pandêmica que o país passa. Primeira maneira, caso a pandemia da covid-19 persista, serão ministradas aulas remotas nas escolas através das metodologias ativas, como o *google meet*, *google sala de aula*, *google formulário* e *doc*, *classroom*, *moodle*, *socrative* entre outras ferramentas de tecnologia digital, conforme a necessidade. A segunda maneira, caso amenize a pandemia do covid-19, ou seja, as autoridades da saúde liberem as atividades sociais, serão ministradas aulas presencialmente dentro das escolas. Abaixo segue um quadro com um resumo das atividades, de acordo com a maneira que venha ser administrada, presencialmente ou remota:

Quadro 1: resumo de atividade

MOMENTOS	ATIVIDADES	AULA PRESENCIAL	AULA REMOTA
1ª aula	<ul style="list-style-type: none"><li>• Explicação do trabalho a ser desenvolvido</li><li>• Aplicação questionário pré-teste sócio educacional/astronomia/instrumentos astronômicos.</li><li>• Discussão, debate em relação ao questionário de pré-teste e os conteúdos em questão.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sala de aula</li><li>• Questionário impresso para ser respondido</li><li>• Explicação oral</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Classroom</li><li>• Google meet</li><li>• Google formulário</li><li>• Socrative</li><li>• Padlet</li></ul>

MOMENTOS	ATIVIDADES	AULA PRESENCIAL	AULA REMOTA
2ª aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dinâmica conteúdo aula anterior: astronomia;</li> <li>Passa tempo astronômico de palavras cruzadas;</li> <li>Jogo das três pistas;</li> <li>Bingo da astronomia</li> <li>Outros jogos virtuais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de aula</li> <li>Dinâmica em grupo</li> <li>computador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Classroom</li> <li>google meet</li> <li>Direcionar</li> <li>Para página do site</li> <li>Neopard</li> </ul>
3ª aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentação do conteúdo slid's: Astronomia, Instrumentos astronômicos de medidas.</li> <li>Discussão, debate</li> <li>Questionário pós-teste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de aula</li> <li>Datashow</li> <li>Questionário impresso para ser respondido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Classroom</li> <li>Google meet</li> <li>Google formulário</li> <li>Socrative</li> <li>Padlet</li> </ul>
4ª aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina materiais de baixo custo</li> <li>Construção de alguns instrumentos astronômicos de medidas</li> <li>Usar instrumentos astronômicos reais para realizar medidas reais</li> <li>Vídeos, leituras, debate, discussão, questionário, desenho</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de aula</li> <li>Confecção dos instrumento</li> <li>Confecção de instrumentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Classroom</li> <li>Google meet</li> <li>Direcionar a página site</li> <li>Software</li> <li>Neopard</li> <li>Padlet</li> </ul>
5ª aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usar software (O.A.), relacionado aos instrumentos astronômicos de medidas para simular medições virtuais</li> <li>Usar instrumentos reais para fazer essas medidas se possível na escola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de aula</li> <li>Computador/software animação/simulação</li> <li>Exercícios/cálculos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Classroom</li> <li>Google meet</li> <li>Apresentação software/ animação/simulação</li> <li>Exercícios/cálculos</li> <li>Socrative</li> </ul>
6ª aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisão, aprimoramento</li> <li>Conteúdos: astronomia, instrumentos astronômicos de medidas</li> <li>Aplicação de questionário</li> <li>Comentários/fórum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de aula</li> <li>Datashow</li> <li>Comentários oral</li> <li>Questionário impresso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Classroom</li> <li>Google meet</li> <li>Google formulário e/ou socrative</li> <li>Padlet</li> </ul>
7ª aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realização de Olimpíada de Astronomia dos conteúdos estudados na escola.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de aula</li> <li>Questionário impresso para ser respondido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Classroom</li> <li>Google meet</li> <li>Google formulário</li> <li>Socrative</li> </ul>

Fonte: elaboração, o autor

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os resultados prévios de dados a serem colhidos no projeto de pesquisa antes, durante e depois, pretende-se trabalhar com a metodologia de questionários de pré-teste e pós-teste durante a aplicação do estudo em algumas aulas nas atividades que serão realizadas sobre os conceitos básicos de astronomia e instrumentos astronômicos. Serão

aplicados antes e após a sequência didática, com ou sem explanação de conteúdos, onde os alunos deixarão suas contribuições em questionários objetivos e/ou subjetivos. Também contaremos com a abertura de comentários, debates e discussões acerca do que foi explanado em aulas presenciais ou remotas, para depois mensurarmos os dados obtidos por esse método. Na metodologia segue detalhada a maneira de obtenção desses resultados e discussões através das aulas que serão ministradas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Ciências no Brasil tem recebido inúmeras contribuições de seus especialistas que discutem questões que vão desde os aspectos sócio-históricos, filosóficos, epistemológicos até aqueles que dizem respeito à parte pedagógica, administrativa, técnica entre outras.

Para uma aprendizagem satisfatória, professores têm usado várias metodologias para alcançar o sucesso, e uma delas seria aplicar metodologias e métodos que estimulem o gosto pela aprendizagem. O trabalho em desenvolvimento parte da premissa de um estudo na área da astronomia sobre o uso de uma sequência didática, contando com a utilização de conceitos básicos e alguns instrumentos de medidas astronômicas, apoiado pela Tecnologia Digital da Informação e Comunicação (TDIC) para maior compreensão, além do uso de programa computacional para levar o aluno a entender conceitos de astronomia da melhor forma possível e de maneira simples, de maneira presencial ou remota. Assim os alunos poderão conhecer a história da astronomia e seus conceitos básicos, a utilidade no cotidia-

no, e construir e utilizá-los no dia a dia. Isto poderá contribuir para uma aprendizagem mais consistente dos alunos, ao aproximar o conhecimento de astronomia de forma mais conceitual e contextualizada apoiada pela Tecnologia Digital da Informação e Comunicação (TDIC) nessa área do saber, estimulando o imaginário, o interesse do discente pela procura de significados, potencializando-o para que aprendam conceitos formais de astronomia para sua vida pessoal, social e profissional.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, G. B.; NADAL, C. A. **Arqueoastronomia no Brasil**. In: **História da astronomia no Brasil** (2013) / organizador: Oscar T. Matsuura; comissão editorial: Alfredo Tiomno Tolmasquim ... [et al.]. – Recife: Cepe, 2014. V. 1. : il.

ARAÚJO, D. C. C. **Astronomia no Brasil: das grandes descobertas à popularização**. 2010. 57 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Católica de Brasília, Brasília-DF, 2010.

ARAÚJO, D. L. **O que é (e como faz) sequência didática?** In: *Entrepalavras*, Fortaleza – ano 3, v.3, n.1, p. 322-334, 2013.

BALBINO, J. **Objetos de Aprendizagem: Contribuição para a sua genealogia**. Agosto, 2007. Banco Internacional de Objetos de Aprendizagem. Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>>. Acesso em: 13 jul 2019.

**Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <http://www.basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 30 de ago de 2020.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. MEC. Brasília. 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC / SEF, 1998. 138 p.

BRASIL. **Secretaria de Educação Média e Tecnologia. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1997.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, UNICAMP, 1999.

CAMARGO, W. M.; BOSSLE, R. Z. **Sequência didática: o lúdico como ferramenta de auxílio ao ensino de matemática**. In: Anais da X Mostra Científica do CESUCA – ISSN – 2317-5915, 2016.

CANIATO, R. **Um projeto brasileiro para o ensino de Física**. 1974. V. 4, 586f. Tese (Doutorado em Física), Unesp, Rio Claro, 1974.

COSTA, J. R. V. **Um hipermídia sobre fases da lua para o ensino de astronomia a distância**. MS thesis. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011. Disponível em: <<http://www.universiabrasil.net/materia/materia.jsp?id=5938>>. Acesso em: 15 jul 2019.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na sala de aula: Por quê?. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Limeira, n.9, 2010, p. 7-15.

GUIMARÃES, Y. A. E.; GIORDAN, M. **Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação Continuada de professores**. In: VIII Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011.

HENRIQUE, A. B.; ANDRADE, V. P.; L'ASTORINA, B. **Discussões sobre a natureza da ciência em um curso sobre a história da astronomia**. Revista Latino Americana de Educação em Astronomia, n.9, p.17-31, 2010.

ITOKAZU, A. G. 1609: **da astronomia tradicional ao nascimento da astrofísica**. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 4, p. 42-45, 2009.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009.

LANGHI, R; NARDI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009.

LANGHI, R; NARDI, R. **Educação em Astronomia no Brasil: alguns recortes**. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF – Vitória, ES, 2009.

LANGHI, R; NARDI, R. **Educação em Astronomia: Repensando a Formação de Professores**. 2012.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. **Astronomia nos livros didáticos de ciências da 1ª à 4ª séries do ensino fundamental**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13, São Paulo, 1999.

MEURER, Z. H.; STEFFANI, M. H. **Objeto educacional astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais**. In: Simpósio nacional de ensino de física – SNEF, 18, Vitória, 2009.

NASCIMENTO, A. C. **Entrevista para educação 360º**. 2010. Disponível em: <[http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/sala\\_de\\_aula\\_entrevista\\_-\\_01.asp](http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/sala_de_aula_entrevista_-_01.asp)>. Acesso em: 16 jul 2019.

**Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica**. Disponível em: <http://www.Org.br>. Acesso em: 30 de ago de 2020.

OLIVEIRA, R. R.; ANDRADE, M. H.; SALES, G. L.; SILVA, J. B.; LENCASTRE, J. A.; ALVES, F. R. V. **ISSO Decifrando enigmas com os Inteiros: um Objeto de Aprendizagem e sua concepção para o ensino de Matemática**. In: XXII Conferência Internacional sobre Informática na Educação, 2017, Fortaleza. TISE. Santiago: Sanchez, 2017. V. 1. P. 1-6. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/48446>>. Acesso em: 14 jul 2019.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. **Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vigo, v. 4, n.2, 2005.

RIDPATH, I. **Guia ilustrado Zahar astronomia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2007. 300p.

SANTOS, W. L. P. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios**. Revista Brasileira de Educação. Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, 2007. [a].

TROGELLO, A. G. **Objetos de aprendizagem: uma sequência didática para o ensino de Astronomia**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, p. 102, 2013.

ZABALA, A. **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

## PARTE 4

### PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS ENSINO FUNDAMENTAL – DO 1º AO 5º ANO

## CAPÍTULO 15.

### BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: FUNDAMENTOS E REFLEXÕES

*Jairla Bianca Aires Praciano*

*Raphael Alves Feitosa*

*Isabel Garzón Barragan*

#### RESUMO

As políticas curriculares são constituídas de propostas e práticas curriculares, realizando um processo de escolha de saberes, valores, símbolos e significados, sistematizando tudo aquilo que é adequado a ser ensinado. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo que expõe as aprendizagens fundamentais para os estudantes da educação básica, pretendendo reestruturar o ensino e organizar dos currículos nas escolas brasileiras. Este documento oficial apresenta sua organização em áreas do conhecimento, e a que vamos abordar neste estudo é a área de Ciências da Natureza do Ensino Fundamental. Dessa forma, o presente artigo objetivou analisar a organização da Base Nacional Comum Curricular, evidenciando os conteúdos expostos na área de Ciências da Natureza e os possíveis impactos para o ensino de Ciências. É importante destacar que a metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, caracterizada por refletir as considerações de diversos autores, com o propósito de auxiliar no alcance

do objetivo proposto. Diante das análises e leituras, conclui-se que a padronização dos currículos é reduzir as experiências educacionais, silenciar as diversidades culturais, pluralidade social e a autonomia docente e escolar. Nesse contexto, a BNCC propõe procedimentos, competências e habilidades a serem executadas, com o objetivo de preparar os estudantes para atender a demanda do sistema produtivo. A investigação revelou lacunas existentes nas propostas e conteúdos científicos, relacionadas aos temas de educação sexual, saúde e Educação Ambiental.

*Palavras-chave:* Políticas curriculares, Base Nacional Comum Curricular, Ciências da Natureza.

## 1. INTRODUÇÃO

As políticas curriculares contêm orientações e práticas curriculares que selecionam os conceitos, habilidades, princípios e concepções sobre o mundo, com a finalidade de organizar o que deve ser lecionado. Esses documentos oficiais de natureza curricular são considerados os componentes de ligação entre a teoria curricular, a política curricular e o ambiente escolar (THIENSEN, 2012).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento curricular normativo que determina a associação das diversas aprendizagens fundamentais para os estudantes do Ensino Básico de instituições públicas ou privadas em todo o território brasileiro. Estabelecem normas que são utilizadas para a elaboração dos currículos escolares em cada etapa de escolarização: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Sua elaboração

foi iniciada em 2015, após passar por diversas análises e sugestões de especialistas e foi oficializada em 2017, com sua versão final implementada em todo o Brasil a partir de 2018 (BRASIL, 2018).

Dessa maneira, a produção da base nacional dos currículos no Brasil já havia sido bastante debatida, sendo prevista nas principais legislações, como a Constituição Federal de 1988, a Lei nº 9.394 – Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (DCN) (BRASIL, 2010) e o Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2014). Assim, esses documentos oficiais já apoiavam uma perspectiva de currículo centralizador e a padronização do processo educacional brasileiro.

Levando em consideração a estruturação da BNCC, os assuntos organizados em “Áreas do Conhecimento”, sendo elas Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso. Essas Áreas do conhecimento citadas são subdivididas em “Componentes curriculares” específicos. Cada componente curricular inclui suas competências e habilidades particulares. Assim, as Ciências da Natureza, no Ensino Fundamental, apresentam somente um componente curricular nomeado “Ciências” (BRASIL, 2018).

De acordo com a área do conhecimento de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, o documento da BNCC inicia destacando a importância do desenvolvimento científico e tecnológico, enfatizando as influências prejudiciais desse avanço para a natureza. Além disso, a BNCC trata o letramento científico como estratégia para que o aluno possa compreender e interpretar o cotidiano, o am-

biente e a sociedade de que faz parte, podendo transformá-los com auxílio dos conceitos sobre Ciências adquiridos.

Os eixos formativos da BNCC de Ciências da Natureza exibem um viés investigativo, levando em conta: 1) Delineamento de situações-problemas e planejamento investigações; 2) Pesquisa, análise e avaliação do problema levantado; 3) Comunicação, organização das conclusões e apresentação dos resultados da observação; 4) Elaboração de intervenção, com o intuito de melhorar a qualidade de vida (COMPIANI, 2018). Dessa maneira, o processo de formação de professores impõe mudanças curriculares, sendo necessário repensar a sua ação pedagógica, com novas estratégias, habilidades e competências (OLIVEIRA, 2014).

Contudo, as propostas referidas na BNCC apresentam uma ausência significativa de conteúdos com viés científico, sem a preocupação com a formação integral dos estudantes. As orientações referidas nesse documento dão destaque a procedimentos, competências e habilidades a serem desenvolvidas, visando a “capacitação” dos indivíduos para o mercado de trabalho e conseqüentemente, o crescimento do capital (MARSIGLIA *et al.*, 2017). Além do incentivo ao sistema capitalista, esse formato de currículo reducionista e fragmentado tem como objetivo atender às avaliações externas padronizadas, estabelecidas a partir de exigências internacionais (ZANK, 2020). Por isso, é indispensável o estudo sobre as orientações curriculares estabelecidas pela BNCC e os possíveis impactos para o campo educacional e para a área de Ciências da Natureza.

Neste contexto, o objetivo do artigo é analisar a organização da Base Nacional Comum Curricular e suas perspectivas específicas para a área de Ciências da Natureza, bem como suas possíveis conseqüências para o ensino de

Ciências. Para isso, iremos apresentar: 1) uma sucinta contextualização do processo de elaboração das versões da BNCC, ressaltando aspectos curriculares, históricos e políticos desse desenvolvimento; 2) expor as propostas e orientações exclusivas da área de Ciências da Natureza; 3) investigar os hiatos presentes na BNCC de Ciências da Natureza. Vale destacar, que este trabalho é um estudo bibliográfico, que se caracteriza por refletir sobre as considerações dos mais diversos autores, considerações essas que possam auxiliar no alcance do objetivo proposto.

## **2. A ELABORAÇÃO DA BNCC E SUAS CARACTERÍSTICAS**

A Lei nº 13.005, de 25 de junho 2014, prescreve o Plano Nacional de Educação (PNE) com permanência no período de 2014 à 2024, constituído de 20 metas que propõem beneficiar a Educação Básica no país. Salienta-se que algumas dessas metas mencionam a carência de uma base nacional de unificação dos currículos, e essas foram utilizadas como justificativa para a elaboração da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A elaboração da BNCC foi realizada durante um longo processo, com diversas versões e modificações. O início da produção ocorreu no I Seminário Interinstitucional realizado entre os dias 17 a 19 de junho 2015 e instituiu, por meio da Portaria de número 592, a Comissão de Especialistas para a Elaboração de Proposta da BNCC. Foram esses especialistas presentes no Comitê que formularam a primeira versão da BNCC, ficando disponível na pági-

na do Portal da Base entre setembro de 2015 e março de 2016 para receber contribuições e críticas da população. As principais desaprovações destinadas ao documento era o alto nível de fragmentação, enrijecimento e conteudismo curricular, dificultando a contextualização dos conteúdos (PICCININI; ANDRADE, 2018).

Em concordância com as alterações sugeridas, no dia 3 de maio de 2016 publicou-se a segunda versão da BNCC. No período entre a segunda e a terceira versão, 23 de junho a 10 de agosto de 2016, foram realizados seminários estaduais nas capitais brasileiras e no Distrito Federal, proporcionado pelo Conselho Nacional de Secretários da Educação (Consed) e pela União dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime). Em agosto de 2016, a terceira versão iniciou o seu reordenamento. O Ministério da Educação entregou a última versão da BNCC ao Conselho Nacional de Educação (CNE) em abril de 2017.

Em 20 de dezembro de 2017, foi homologada pelo Ministro da Educação José Mendonça Filho a BNCC para a Educação Infantil e Ensino Fundamental. Apenas no ano seguinte, em 14 de dezembro de 2018, publicou-se a versão da BNCC para o Ensino Médio, etapa final e concluinte da Educação Básica nacional. De forma geral, este documento prevê as competências que norteiam as ações pedagógicas desenvolvidas no ambiente escolar no Brasil. Conforme a definição do próprio documento, a BNCC é:

[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2018, p. 7).

Diante de seu caráter normativo, a BNCC auxilia as instituições escolares durante a elaboração de seus currículos, estando associada a outras políticas educacionais federais, estaduais e municipais, permitindo assim autonomia dos sistemas de ensino e a execução efetiva das orientações previstas nesse documento (BRASIL, 2018).

Vale destacar, que a base curricular não é uma proposta atual, sendo discutida desde a Constituição de 1988 em seu artigo 210, tornando-se novamente foco na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (BRASIL, 2010) e no Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014), com a finalidade de construir uma educação de excelência em nosso país.

Alguns conhecimentos são considerados fundamentais para os estudantes durante a jornada nos três ciclos da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio), com relação a isso, a BNCC cita dez competências gerais que devem estar interligadas a essas aprendizagens. Neste documento, o termo competência possui definição de ser “[...] a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8).

Quanto à estrutura geral para a Educação Infantil, o documento é representado por duas fundamentações: “Direitos de aprendizagem e desenvolvimento” e “Campos de experiências”, com o objetivo de certificar que as crianças possuam oportunidade de se desenvolver e aprender, com o auxílio de múltiplas atividades, práticas e experiências.

O Ensino Fundamental é dividido em duas fases: os anos iniciais, que abrangem do 1º ao 5º ano, e os anos finais, com o período de 6º ao 9º ano. Para o Ensino Fundamental, a BNCC apresenta cinco Áreas do conhecimento que organizam os conteúdos, sendo elas Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso. Cada área do conhecimento mencionada anteriormente apresenta seus componentes curriculares, por exemplo, na área de Linguagens seus componentes são: Língua Portuguesa, Arte, Educação Física e Língua Inglesa. Já a área do conhecimento de Ciências da Natureza tem como único componente curricular nesta etapa as Ciências. Acrescenta-se que cada área do conhecimento determina suas competências específicas, assim como cada componente curricular também aponta as competências específicas do componente, Unidades Temáticas, Objetos do Conhecimento e Habilidades. No item a seguir deste artigo, discutiremos as particularidades da área do conhecimento de Ciências da Natureza, que é o enfoque da pesquisa.

O discurso de currículo “comum”, propagado pela BNCC, gera a interpretação de que possa ser realizado e aplicado igualmente a todos, afirmando o conceito de que uma circunstância igualitária ou universal está diretamente atrelada a algo justo e equilibrado. Esses pensamentos são incompatíveis com a diversidade humana, social, cultural, política, sexual e econômicas presentes na sociedade contemporânea. Além de tudo, expõem orientações com característica de unificação, ignorando as particularidades regionais marcantes da população brasileira (TIRIBA; FLORES, 2016).

Corroborando com isso, Galiuzzi (2018, p. 4) afirma que “Toda a experiência dos professores e os currículos em andamento são negligenciados nessas BNCC. E a localida-

de, a diversidade, a negociação de sentidos, a autonomia da escola não aparecem no texto”. Assim, as orientações expostas pela BNCC estão no sentido contrário ao desenvolvimento de uma educação igualitária, visto que os assuntos são padronizados e impostos às escolas.

### **3. A BNCC ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

A área do conhecimento de Ciências da Natureza aborda conceitos científicos amplos relacionados à Biologia, Química, Física e Ciências da Terra (Geociência). Isso contribui para o entendimento sobre o planeta, seus recursos naturais e suas transformações acerca dos animais e as interações com o ambiente, como também sobre o universo, seus elementos e movimentos. Quando articulados, estes conceitos proporcionam ao estudante do Ensino Fundamental uma visão introdutória fundamentada do campo. Além disso, oferece reflexões sobre crescimento científico e tecnológico na sociedade atual, que tem como efeito as alterações e desequilíbrios ambientais. As observações de mundo, podem influenciar no desenvolvimento dos princípios éticos, políticos e culturais dos discentes.

Ademais, a BNCC de Ciências da Natureza ressalta o letramento científico como ferramenta para o conhecimento das temáticas da Ciência e para a compreensão das questões políticas, tecnológicas e sociais envolvidas na Ciência. Dessa forma, o ensino das ciências deve estar correlacionado a outros ramos do conhecimento, além de “assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos

principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2018, p. 321).

A ideia de investigação científica, não é somente práticas com a utilização de vidrarias em um laboratório, com passos e momentos preestabelecidos. A caracterização do processo investigativo dispõe de viés mais abrangente e precisa estar presente na formulação de todas as ações pedagógicas desenvolvidas na entidade escolar, a fim de promover postura crítica e reflexiva aos alunos, passando a serem capazes de observar e raciocinar sobre o mundo ao seu redor (BRASIL, 2018).

Ainda sobre a perspectiva da BNCC a respeito do processo investigativo, as Ciências da Natureza devem ser ministradas possibilitando o acesso dos alunos à pesquisa, através de abordagens investigativas em sala de aula, estando em conformidade com quatro aspectos importantes para essa dinâmica: 1) Definição de problemas; 2) Levantamento, análise e representação; 3) Comunicação; 4) Intervenção (COMPIANI, 2018). Estes aspectos são tratados de forma mais aprofundada no documento. Dessa maneira, em “Definição de problemas”, os alunos são incentivados a observar o universo, produzir questionamentos e elaborar hipóteses. Em “Levantamento, análise e representação”, os discentes devem realizar atividades de campo, desenvolver argumentos com base em cenários e conhecimentos fundamentados e produzir soluções para questões cotidianas, com auxílio de inúmeros recursos. Já “Comunicação” está relacionada a capacidade de expor, de forma oral, escrita ou multimodal, dados de investigações. Por fim, “Intervenção” está relacionada com a habilidade de elaborar ações de intervenção, com o intuito de melhorar a bem-estar individual, coletivo e socioambiental (BRASIL, 2018).

Em vista disso, podemos observar que as ações propostas pela BNCC envolvidas no processo investigativo expõem uma quantidade diferente para cada aspecto. Com relação a isso, o ponto “Levantamento, análise e representação” expressa um número elevado de ações, quando comparamos com os demais fatores, como “Definição de problemas” e “Intervenção”. Segundo Sasseron (2018), este fato pode estar interligado, mesmo que indiretamente, ao ensino de Ciências com a valorização do âmbito do trabalho.

Como dito anteriormente, seguindo a organização da BNCC, cada componente curricular possui suas unidades temáticas, seus objetos do conhecimento e habilidades. As unidades temáticas agrupam os objetos de conhecimento, que são caracterizados por um conjunto de habilidades expondo aprendizagens essenciais, incluindo o processo cognitivo do aluno (MARIANI; SEPEL, 2020). Nessa perspectiva, as unidades temáticas:

[...] definem um arranjo dos objetos de conhecimento ao longo do Ensino Fundamental adequado às especificidades dos diferentes componentes curriculares. Cada unidade temática contempla uma gama maior ou menor de objetos de conhecimento, assim como cada objeto de conhecimento se relaciona a um número variável de habilidades (BRASIL, 2018, p. 29).

O componente curricular de Ciências contém as unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, estando associadas aos objetos de conhecimento e as habilidades a elas referidas, atentando também, para a indicação e continuidade dos conteúdos tratados.

A unidade temática Matéria e Energia aborda a definição de matéria, bem como suas transformações e sobre os diferentes tipos e fontes de energia aplicados em nosso cotidiano. Essa unidade tem o intuito de desenvolver

uma reflexão sobre o uso consciente de materiais diversos e dos recursos naturais e energéticos, e como as utilizações destes estão relacionadas com a sociedade e a tecnologia ao longo das décadas. Para os anos iniciais, o documento relata que essa unidade possibilita o primeiro contato com os conceitos de materiais, suas propriedades e utilizações, assim como também as interações entre luz, som, calor, eletricidade e umidade. Já em relação aos anos finais, essa mesma unidade proporciona aos jovens a capacidade de analisar criticamente o uso de certos combustíveis, a fabricação de produtos sintéticos utilizando recursos naturais como fonte de matéria-prima e a geração de diferentes tipos de energia, a fim de incentivar atitudes mais sustentáveis visando o equilíbrio ambiental.

Já a unidade temática Vida e Evolução contempla temas referentes aos seres vivos, englobando o ser humano, como também suas particularidades, necessidades e os aspectos fundamentais para a manutenção da diversidade desses organismos em nosso planeta. Também expõe conceitos sobre ecossistemas, biodiversidade e as interações envolvidas entre os seres vivos, os fatores não vivos e os seres humanos. Nos anos iniciais, essa unidade trabalha as características dos seres vivos de acordo com os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre o tema. Nos anos finais, a unidade promove a identificação das relações desenvolvidas no ambiente e as ações humanas diante das cadeias alimentares, além de compreender como estas ações são meios transformadores no ambiente, estimulando o uso adequado e responsável dos recursos naturais e a sustentabilidade socioambiental. Acrescente-se que esta unidade também apresenta concepções sobre o corpo humano e os diferentes sistemas que nele existe. Em vista

disso, a reprodução e a sexualidade humana são tratadas no período dos anos finais, consistindo em conteúdos de bastante relevância social nessa faixa etária.

Finalizando com a unidade temática Terra e Universo, que discute a Terra, o Sol, a Lua entre outros corpos celestes, bem como suas posições, dimensões, constituições, deslocamentos e forças que neles atuam. Para os anos iniciais, destaca a importância da observação do céu, do planeta Terra, dos principais fenômenos celestes e o desenvolvimento do pensamento espacial. Nos anos finais, essa unidade evidencia os conhecimentos sobre os ciclos biogeoquímicos, o solo, o interior do planeta, clima e seus fenômenos naturais.

De acordo com a BNCC, é preciso que todas as três unidades temáticas sejam trabalhadas de forma interligada, e não isoladamente, para que o estudante tenha um conhecimento científico efetivo, estando apto para reconhecer os múltiplos papéis da ciência e tecnologia no desenvolvimento da sociedade humana.

Contudo, Franco e Munford (2018) destacam alterações significativas na estruturação dessas unidades temáticas, considerando a primeira e a última versão elaborada. Segundo os autores, a primeira versão possuía seis Unidades de Conhecimentos (UC) na área de Ciências da Natureza: Materiais, substâncias e processo; Ambiente, recursos e responsabilidades; Bem-estar e saúde; Terra, constituição e movimento; Vida, constituição e reprodução; Sentidos, percepção e interações. Já na terceira versão, como anteriormente citado, expõe apenas três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. Esse fato é interpretado como uma possível redução

dos conteúdos, quando confrontamos essas duas versões. Acrescenta-se que as modificações realizadas entre as unidades apontam para um “menor destaque dado a questões sociais que perpassam a proposta e uma interlocução menos visível com o cotidiano dos estudantes” (FRANCO; MUNFORD, 2018, p. 163).

A diminuição das unidades e conseqüentemente dos conteúdos, provocam prejuízos consideráveis no processo de aprendizagem dos estudantes. Este fato pode ser observado na extinção da unidade de conhecimento “Ambiente, recurso e responsabilidades” que abordaria a associação entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), tendo grande influência nas ações sociais e na conscientização dos sujeitos sobre as causas ambientais (FRANCO; MUNFORD, 2018). Nessa perspectiva, a retirada da unidade de conhecimento “Sentidos, Percepção e Interações” que favoreceria o entendimento relacionado aos sentidos, também causaram perdas nas temáticas de Ciências. Essa unidade anulada discutia a percepção do ambiente e as relações dos seres vivos com os fenômenos sonoros, luminosos, mecânicos, elétricos, térmicos e bioquímicos. Conforme Compiani (2018), a unidade auxiliaria os educandos no desenvolvimento das interações com o ambiente concreto, já que na atualidade é ocasionalmente, substituído pelo mundo digital.

Porém, as reflexões desenvolvidas não são somente a respeito da organização das unidades temáticas ao longo das versões produzidas, mas também sobre as temáticas ausentes ou incompletas apresentadas pela última versão do documento. Com relação a isso, no próximo item iremos abordar as lacunas deixadas pela BNCC na área do conhecimento de Ciências da Natureza.

#### 4. LACUNAS E REFLEXÕES SOBRE A BNCC DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

É possível observar na literatura inúmeras críticas à BNCC em relação a determinados conteúdos das Ciências. Quanto a isso Sousa, Guimarães e Amantes (2019) ressaltam que o conteúdo de saúde é pouco abordado quando comparado a outros documentos curriculares anteriormente publicados no país. As autoras indicam que em todas as versões da BNCC “prevalece uma vertente reducionista da saúde, associando-a a uma abordagem comportamentalista voltada aos cuidados, cuja responsabilidade recai fortemente sobre os indivíduos” (SOUSA; GUIMARÃES; AMANTES, 2019, p. 142).

Outra temática discutida na BNCC de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental é a diminuição das temáticas associadas ao corpo humano. É possível observar que apenas os sistemas nervoso, locomotor e reprodutivo são abordados na última versão do documento, com a ausência de conexão com os demais sistemas presentes no organismo humano. Além de tudo, esses poucos sistemas são abordados de maneira fragmentada entre as séries. No 6º ano, a unidade temática “Vida e Evolução” contém o objeto de conhecimento “Interação entre os sistemas locomotor e nervoso” que fala a respeito da função do sistema nervoso e sobre a sustentação e movimentação dos seres vivos. Somente no 8º ano, essa mesma unidade temática expõe os objetos de conhecimento “Mecanismos reprodutivos” e “Sexualidade”, referindo-se ao assunto de sistema reprodutivo (PICCININI; ANDRADE, 2018).

Considerando a área de Sexualidade, também podemos perceber uma redução acentuada desse conteúdo nas

orientações propostas pela BNCC. Como mencionado antes, esse assunto está restrito à área do conhecimento de Ciências e de forma específica no 8º ano dos anos finais, mostrando um retrocesso instrutivo (MONTEIRO; RIBEIRO, 2020). A título de exemplo, os PCN discorriam a Sexualidade como um tema transversal a ser apresentado em todas as séries. Contudo, neste momento encontra-se limitado à exposição somente em um ano.

Para Monteiro e Ribeiro (2020), a BNCC apresenta a Sexualidade apenas com concepções biológicas, sendo elas anatômicas e fisiológicas, envolvidas no mecanismo reprodutivo, ausentando os aspectos correlacionados à educação sexual, diversidade, gênero e orientação sexual. Além disso, apresenta noções obsoletas em suas habilidades, como o termo “DST” referente à Doenças Sexualmente Transmissíveis. Visto que, o Departamento de Vigilância, Controle e Prevenção das IST, do HIV/Aids e das Hepatites Virais, estabeleceu a denominação de Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST), substituindo a nomenclatura Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST).

A respeito da ausência das questões voltadas para identidade de gênero, sexo e orientação sexual no documento, podemos comprová-la diante das Competências Gerais da Educação Básica em seu tópico 9. Este ponto retrata a “valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza” (BRASIL, 2018, p. 10), anulando os termos gênero, orientação sexual e sexualidade das diversidades existentes.

Com relação ao tema de Educação Ambiental (EA), é pouco e brevemente abordado pela BNCC de maneira geral. Nesta perspectiva, quando buscamos pelo termo “Edu-

cação Ambiental”, este se encontrado apenas em um único momento no documento, e está localizado na introdução (BEHREND; COUSIN; GALIAZZI, 2018). Esta abordagem é obsoleta, já que a EA é um elemento essencial para todos os níveis e categorias educativas, tendo que ser apresentado de modo associado com todas as áreas do conhecimento.

Considerando os danos à natureza e ao bem-estar dos cidadãos, faz-se necessário empreender uma educação comprometida com o desenvolvimento de capacidades nas crianças que as ajude a ser conscientes de seus direitos e deveres ambientais. A educação contemporânea não pode ficar indiferente às questões ambientais, por isto é importante questionar os propósitos da educação em ciências naturais das crianças, para contribuir na formação de cidadãos responsáveis na conservação dos sistemas de vida.

A necessidade de fortalecer processos que promovam uma democracia determinada e forte propõe empoderar as crianças para que sejam cidadãos e cidadãs para ação individual e coletiva, que ajude a causar mudanças para melhorar o bem estar das comunidades. Na escola, um modo de cultivar estas capacidades é assumir de forma conjunta a educação ambiental e em ciências naturais para a cidadania.

Quanto à área de Ciências da Natureza, as expressões ambientais no documento estão reduzidas aos princípios socioambientais. A palavra “socioambiental” está presente no aspecto de “Intervenção” exibido no contexto do processo investigativo, na 5ª competência específica de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e nas unidades temáticas Terra e Universo e Vida e Evolução em noções para os anos finais, prevalecendo correntes naturalista e conservacionista (ANDRADE; PICCININI, 2017). Já a palavra “ambiental” somente apresenta-se na unidade Maté-

ria e Energia, referente às relações estabelecidas entre os jovens e os materiais, a energia e os impactos na qualidade ambiental. Neste contexto, é preciso ressaltar que a EA contribui para o desenvolvimento de cidadãos críticos e preocupados com as questões ambientais, sendo capazes de agir diante dos obstáculos ambientais enfrentados. Por esse motivo, a importância de políticas curriculares que envolvam esse tema.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada sobre o processo de elaboração e organização da Base Nacional Comum Curricular no tocante a área de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental nos possibilita articular algumas reflexões quanto ao conceito atribuído a uma política curricular considerada “base nacional”. A centralização e a homogeneização dos currículos brasileiros geram impactos significativos em diferentes segmentos do âmbito pedagógico. A título de exemplo, interferem de modo direto no aprendizado dos estudantes, na elaboração dos recursos didáticos, nas avaliações educacionais e até mesmo na formação dos docentes. Diante das propostas da BNCC, percebemos a ausência de diversidade, regionalismo e autonomia escolar.

Em relação à área de Ciências da Natureza, é possível constatar neste documento curricular a escassez de conhecimentos científicos. De acordo com o que foi destacado ao longo do trabalho, conteúdos pertinentes como identidade de gênero, sexualidade, orientação sexual, saúde, sistemas do corpo humano e educação ambiental, são negligencia-

dos, indicando um retrocesso para a educação no Brasil. O que podemos perceber é uma base esvaziada de conteúdos, tendo a intenção de suprir as necessidades empresariais e o sistema capitalista.

Se a escola possibilita o vínculo das questões ambientais com a área de ciências naturais, possivelmente aumentam-se as possibilidades dos alunos aprenderem de forma significativa sobre os direitos humanos e capacidades humanas e sua vulnerabilidade nas realidades ambientais em seu contexto. A escola também possibilita construir conhecimento escolar científico ambiental que permita fundamentar os movimentos sociais ecológicos, seus aspectos éticos e a defesa do patrimônio cultural.

Levando em consideração a relevância de uma política educacional da magnitude como a BNCC e sua influência sobre a educação básica nacional, são necessárias mais pesquisas que analisem este assunto, com a finalidade de podermos acompanhar sua efetivação no ambiente escolar, assim como suas implicações na educação do país.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Carolina Pires de; PICCININI, Cláudia Lino. Educação Ambiental na Base Nacional Comum Curricular: retrocessos e contradições e o apagamento do debate socioambiental. In: IX EPEA ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 9., 2017, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017. P. 1-13.

BEHREND, D. M.; COUSIN, C. da S.; GALIAZZI, M. do C. BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: O QUE SE MOSTRA DE REFERÊNCIA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL?. **Ambiente & Educação**, [S. L.], v. 23, n. 2, p. 74–89, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf)

BRASIL. **Lei Federal 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Brasília, DF, 25. Jun. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Decreto-Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, seção 1, p.27839, 23 dez. 1996.

BRASIL. **Resolução nº 4/2010, de 13 de julho de 2010**. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

COMPIANI, Maurício. Comparações entre a BNCC atual e a versão da consulta ampla, item ciências da natureza. **Ciências em Foco**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 91-107, nov. 2018.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza. **Revista Horizontes**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 158-170, jan./abr. 2018.

GALIAZZI, M. C. (Des) necessária Base Nacional Curricular Comum – BNCC?. In: IV CONGRSSO INTERNACIONAL DE ENSINO DAS CIÊNCIAS. 4., 2018. **Anais [...]**. Congresso online de pesquisa em Ensino de Ciências. 2018. P. 1-6.

MARIANI, V.; SEPEL, L. Olhares docentes: caracterização do Ensino de Ciências em uma rede municipal de ensino perante a BNCC. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S.L.], v. 3, n. 1, 1 abr. 2020.

MARSIGLIA, Ana Carolina Galvão *et al.* A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: um novo episódio de esvaziamento da escola no brasil. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 107-121, 30 maio 2017. <http://dx.doi.org/10.9771/gmed.v9i1.2183>.

MONTEIRO, Solange Aparecida de Souza; RIBEIRO, Paulo Rennes Marçal. Sexualidade e Gênero na atual BNCC: possibilidades e limites. **Pesquisa e Ensino**, [S.L.], v. 1, p. 1-24, 1 maio 2020. <http://dx.doi.org/10.37853/pqe.e202011>.

OLIVEIRA, Sonia Maria Maia. **O Ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais**: concepções e práticas pedagógicas dos docentes em formação pelo parfor/pedagogia/ufpa. 2014. 151 f. Tese (Doutorado) – Curso de Doutorado em Educação, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

PICCININI, Cláudia Lino; ANDRADE, Maria Carolina Pires de. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular, mudanças, disputas e ofensiva liberal-conservadora. **Revista de Ensino de Biologia da Sbenbio**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 34-50, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.46667/renbio.v11i2.124>.

SASSERON, Lucia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 1061-1085, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>.

SOUSA, Marta Caires; GUIMARÃES, Ana Paula Miranda; AMANTES, Amanda. A Saúde nos Documentos Curriculares Oficiais para o Ensino de Ciências: da lei de diretrizes e bases da educação à base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 129-153, maio 2019. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u129153>.

THIESEN, Juarez da Silva. O que há no “entre” teoria curricular, políticas de currículo e escola? **Educação**, Porto Alegre, v. 35, n. 1, p. 129-136, jan. 2012.

TIRIBA, Léa; FLORES, Maria Luíza Rodrigues. A Educação Infantil no contexto da Base Nacional Comum Curricular: em defesa das crianças como seres da natureza, herdeiras das tradições culturais brasileiras. **Debates em Educação**, Maceió, v. 8, n. 16, dez. 2016.

ZANK, Debora Cristine Trindade. **Base nacional comum curricular e o “novo” ensino médio**: análise a partir dos pressupostos teóricos da pedagogia histórico-crítica. 2020. 147 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Ensino, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2020.

## CAPÍTULO 16.

### **A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) E O ENSINO DA MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS (TCC)**

*Samara Sales Frazão*

*Maria Cleide da Silva Barroso*

#### **RESUMO**

O presente trabalho trata de um recorte da nossa pesquisa de Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE). Neste artigo nos valem de uma revisão de literatura enquanto aporte metodológico a fim de discutirmos as possibilidades de utilização da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud no desenvolvimento de habilidades pertinentes à resolução de problemas nos anos iniciais do ensino fundamental, uma vez que a BNCC não apresenta explicitamente uma teoria que fundamente o ensino da matemática. Diante do que foi discutido, compreendemos a viabilidade entre a TCC, alinhada às habilidades de resolução de problemas da BNCC, com vistas a subsidiar as práticas docentes quanto à consolidação das habilidades acerca da resolução de problemas.

*Palavras-chave:* Base nacional comum curricular, Teoria dos campos conceituais, Resolução de problemas.

## 1. INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento norteador para a elaboração dos curriculares estaduais e municipais, apresenta as habilidades mínimas a serem desenvolvidas pelos estudantes de todo o Brasil, em todos os componentes curriculares. Na área da Matemática, a BNCC (Brasil, 2017) apresenta cinco campos de conhecimentos, a saber: Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade. Esses campos relacionam-se de modo que o estudante consiga fazer conjecturas e estabelecer relações usando os conhecimentos matemáticos no dia a dia.

Enquanto componente curricular, a Matemática é contemplada na BNCC (Brasil, 2017) com cinco unidades temáticas, Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, e Probabilidade e Estatística. Elas relacionam-se entre si, são contempladas em todo o ensino fundamental e podem apresentar ênfases diferenciadas em cada ano escolar.

Partindo das exigências da BNCC, no tocante ao desenvolvimento das habilidades matemáticas relativas à resolução de problemas, apontamos nossa questão central desse trabalho: Tendo em vista a ausência de uma teoria explícita que fundamente o ensino da matemática, em que medida a Teoria dos Campos Conceituais pode alinhar-se à BNCC com vistas a oferecer subsídios teóricos aos pedagogos de modo a fundamentar sua prática visando à consolidação das habilidades pertinentes à resolução de problemas do campo aditivo?

Para efeito, nossa hipótese central concentra-se no fato de a Base Nacional Comum Curricular não apresentar uma teoria de ensino que fundamente os docentes quanto

ao ensino da matemática, em especial quanto ao desenvolvimento e consolidação das habilidades relativas à resolução de problemas do campo aditivo, nos anos iniciais do ensino fundamental.

Com o intuito de responder nossa questão de base, temos como objetivo geral discutir sobre as possibilidades de alinhar alguns aspectos da Teoria dos Campos Conceituais à BNCC para subsidiar as práticas docentes visando à consolidação das habilidades pertinentes à resolução de problemas do campo aditivo nos anos iniciais do ensino fundamental.

A fim de obtenção de nosso objetivo, julgamos suficiente a adoção de estudos bibliográficos, e para tal nos valem os textos de Magina (2001, 2004), Passos e Nacarato (2018), Pertile e Justo (2020) e Vergnaud (2003, 2011, 2019), que apresentam reflexões acerca da TCC e de análises da BNCC.

Nosso texto está organizado em cinco seções. Inicialmente abordamos a Base Nacional Comum Curricular, no tocante à matemática e às habilidades relativas aos anos iniciais destacando a unidade temática Números e o objeto de conhecimento resolução de problemas. Na segunda seção, trazemos a Teoria dos Campos Conceituais para fundamentar o ensino da matemática. Na terceira seção fazemos algumas reflexões em relação às possibilidades de um alinhamento entre a BNCC e a TCC, enfatizando a resolução de problemas. A quarta seção apresenta nossa proposta metodológica e por fim, apresentamos nossas considerações a respeito da possibilidade, ou não, de tal alinhamento.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as habilidades matemáticas

A Base Nacional Comum Curricular, homologada em 2017, é o documento norteador para implementação dos currículos nos âmbitos estaduais e municipais. Ela apresenta dez competências gerais que visam o desenvolvimento integral dos estudantes, bem como a transformação da sociedade, tornando-a mais humana. De acordo com a BNCC

[...] competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2017, p. 8).

As dez competências gerais permeiam toda a educação básica, relacionando-se entre si. Cada competência apresenta um objeto de conhecimento, que pode ser compreendido como conteúdos, conceitos e processos (BRASIL, 2017, p. 28). Em relação à matemática, compreendemos que a segunda e a quarta competências contemplam essa área.

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artísticas, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo (BRASIL, 2017, p. 8).

Conforme mencionado anteriormente, as competências relacionam-se entre si, portanto habilidades e atitudes podem constar em mais de uma competência. A BNCC apresenta também oito competências específicas, e destacamos aqui as duas que se relacionam diretamente com nosso objeto de estudo nesse trabalho, a resolução de problemas. São elas

5. Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.

6. Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados) (BRASIL, 2017, p. 267).

Observemos que as competências específicas da Matemática são bastante amplas e não determinam, ou não contemplam, os campos matemáticos explicitamente (Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade). Esse enquadramento é feito a partir da leitura mais atenta e de inferência realizada. Destarte, a especificidade dos referidos campos é feita a partir da elaboração das habilidades, em cada unidade temática, pertinentes a cada ano escolar.

A Base Nacional Comum Curricular apresenta as habilidades essenciais exigidas em cada ano escolar e em cada unidade temática (Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, e Probabilidade e Estatística), no caso da matemática. A BNCC compreende que “as noções matemáticas são retomadas, ampliadas e aprofundadas

ano a ano.” (BRASIL, 2017, p. 277), neste sentido depreendemos que há uma noção de progressão em relação às expectativas de aprendizagem e que as habilidades do ano anterior ao serem consolidadas, serão retomadas de forma mais complexa no ano seguinte a fim de dar continuidade do processo de aprendizagem.

Tendo em vista nosso objeto de estudo ser a resolução de problemas, deter-nos-emos às habilidades relativas a tal objeto, em especial a adição e a subtração (pertencentes ao campo das estruturas aditivas que será tratado na próxima seção) e para isso preparamos o quadro abaixo com vista a analisarmos a evolução das habilidades nos anos iniciais do ensino fundamental.

Quadro – 1 Comparativo das habilidades de resolução de problemas, anos iniciais, da BNCC

Ano	Habilidade
1º	(EF01MA08) Resolver e elaborar problemas de adição e de subtração, envolvendo números de até dois algarismos, com os significados de juntar, acrescentar, separar e retirar, com o suporte de imagens e/ou material manipulável, utilizando estratégias e formas de registro pessoais.
2º	(EF02MA06) Resolver e elaborar problemas de adição e de subtração, envolvendo números de até três ordens, com os significados de juntar, acrescentar, separar, retirar, utilizando estratégias pessoais ou convencionais.
3º	(EF03MA05) Utilizar diferentes procedimentos de cálculo mental e escrito para resolver problemas significativos envolvendo adição e subtração com números naturais. (EF03MA06) Resolver e elaborar problemas de adição e subtração com os significados de juntar, acrescentar, separar, retirar, comparar e completar quantidades, utilizando diferentes estratégias de cálculo exato ou aproximado, incluindo cálculo mental.
4º	(EF04MA03) Resolver e elaborar problemas com números naturais envolvendo adição e subtração, utilizando estratégias diversas, como cálculo, cálculo mental e algoritmos, além de fazer estimativas do resultado.
5º	(EF05MA07) Resolver e elaborar problemas de adição e subtração com números naturais e com números racionais, cuja representação decimal seja finita, utilizando estratégias diversas, como cálculo por estimativa, cálculo mental e algoritmos.

Fonte: BRASIL (2017)

Importante observar que as habilidades trazem uma característica em comum no tocante à participação ativa no processo de aprendizagem, tendo em vista que o documento norteia suas orientações para que as crianças sejam estimuladas a pensar sobre as possibilidades de resolução dos problemas e posteriormente utilizar os cálculos convencionais. Para a BNCC,

Nessa fase, as habilidades matemáticas que os alunos devem desenvolver não podem ficar restritas à aprendizagem dos algoritmos das chamadas “quatro operações”, apesar de sua importância. No que diz respeito ao cálculo, é necessário acrescentar, à realização dos algoritmos das operações, a habilidade de efetuar cálculos mentalmente, fazer estimativas, usar calculadora e, ainda, para decidir quando é apropriado usar um ou outro procedimento de cálculo (BRASIL, 2017, p. 277).

Neste sentido, lançamos luz às práticas docentes diante das informações apresentadas na BNCC e nos inquietamos em refletir sobre a efetivação dos processos de ensino e de aprendizagem no tocante à resolução de problemas. Destacamos ainda que tal documento não apresenta as habilidades de forma clara, podendo gerar dúvidas nos professores dos anos iniciais, uma vez que não têm formação específica de matemática, como sinalizam Passos e Nacarato (2018).

Como parte de nossa reflexão a fim de promoção de diálogo e de proposições futuras, nos questionamos: De que maneira a Teoria dos Campos Conceituais pode ser alinhada à Base Nacional Comum Curricular de modo a fornecer subsídios teóricos e contribuir com as práticas docentes de modo a favorecer o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas, nos anos iniciais do ensino fundamental?

Nas próximas seções, tentaremos responder a essa questão na medida em que apresentamos a Teoria dos Campos Conceituais e posteriormente possíveis alinhamentos.

## **2.2 Teoria dos campos conceituais, o campo aditivo**

A matemática tem sido objeto de estudo por várias décadas. Muitos são os estudiosos que direcionaram suas pesquisas para essa área do conhecimento a fim de melhor compreender os fenômenos existentes no tocante ao ensino e à aprendizagem. Destacamos em especial os estudos desenvolvidos pela escola francesa, através de nomes como Guy Brousseau, Gérard Vergnaud, Michèle Artigue, entre outros, influenciados pela perspectiva epistemológica do conhecimento, tendo Jean Piaget (1896 – 1980) como seu grande expoente. Alves (2017) pontua o largo número de estudos cujos interesses estavam voltados para o trinômio professor-estudante-saber.

Na década de 60 inicia-se na França um movimento de questionamentos acerca do ensinar e do aprender Matemática, uma vez que a concepção de educação vigente era voltada a atender os dogmas matemáticos e os estudantes deveriam apenas reproduzir tais conhecimentos. Contudo essa realidade não dava conta de responder aos anseios de uma nova compreensão da matemática e documentos pedagógicos foram produzidos com o intuito de revisar hábitos e rotinas didáticas. Entretanto, tais documentos foram insuficientes para sanar os problemas didáticos ainda presentes nas salas de aula. Em relação a tal aspecto, Douady (1995) nos diz que “Existia uma grande incerteza, por parte dos professores, porque os mesmos não sabiam

o que deviam ensinar e tampouco sabiam que liberdade de ação se concederia ao aluno. Se encontravam bloqueados entre as várias alternativas.” (DOUADY, 1995, p. 4 *apud* ALVES, 2017, p. 127-128).

Vemos que tais conflitos repercutiram nas salas de aula, uma vez que os docentes não se sentiam seguros em seu fazer docente, gerando assim uma postura de maior rigor com vistas a não conceder espaço para dúvidas em relação à sua capacidade profissional.

Considerando a relevância dos estudos da vertente francesa no campo da matemática, e em especial da didática da matemática, uma das principais teorias relativas a essa temática fundamentará nosso trabalho: a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

Gérard Vergnaud nasceu em 08 de fevereiro de 1933 na França. Estudou matemática, filosofia e psicologia. É doutor em Psicologia e dirigiu o Centro Nacional de Pesquisa Científica da França e em seu currículo consta da oportunidade de ter sido orientado por Jean Piaget, que desenvolvia pesquisas de cunho epistemológicas nas quais objetivava compreender o desenvolvimento do conhecimento. Para Piaget,

[...] o problema específico da epistemologia genética é, com efeito, o do desenvolvimento dos conhecimentos, ou seja, o da passagem de um conhecimento menos bom ou mais pobre para um saber mais rico (em compreensão e em extensão) (PIAGET, 2002, p. 4).

Tendo em vista as pesquisas piagetianas elencarem como objeto de estudo o desenvolvimento do conhecimento, Vergnaud considerou que havia lacunas e por isso era necessário apresentá-la, por esse motivo tentou investigar o conteúdo do conhecimento. Não obstante, ele reconhece

a importância da teoria de seu mestre no tocante às ideias de adaptação, desequilíbrio e reequilíbrio, e principalmente ao conceito de esquema (MOREIRA, 2002).

Vergnaud, de acordo com Moreira (2002), interessou-se em investigar o sujeito em situações reais em contexto escolar. Além disso, ele volta sua teoria não somente para o conteúdo do conhecimento, mas para a análise conceitual do domínio desse conhecimento, pois Vergnaud (1982 *apud* Moreira, 2002) compreende que o conhecimento está organizado em campos, que são divididos a partir das características que apresentam, e nesse sentido os classifica em campos conceituais, os quais demandam certo tempo e experiências vividas para serem apreendidos.

Em relação ao significado de conceito, Vergnaud (2019) estabelece que um conceito é constituído pela relação entre três conjuntos:

- 1 O conjunto de situações, cujo domínio progressivo demanda uma variedade de conceitos, esquemas e representações simbólicas em estreita conexão
- 2 O conjunto dos conceitos que contribuem para o domínio dessas situações
- 3 O conjunto de formas linguísticas e simbólicas que permitem expressar os objetos de pensamento e as conceitualizações implícitas ou explícitas nessas situações (VERGNAUD, 2019, p. 12).

E a partir dessas relações, classificou os problemas matemáticos na área da aritmética em dois campos conceituais: o das estruturas aditivas e o das estruturas multiplicativas. Importa destacar que nossa pesquisa se limita ao primeiro campo.

Segundo Moreira (2002, p. 9) “Campo conceitual das estruturas aditivas é o conjunto de situações cujo domínio

requer uma adição, uma subtração ou uma combinação de tais operações.”. Vergnaud nos diz ainda que

O campo conceitual das estruturas aditivas fornece numerosos exemplos de situações, nas quais a escolha de uma operação e a dos dados sobre os quais ela se aplica é delicada, exigindo um arranjo específico, uma ajuda significativa do adulto, eventualmente, uma representação simbólica original (VERGNAUD, 2011, p. 17).

Tendo em vista os inúmeros exemplos fornecidos pelas estruturas aditivas, o autor identificou seis situações nas quais os problemas, de adição e subtração podem ser elaborados. São elas:

I. A composição de duas medidas numa terceira. II. A transformação (quantificada) de uma medida inicial numa medida final. III. A relação (quantificada) de comparação entre duas medidas. IV. A composição de duas transformações. V. A transformação de uma relação. VI. A composição de duas relações (Vergnaud, 1996 apud Etcheverria, 2014, p. 33).

Nesse estudo abordaremos as três primeiras classificações das situações do campo aditivo. A título de ilustração, trazemos algumas situações para melhorar o entendimento sobre tais classificações.

O primeiro tipo de problema citado é o problema do tipo composição. De acordo com Magina e Campos (2004, p. 57), os problemas de composição caracterizam-se pela junção de duas partes para formar o todo, ou em variação tem-se o todo e uma das partes e busca-se encontrar a outra parte. **Exemplo:** Em nossa sala de aula temos 8 meninas e 5 meninos. Quantas crianças há ao todo na turma?

Ressaltamos que problemas como o exemplo acima são, de acordo com Magina *et al.* (2001), do tipo protótipo, ou seja, são problemas que fazem parte das experiências do co-

tidiano das crianças que acontecem antes mesmo delas entrarem na escola. Ainda de acordo com as autoras, “o raciocínio que as crianças usam nessa situação é intuitivo, porque foi formado espontaneamente, sem que ela se desse conta, e seguirá com ela, como modelo – protótipo – pelo resto de sua vida” (MAGINA *et al.*, 2011, p. 31, grifo das autoras).

O segundo tipo de problema é do tipo transformação. Esses problemas caracterizam-se, como o próprio nome indica, por transformações no estado inicial, podendo ser de ganho (positiva) ou de perda (negativa). Neles, a ideia de tempo está sempre envolvida (MAGINA *et al.*, 2001).

**Exemplo:** João tinha 7 bilas. Ao jogar uma partida com seu irmão perdeu 3. Com quantas bilas João ficou?

De acordo com Magina *et al.* (2001), o último tipo de problema, comparação, caracteriza-se pela comparação entre quantidades, sendo uma chamada de referente e outra de referido. **Exemplo:** Emily tem 14 anos (referente) e seu irmão Davi tem 6 a menos (referido). Quantos anos tem Davi?

Diante do breve estudo acerca da Teoria dos Campos Conceituais, discutiremos na próxima seção algumas possibilidades de alinhamento entre a TCC e as habilidades de resolução de problemas do campo aditivo.

### 2.3 Alinhando a Base Nacional Comum Curricular e a Teoria dos Campos Conceituais

Uma das considerações que fazemos ao analisar a BNCC é a ausência de fundamentação teórica e orientações mais claras para os professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação à matemática (objeto de nosso estudo), uma vez que não têm formação inicial para

tal, como pontuam Passos e Nacarato (2018), “Há que considerar que os professores que ensinam Matemática nos anos iniciais, na sua grande maioria, provêm de cursos de formação que deixam sérias lacunas conceituais para o ensino de Matemática” (2018, p. 120).

Pertile e Justo (2020), ao discutirem sobre currículo e BNCC, no tocante à parte diversificada que devem ter os programas curriculares locais, preocupam-se com a possibilidade dos professores recorrerem apenas ao documento nacional, pois concebem “que sem orientações claras e específicas, os professores podem basear suas aulas apenas no que a BNCC (BRASIL, 2017) preconiza, ignorando, portanto, a importância das especificidades regionais que podem corresponder a 40% do currículo” (PERTILE; JUSTO, 2020, p. 619).

Outro aspecto que destacamos diz respeito ao próprio texto descritivo das habilidades, uma vez que constam termos específicos da matemática, e muitas vezes a compreensão é prejudicada. Conforme destacam as autoras, “As habilidades pretendidas para cada objeto de conhecimento não remetem à compreensão direta do professor, que não passou por um processo formativo abrangente que lhe permitisse tal compreensão” (PASSOS; NACARATO, 2018, p. 131).

Ressaltamos que consta em versão *on-line* a BNCC com orientações mais específicas aos professores sobre cada habilidade e indicação de atividades, bem como orientações para a elaboração dos currículos locais. Contudo, mesmo nesse documento não há uma referência teórica na qual os docentes possam aprofundar os conhecimentos teóricos e conhecer melhor os conteúdos matemáticos. Enfatizamos que se faz uma premissa do fazer docente conhecer o conteúdo que leciona, bem como as estratégias di-

dáticas para ensinar tal conteúdo, uma vez que a formação do pedagogo não privilegia tais aspectos. Shulman (2014, p. 207) corrobora nosso entendimento quando nos diz que “O conhecimento pedagógico do conteúdo é, muito provavelmente, a categoria que melhor distingue a compreensão de um especialista em conteúdo daquela de um pedagogo.”. Portanto, compreendemos que os documentos que orientam a formulação dos currículos deveriam contribuir suprimindo o preenchimento de tais lacunas.

No que concerne a uma teoria epistemológica, a BNCC não explicita em qual referencial se embasa. Entretanto, encontramos em seu texto considerações que nos remetem à teoria piagetiana, visto que o estudante é posto como sujeito de processo de aprendizagem. Temos em Jean Piaget (2002) pioneirismo no tocante à percepção de que o sujeito aprende através de suas ações, de elaboração de esquemas mentais a partir da ação sobre o objeto. De acordo com o autor, desde os primeiros meses a criança “se constitui o sujeito enquanto fonte de ações e, portanto, de conhecimentos [...]” (PIAGET, 2002, p. 11).

Na medida em que estabelecemos a relação acima citada, interessa-nos também apresentar outras relações no tocante ao desenvolvimento de algumas habilidades propostas na área da matemática, na unidade temática Números, reportando-nos diretamente à resolução de problemas.

A partir dos argumentos expostos, intentamos apresentar algumas relações entre a Base Nacional Comum Curricular, em particular a área da matemática nos anos iniciais do ensino fundamental, e a Teoria dos Campos Conceituais, de modo a fornecer aos pedagogos subsídios teóricos a fim de fundamentar seus conhecimentos em relação ao conteúdo e à sua prática docente.

Inicialmente, apontamos a habilidade de resolução de problemas, objeto de nosso estudo. Conforme apresentamos no Quadro 1, tal habilidade perpassa pelos cinco primeiros anos do fundamental. Nesse momento a relacionamos diretamente a uma das principais premissas da TCC, que estabelece que o desenvolvimento de um conceito demanda tempo. Conforme aponta Vergnaud, “[...] não é em alguns dias ou em algumas semanas que uma criança adquire uma competência nova ou compreende um conceito novo, mas, sim, ao longo de vários anos de escola e de experiência” (VERGNAUD, 2019 p. 16). Neste sentido, encontramos em tal teoria, o porquê de uma habilidade perpassar por todos os anos do ensino fundamental I.

Outro aspecto que merece destaque diz respeito à própria habilidade, uma vez que ela traz as operações de adição e subtração em separado das operações de multiplicação e divisão. Tal fato nos instiga a questionar: Por que os problemas de adição e subtração aparecem juntos, mas separados dos problemas de multiplicação e divisão? Tal questionamento corrobora com nosso entendimento sobre a necessidade de uma fundamentação teórica de modo a fundamentar tal escolha por parte da BNCC. E novamente encontramos corpo para responder tal indagação na teoria de Vergnaud (2019), pois ele propõe de acordo com os conceitos utilizados em ação a diferenciação entre os dois campos conceituais, estruturas aditivas e multiplicativas, conforme mencionado anteriormente.

De acordo com o referido autor, o campo das estruturas aditivas requer uma série de conceitos organizadores a serem desenvolvidos ao longo do tempo, dentre os quais destacamos:

- Quantidades discretas e contínuas
- Medida
- Estado/transformação
- Comparação significado/significante
- Composição binária (medidas, transformações, relações)
- Operação unitária
- Inversão
- Número natural/número relativo
- Posição/abscissa/valor algébrico (VERGNAUD, 2019, p. 12).

Em relação às estruturas multiplicativas, o autor ainda destaca outros conceitos como análise dimensional, espaço vetorial/combinatória linear, dependência/ independência. (VERGNAUD, 2019, p.12). Tais conceitos aparecem por implicarem em novos esquemas a serem acionados visando à resolução de tais problemas.

Outro aspecto que julgamos importante destacar quanto às possíveis relações entre a BNCC e a TCC diz respeito à discriminação das ideias da adição e da subtração apresentadas nas habilidades, conforme destacamos esta habilidade do terceiro ano: “(EF03MA06) Resolver e elaborar problemas de adição e subtração com os significados de juntar, acrescentar, separar, retirar, comparar e completar quantidades, utilizando diferentes estratégias de cálculo exato ou aproximado, incluindo cálculo mental” (BRASIL, 2017, p. 287).

Tais ideias fazem relação com as classificações dos problemas das estruturas aditivas propostas por Vergnaud (1996) aqui apresentadas anteriormente por Etcheverria (2014).

Ao observarmos as ideias de juntar e separar, proposta na habilidade EF03MA06, podemos relacioná-las aos

problemas do tipo composição, uma vez que, de acordo com Vergnaud (2003, p. 27), neles estabelece-se a relação parte/parte todo. Exemplo: Em uma festa de aniversário havia 4 meninas e 6 meninos. Quantas crianças estavam na festa?

Quanto às ideias de acrescentar, retirar e complementar, podemos relacioná-las aos problemas de transformação, uma vez que indicam uma mudança, ou no estado inicial ou no final. Exemplo: Letícia gastou R\$ 5,00 comprando um salgadinho e viu que ficou com R\$ 7,00. Quanto ela tinha inicialmente?

Sobre a ideia de comparar, o próprio nome indica uma possível associação aos problemas de comparação, que, de acordo com Vergnaud (2003, p. 27), são os que mais atraem o interesse das crianças. Ex. Expedita tem 3 maçãs a mais do que Isabella, pois essa tem 2. Quantas maçãs Expedita tem?

Ressaltamos que os exemplos aqui indicados são ilustrativos, considerando ideias elementares, pois podem surgir uma variedade significativa de situações, bem como a ampliação da complexidade que tais problemas podem adquirir.

Apresentamos, de forma sucinta algumas possibilidades de relacionar uma teoria, no nosso caso a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, às habilidades presentes na BNCC. Compreendemos que tais possibilidades não se esgotam e sua expansão demandará estudos posteriores.

#### **4. METODOLOGIA**

Considerando que toda pesquisa envolve coleta de dados, o trabalho que hora apresentamos segue os preceitos de um estudo bibliográfico, uma vez que, de acordo com

Gil, (2008, p. 50), “A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

A pesquisa bibliográfica enquadra-se no tipo de pesquisa de documentação indireta, pois, de acordo com Lakatos e Marconi (1994, p. 43), “[...] serve-se de fontes de dados coletados por outras pessoas, podendo constituir-se de material já elaborado ou não”. De acordo com as autoras, esse tipo de pesquisa, também chamada de fontes secundárias, tem como característica o levantamento de todo o material já publicado. A finalidade da pesquisa bibliográfica é colocar o pesquisador em contato com tudo o que já foi escrito sobre determinado tema (LAKATOS; MARCONI, 1992).

De acordo com Gil (2008), a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de o pesquisador ter acesso a “uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente” (GIL, 2008, p. 50).

A partir do exposto, e considerando nosso objetivo proposto, entendemos que a pesquisa bibliográfica é a que melhor se adequa ao nosso trabalho.

## CONSIDERAÇÕES

A análise mais detalhada da Base Nacional Comum Curricular nos permite perceber a ausência de referenciais teóricos que fundamentam seus princípios. Tal fato nos inquieta na medida em que esse é o documento que serve de base não apenas para o trabalho docente, bem como para a elaboração dos currículos locais. Considerando que nosso olhar está voltado para os anos iniciais do ensino fundamental, pois conforme exposto o professor pedagogo

não recebe formação inicial específica para ensinar as diversas áreas do conhecimento, intentamos nesse trabalho apresentar algumas possibilidades de alinhamento entre a BNCC e uma teoria para fundamentar o desenvolvimento das habilidades relativas à resolução de problemas.

Visando atingir nosso objetivo, nos valem de uma metodologia voltada à leitura de textos que abordam aspectos mais críticos em relação à BNCC, permitindo-nos também ampliar nossa percepção acerca desse documento. Além disso, a leitura de textos que fundamentam o ensino da matemática serviu de norte para que pudéssemos propor algumas relações entre as habilidades presentes na Base e uma teoria de ensino.

Conforme apresentado, pudemos observar que é possível um alinhamento entre a Teoria dos Campos Conceituais e a Base Nacional Comum Curricular. Destacamos três aspectos desse alinhamento: a presença de uma habilidade perpassando por todos os anos do ensino fundamental I; a separação entre as habilidades que envolvem as operações de adição e subtração das habilidades que envolvem a multiplicação e a divisão; e as ideias presentes nas operações de adição e subtração.

A presença de uma habilidade perpassando pelos cinco anos iniciais do ensino fundamental nos indica se tratar de uma habilidade que demanda tempo para ser desenvolvida pelos estudantes.

A distinção entre problemas envolvendo apenas as operações de adição e subtração corrobora a premissa dos campos conceituais, pois indicam que tais operações guardam conceitos comuns.

Por fim, as ideias apresentadas nas operações de adição e subtração trazem características apontadas por

Vergnaud (2003, 2011) ao classificar os problemas em seis relações de base, exploradas nesse texto apenas as três primeiras (composição, transformação e comparação).

Compreendemos que outras teorias podem corroborar para uma melhor compreensão da Base Nacional Comum Curricular, contudo destacamos a Teoria dos Campos Conceituais por entendermos ser uma teoria pertinente às demandas relativas ao desenvolvimento dos conhecimentos matemáticos.

Finalizamos nosso texto com a certeza de que os aspectos abordados não se esgotam, e por isso demandam maior aprofundamento de modo a viabilizar aos docentes dos anos iniciais do ensino fundamental subsídios teóricos, alinhados às questões da prática docente, com vistas a fortalecer o processo de ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Francisco Regis Vieira; CATARINO, Paula Maria Machado Cruz. ENGENHARIA DIDÁTICA DE FORMAÇÃO (EDF): repercussões para a formação do professor de matemática no Brasil. **Educação Matemática em Revista**, RS, v. 2, n. 18, p. 121-137. Disponível em: <<http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/revista/index.php/emr/index>>. Acesso em: 15 mai. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, homologada dez 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/download-da-bncc>. Acesso em: 26 nov. 2019.

ETCHEVERRIA, T. C. **O ensino das estruturas aditivas junto a professoras dos anos iniciais do ensino fundamental**. 2014. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.pgskroton.com.br/bitstream/123456789/3497/1/TERESA%20CRISTINA%20ETCHEVERRIA.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos; pesquisa bibliográfica, projeto e relatório; publicações e trabalhos científicos. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 1992.

MAGINA, Sandra. Et al. **Repensando adição e subtração**: contribuições da Teoria dos Campos Conceituais, 2 ed. São Paulo, PROEM, 2001.

\_\_\_\_\_.; CAMPOS, Tânia. As estratégias dos alunos na resolução de problemas aditivos: um estudo diagnóstico. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 6, n. 1, pp. 53-71, 2004. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/4680>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7(1), p. 7-29, 2002. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141212/000375268.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 31 mai. 2020.

PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglion.; NACARATO, Adair Mendes. Trajetória e perspectivas para o ensino de matemática nos anos iniciais. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 32, n. 94, p.119-135, dezembro, 2018. Disponível em < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142018000300119&lng=isso&nrm=isso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300119&lng=isso&nrm=isso) >. Acesso em 23 nov. 2020.

PERTILE, Karine; JUSTO, Jutta Cornelia Reuwsaat . O desafio dos professores dos Anos Iniciais para o ensino da Matemática conforme a BNCC. **Ensino Em Re-Vista**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p.612-636, maio/ago. 2020.

PIAGET, Jean. **Epistemologia genética** (trad. CABRAL, Á.). 2. Ed. São Paulo, Martins Fontes, 2002.

SHULMAN, Lee S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 196-229, dez. 2014. Disponível em: <<http://cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/view/293>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

VERGNAUD, Gérard. A gênese dos campos conceituais. In GROSSI, Esther Pilar. (Org.). **Por que ainda há quem não aprende?**, Rio de Janeiro, Editora Vozes, p 21-60, 2003.

\_\_\_\_\_. O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. **Educar em Re-vista**, Curitiba, Brasil, n. Especial 1, pp. 15-27, Editora UFPR, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/er/nse1/02.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2020

\_\_\_\_\_. Quais questões a teoria dos campos conceituais busca responder?. **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**, v. 9, n. 1, 2019. Disponível em: <[https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/index.php/caminhos\\_da\\_educacao\\_matematica/article/view/296](https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/index.php/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/296)>. Acesso: 31 jul. 2020.

## CAPÍTULO 17.

### ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL E SUA RELAÇÃO COM AS AVALIAÇÕES EXTERNAS

*Maria Elizete Pereira Alencar Oliveira*

*Maria Cleide da Silva Barroso*

*Francisca Helena de Oliveira Holanda*

#### RESUMO

Este estudo versa sobre o tema Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental e sua relação com as avaliações externas, em uma abordagem a respeito da verificação como um mecanismo importante no cotidiano escolar, trazendo colaborações imprescindíveis para o conhecimento do aluno e para a projeção das ações educativas. Julga-se relevante essa pesquisa no âmbito acadêmico, pois fortalece a fundamentação investigativa na argumentação sobre as avaliações externas e no âmbito da didática, desperta a docência para a perspectiva de se fazer pesquisa em sala de aula e propicia a pesquisa científica. Esta pesquisa objetivou compreender a Avaliação da Aprendizagem e a sua relação com a pesquisa científica no Ensino Fundamental. Na fundamentação teórica, utilizamos Ludke (2001), Gil (2002), Minayo (2007), Franco (2012), dentre outros. Os efeitos da temática permitiram considerar que o Ensino de Ciências, através da sua atuação, é capaz de promover debates para novos projetos envolvendo a avaliação como

pesquisa e fundante na formação discente. Importa ainda perceber que em se tratando da avaliação, a análise na ação se apresenta indispensável para transformar a sala de aula em um campo de pesquisa. Finalizamos afirmando que a temática colaborou com deliberações acerca da avaliação e de maneira pontual, no Ensino de Ciências.

**Palavras-chave:** Avaliação, Pesquisa, Ensino.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Ensino de Ciências se reorganizou com o intuito de atender as determinações da década vigente, e, por conseguinte, as propostas pedagógicas foram alteradas na intenção de promover a aprendizagem, dando um novo sentido à formação dos professores. Percebeu-se no contexto escolar, a partir de questões de ordem econômica, que o avanço das ciências naturais garante o desenvolvimento do país, conseqüentemente os investimentos nessa área tornaram-se prioridade para os governantes.

Com o crescimento da industrialização e o advento de descobertas científicas, o Ensino de Ciências primou pelos experimentos, e as aulas se nivelaram a uma prática cujos professores ensinam os alunos seguindo um roteiro para motivá-los a aprendizagem.

O Ensino de Ciências requer estudos que respondam a questionamentos existentes, tais como: que tipo de conhecimento embasa o Ensino de Ciências?

Saviani (2000) menciona em sua obra que tanto a pedagogia tradicional quanto a pedagogia nova se mostram ingênuas e utópicas, pois ambas acreditam ser possível

mudar a realidade da sociedade através da educação. O autor acredita que a mudança só seria possível por meio de uma prática social que fosse comum a professor e aluno. E o Ensino de Ciências é uma disciplina que proporciona aliar teoria à prática, dessa forma tornando a aprendizagem mais prazerosa e significativa aos discentes.

Quanto ao Ensino de Ciências, encaminhamos atenção à experiência de plantar pela primeira vez o feijão no algodão como uma atividade prática de aula. Com isso percebe-se que a práxis metodológica do conteúdo é imprescindível para a assimilação das informações, assim, no Ensino de Ciências, esta prática torna-se indispensável.

Corroborando Veiga (1992, p. 16), compreende-se que a prática pedagógica é “[...] uma prática social orientada por objetivos, finalidades e conhecimentos, e inserida no contexto da prática social. A prática pedagógica é uma dimensão da prática social [...]”, ou seja, sua passagem confirma que a teoria coopera para um aspecto mais amplo, possibilitando que novas experiências sejam executadas externamente ao espaço escolar.

Os desafios ao professor de Ciências são os mais diversos para a concretização de um ensinamento mais prático, cuja realidade institucional, devido à precariedade, apresenta dificuldades, sobretudo para a trajetória da educação científica. A escassez de material necessário para utilização em sala de aula, limitando a teoria, impossibilita a prática dos alunos. Essa é, sem dúvida, uma das grandes dificuldades enfrentadas pelos docentes.

É necessário que o professor estabeleça relações com os diferentes questionamentos presentes no Ensino de Ciências, voltadas às tendências da pesquisa em ensino que procuram oferecer diferentes perspectivas teórico-me-

todológicas. O docente deve atentar-se em requalificar seus estudos e pesquisas para sugerir técnicas frente a novas provocações, procurando a elaboração de seus próprios métodos. A concepção de formação contínua localiza-se em harmonia com a mobilidade atual de ressignificação da prática, em que o “ensino” é compreendido como um fenômeno complexo e multidimensional (PIMENTA; ANASTASIOU, 2002).

Pelo exposto, a evidência foi para o professor no sentido de ficar com a incumbência de ser um propagador de mudanças e um cooperador no aspecto cognitivo do aluno, não apenas subjetivamente mas, sobretudo, na prática dos aprendizados para que dessa forma o educando não seja apenas um indivíduo apático nas aulas, retendo informações, mas que seja dinâmico e inovador.

A esse respeito, Novaski (1993, p. 15) questiona: “Para que serve uma sala de aula se não for capaz de nos transportar além da sala de aula?” Isso não se efetivará sem que o professor tenha noção de seu próprio aprendizado e de seus resultados,

Na pedagogia tradicional a escola funciona como uma agência, na qual o professor é o detentor do conhecimento com o único intuito de repassar informações e o aluno é visto como aquele que tem que assimilar as informações repassadas. Na pedagogia nova, o professor teria que estimular e orientar a aprendizagem, cuja atitude inicial partiria do aluno e cada professor trabalharia com pequenos grupos.

A educação para Saviani (2007) tem incumbências para com os resultados do trabalho humano, é em razão deste processo que a espécie humana altera o meio ambiente em detrimento das imposições, e o ensino estatizará as estratégias, os conceitos e os recursos. O autor afirma ainda que:

A educação passa a ser entendida como um investimento em capital humano individual que habilita as pessoas para a competição pelos empregos disponíveis. O acesso a diferentes graus de escolaridade amplia as condições de empregabilidade do indivíduo, o que, entretanto, não lhe garante emprego, pelo simples fato de que, na forma atual do desenvolvimento capitalista, não há emprego para todos, a economia pode crescer com altas taxas de desemprego e com grandes contingentes populacionais excluídos do processo. É o crescimento excludente, em lugar do desenvolvimento inclusivo (SAVIANI. 2007, p. 428).

É importante construir um olhar integral que viabilize ao sujeito entender o que está ao seu redor e as mudanças históricas, e não há outro método mais eficaz do que explorar o Ensino de Ciências, potencializando assim uma transformação dos fatos pelo conteúdo explorado.

Uma práxis pedagógica, pautada na prática social, é imprescindível no que diz respeito ao Ensino de Ciências, pois a observação real dos fatos levará os estudantes a uma motivação e conseqüentemente a uma busca pela aprendizagem. Nesse percurso a realidade ganha sentido e vigor para os alunos que conseguem fazer suas próprias observações e comparações, compreendendo os fenômenos naturais, e intervindo conscientemente na realidade, numa ação formativa e contextualizada dos conteúdos gestados na reflexão e diálogo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Mediante os objetivos desta proposta, buscamos autores que discutem o Ensino de Ciências como uma prática inovadora, dialógica, que favoreça uma mudança nas prá-

ticas adotadas pelos professores e, conseqüentemente, na aprendizagem dos alunos. Dessa forma, para a discussão sobre o Ensino de Ciências, utilizaremos para compor o referencial teórico Saviani Gasparin (2003), (2000, 2007), Freire (1996, 2008), Delizoicov (2008), Bizzo (2009) e Kosik (2010). Contudo, é importante pontuar que outros autores poderão ser acrescentados durante o estudo.

Diante disso, para compreender a relação que aqui se propõe analisar entre ensino de ciências e avaliação da aprendizagem, é preciso antes compreender, de modo introdutório, a concepção de educação. A esse respeito, Saviani (2000) considera que há uma relação entre educação e sociedade. Nesse sentido, a escola, local onde ocorre a educação formal, tem uma relação de interdependência com a sociedade, em que uma incide sobre a outra. Essa relação, entretanto, não se dá de maneira determinada, ou seja, a escola não pode ser vista como mera reprodutora dos ditames da sociedade capitalista. Há, pois, espaço de autonomia. Há, também, uma responsabilidade dos professores no tocante a uma transformação não apenas no mundo, mas em cada aluno.

Nesse contexto, observa-se que o Ensino de Ciências vem procurando conduzir a execução do avanço da ciência e da sociedade. Novas orientações surgem, haja vista que as dificuldades na junção ensino-aprendizagem ainda estão em foco na educação, e o Ensino de Ciências não está dispensado desta circunstância, requerendo estudos específicos que tenham como objetivo responder as faltas ainda presentes.

Para Saviani, a concepção de educação empenhada com a transformação social é apresentada por meio da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). O autor alega que a responsabilidade da escola é contextualizar a consciência

científica estabelecida historicamente através do ensino aos marginalizados socialmente pelo sistema capitalista, colaborando assim para a evolução da natureza, e a educação, dessa forma, socializando as técnicas, as teorias e os métodos.

Em outros termos, o que eu quero traduzir com a expressão pedagogia histórico-crítica é o empenho em compreender a questão educacional com base no desenvolvimento histórico objetivo. Portanto, a concepção pressuposta nesta visão da pedagogia histórico-crítica é o materialismo histórico dialético, ou seja, a compreensão da história a partir do desenvolvimento material, da determinação das condições materiais da existência humana (SAVIANI, 2008, p. 75).

Freire (2008) acredita que a educação pode transbordar a aprendizagem, levando o indivíduo a visualizar maneiras diferenciadas do mundo, provando e recriando. Essa visão cria uma perspectiva inovadora de ensino, em que a igualdade prevalece, ou seja, a educação acontecendo como prática de liberdade e como consciência crítica da transformação de mundo.

Como segundo ponto, Freire (2008) esboça que o educador envolvido na causa do ensino deverá conhecer o que é próprio de cada comunidade, as características de cada realidade e até as palavras mais convincentes para cada grupo de alunos, ou seja, o que for repassado deve fazer parte do cotidiano dos indivíduos.

Há importantes contribuições para o Ensino de Ciências no que diz respeito ao pensamento de Freire. Emerge, por exemplo, o entendimento de que o ofício docente não é uma ocupação neutra, pois as ações educativas representam uma postura política, em que o professor é incumbido pelas decorrências das atividades que ele propõe. Ainda

que possam não ser conscientes para todos, é na ação de educar-aprender que se apresentam, de fato, os escopos das práticas educativas, o que Freire (1996) mostra com clareza ao afirmar:

Os educadores progressistas precisam convencer-se de que não são puros ensinantes – isso não existe – puros especialistas da docência. Nós somos militantes políticos porque somos professores e professoras. Nossa tarefa não se esgota no ensino da matemática, da geografia, da sintaxe, da história. Implicando a seriedade e a competência com que ensinemos esses conteúdos, nossa tarefa exige o nosso compromisso e engajamento em favor da superação das injustiças sociais (FREIRE, 1996, p. 54).

Pimenta (2001) afirma que há um desmembramento entre teoria e prática. E esse fato tem deixado professores e alunos insatisfeitos. Eles têm reivindicado mais prática nas disciplinas, sobretudo nas séries iniciais da escolaridade básica. E o Ensino de Ciências não fica fora dessa reivindicação, pelo motivo tendencioso de sua prática depender da teoria.

Comparativamente, Delizoicov (2000) afirmou que a área de Ciências constitui um campo social de produção de conhecimento a partir de dados e análises, e a disciplina pode se organizar afinada com as ciências humanas cuja característica envolve um processo de interação sociocultural, aproximando a discussão investigativa ao Ensino de Ciências nas escolas.

De maneira peculiar, Bizzo (2009) mostra que vivemos um momento de desafio da construção de um perfil profissional para o professor com base no seu trabalho em sala de aula, ampliando-se para o desenvolvimento do currículo da escola que serve para a veiculação de conhecimentos pedagógicos e discussões com a participação da comuni-

dade escolar. Esses fatores mostram a formação docente como um processo permanente de desenvolvimento profissional, com estudos, atualizações, discussões e troca de experiências.

Bizzo (2009) explica que o ensino de Ciências constitui uma das vias que possibilita a compreensão e o entendimento do mundo, contribuindo para a formação de futuros cientistas. O autor enfatiza que o ponto crucial da ação docente “[...] é reconhecer a real possibilidade de entender o conhecimento científico e a sua importância na formação dos nossos alunos uma vez que ele pode contribuir efetivamente para a ampliação de sua capacidade” (BIZZO, 2009, p. 15-16).

Dessa forma, Bizzo (2009, p. 152) afirma que o “professor e alunos podem explorar suas ideias nas aulas de ciências, desenvolvendo seus conceitos, suas atitudes e sua maneira de agir”. Então é indispensável que o professor viabilize momentos de autorreflexão, que proporcione ao estudante pensar sobre seus limites e possibilidades. Essa prática desperta o interesse do aluno na busca de mais conhecimentos.

O professor jamais encontrará fórmulas mágicas para ensinar qualquer que seja o conteúdo, mas fazendo a junção da sua formação com o compromisso, e fazendo uma atualização permanente e perspicaz da maneira de pensar dos alunos. Esses sim são elementos infalíveis que poderão qualificar o ato de ensinar e de aprender.

Como último aspecto, Bizzo (2009) mostra ainda que não é fácil garantir a participação e a aprendizagem dos alunos, o baixo desempenho dos alunos no Ensino de Ciências é o grande desafio a transpor. Mas analisar o contexto

escolar e discutir novos caminhos para o aperfeiçoamento dessa disciplina é norma rígida como solução para ensinar qualquer conteúdo. Para o autor,

As aulas de ciências são geralmente cercadas de muita expectativa e interesse por parte dos alunos. Existe uma motivação natural por aulas que estejam dirigidas a enfrentar desafios e a investigar diversos aspectos da natureza sobre os quais a criança tem, naturalmente, grande interesse. A ideia de que as aulas de ciências serão desenvolvidas em laboratórios iguais aos dos cientistas é uma expectativa frequente e muito exagerada. As aulas de ciências podem ser desenvolvidas com atividades experimentais, mas sem a sofisticação de laboratórios equipados, os quais poucas escolas de fato possuem (e mesmo quando os possuem é raro que estejam em condições de uso ou que os professores tenham treinamento suficiente para utilizá-lo).

Os autores citados contribuem para alfabetizar cientificamente o aluno. E o ensino de ciências é um imperativo estratégico, a fim de melhorar a participação dos estudantes ao adquirir novos conhecimentos. Os autores mostram ainda que o Ensino de Ciências colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, a apropriação dos seus conceitos ajuda na compreensão dos fenômenos da natureza e da maneira de se utilizar dos seus recursos.

Vale ressaltar que o Ensino de Ciências deve se voltar para as necessidades e não para as possibilidades, para tanto tem que haver uma proposta de ação em que se deve partir para uma conscientização e buscar elementos para a construção de políticas educacionais que garantam a transformação da escola, a fim de assegurar uma aprendizagem eficaz e de qualidade, pautada na aliança entre teoria e prática.

### 3 METODOLOGIA

Escolhemos como método o estudo de caso para compreender a atuação do ensino de ciências, pois, de acordo com Yin (2005, p. 20), o estudo de caso permite que os pesquisadores recorram a uma variedade de fontes e pode ser utilizado para “contribuir com o conhecimento que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais, políticos e de grupo, além de outros fenômenos relacionados”.

Segundo Gil (2002, p. 54), o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais. Este método constitui um estudo detalhado de um objeto ou objetos. Antigamente o estudo de caso era apenas de teor exploratório, hoje, porém é indicado para a averiguação de um acontecimento contemporâneo.

O propósito hoje do estudo de caso é de estudar ocorrências da vida real, manter as características unitárias de um objeto estudado, detalhar o contexto do que se está investigando, elaborar possibilidades ou fomentar teorias, explicar de maneira precisa às alterações de determinados acontecimentos que se utilizam de levantamentos e experimentos.

Logo, o que deve ser proposto para o pesquisador que utiliza o estudo de caso é que tenha um cuidado extremo no planejamento, na coleta e na análise dos dados.

Quanto ao lócus da pesquisa, será realizada em uma escola pública do município de Fortaleza, tendo como sujeitos professores que atuam em turmas do segundo ano do Ensino Fundamental. A opção de entrevistar esses profissionais se justifica pois vivenciam experiências de prática do Ensino de Ciências nas séries iniciais do ensino fun-

damental e podem contribuir para esse estudo que busca analisar essa realidade na escola pública de educação básica.

Os dados serão coletados através de entrevista semiestruturada. A entrevista semiestruturada é um tipo de entrevista mais aberta com os professores, pois possibilita maior maleabilidade nas respostas e obtenção de diálogos que podem engrandecer ainda mais a temática abordada (MATOS; VIEIRA, 2001). O segredo de uma coleta de dados bem-sucedida é o planejamento, através dele há uma perfeita execução na apuração dos dados.

De acordo com Bogdan e Biklen:

Nas entrevistas semiestruturadas fica-se com a certeza de se obter dados comparáveis entre os vários sujeitos, embora se perca a oportunidade de compreender como é que os próprios sujeitos estruturam o tópico em questão. Se bem que este tipo de debate possa animar a comunidade de investigação, a nossa perspectiva é a de que não é preciso optar por um dos partidos. A escolha recai num tipo particular de entrevista, baseada no objetivo da investigação. Para, além disso, podem-se utilizar diferentes tipos de entrevista em diferentes fases do mesmo estudo (BOGDAN & BIKLEN, 1994 p. 135).

A análise dos dados requer muita atenção e organização. Após a coleta, contaremos preliminarmente com a entrevista semiestruturada clara e objetiva transformando as informações obtidas quando possível, em uma singular resposta, e levando, obviamente, o entrevistado a responder com suas próprias palavras. Em seguida serão organizados os dados cujos resultados podem ser em forma de gráfico, em que o instrumental leva o pesquisador a uma compreensão apreciativa dos significados, organizando e sintetizando as informações recolhidas.

A análise de dados consiste “num processo sistemático de busca e de organização de transcrições de entrevistas, notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados” durante a observação e a coleta dos dados (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 205).

É importante ressaltar que os objetivos específicos propostos são compreendidos como caminhos possíveis para atender ao nosso objetivo geral, que é analisar a importância do Ensino de Ciências para o ensino fundamental no contexto das avaliações externas. Nesse sentido, o primeiro objetivo específico tem como pretensão compreender os fundamentos teóricos e políticos das avaliações externas e, para isso, será necessária uma revisão de literatura a respeito da avaliação educacional e, mais especificamente, das avaliações externas, bem como dos aspectos normativos da política educacional que fundamentam o fenômeno das avaliações externas no contexto escolar.

O segundo objetivo específico, investigar que perspectiva de Ensino de Ciências está presente na BNCC e no DCRC, exige uma análise cuidadosa e crítica da BNCC (2017) e do DCRC (2019), buscando identificar de que maneira o Ensino de Ciências é abordado nesses documentos.

Por fim, o último objetivo específico tem a pretensão de examinar os desdobramentos da carência do ensino de ciências nas avaliações externas para o processo de ensino e aprendizagem nas turmas de segundo ano do Ensino Fundamental. Para isso, serão realizadas entrevistas semiestruturadas com professores da Escola Municipal Educador Paulo Freire, que atuam no segundo ano do Ensino Fundamental. A escolha do segundo ano do ensino fundamental justifica-se pelo acompanhamento e observação da

movimentação gerada nessa série devido à aplicação das avaliações externas, nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática. A grande pergunta dessa pesquisa partiu da necessidade de tentar entender toda a dinâmica com relação às avaliações externas dentro das escolas, no tocante a Língua Portuguesa e Matemática, e não existir esse mesmo cenário para as outras disciplinas, no caso, Ciências, isso repercute negativamente nos alunos, pela gestão, e conseqüentemente até nos professores, pois já que ela não pontua, não precisa mostrar resultados e não eleva o nome da escola, sendo administradas de qualquer forma, trazendo conseqüências à aprendizagem dos alunos.

Ainda com objetivo de examinar os desdobramentos da carência do ensino de ciências nas avaliações externas, pretendemos planejar e aplicar oficinas para os professores do segundo ano do ensino fundamental. Almeja-se, com isso, contribuir com a realidade investigada. As oficinas são compreendidas como momentos formativos, mas também reflexivos por propor debates sobre os seguintes temas: Avaliação Interna, Avaliação Externa, Metodologia Inovadora para o Ensino de Ciências, Investigação, Despertando a Curiosidade, Realizando Experimentos e Interação Aluno x Professor.

As oficinas serão preparadas para os professores do segundo ano com os conceitos e definições sobre a Avaliação Escolar: Avaliação Interna e Avaliação Externa/BNCC. Nas oficinas serão apresentadas metodologias que facilitem a avaliação do professor em sala de aula de acordo com a BNCC do Ensino Fundamental de Ciências e que possibilitem uma melhor aprendizagem para os alunos. Será aplicado em questionário antes da oficina e aplicação de instrumental ao término da oficina. Portanto, aplicare-

mos uma formação com questionário a professores de Ensino de Ciências sobre o reflexo das Avaliações Externas e a relação com o conteúdo da BNCC.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

As discussões sobre as avaliações em larga escala têm chamado, a cada dia, a atenção de professores e pesquisadores, pois reflete sua inserção nas escolas através do preparo do aluno para tais testes ao mesmo tempo em que busca uma formação enquanto ser social.

Tal situação vem ocorrendo no ensino público brasileiro há cerca de 30 anos e são atribuídos a ela diferentes críticas, seja por comparar a realidade brasileira a patamares internacionais esquecendo-se dos contextos culturais, seja no âmbito federal, estadual ou municipal.

As avaliações de larga escala, mostram que, se elas fossem empregadas com o fim de diagnóstico, conseguiriam contribuir com os docentes na ascensão de diálogos mais vastos em sala a despeito das temáticas que não foram bem assimiladas. Porém, com a análise dos erros e acertos, o que acontece é a direção dos rudimentos dos alunos no intuito de centralizar os ensinamentos dos conteúdos das avaliações, cercando os docentes nessas condutas e depreciando-os enquanto profissionais.

Em larga escala a avaliação é utilizada para diagnosticar a situação educacional, podendo acarretar mudanças na escola e na prática de professores, que são cada vez mais responsabilizados pela qualidade do ensino e da aprendizagem. Com tais possíveis mudanças, faz-se necessário

compreender como as avaliações contribuem para mudanças nas práticas pedagógicas, de modo que o percurso de aprendizagem dos educandos seja compreendido, refletido e analisado com qualidade.

É importante frisar que as questões das avaliações em larga escala são de responsabilidade de órgão públicos, e que os resultados comumente são mostrados por meio de gráficos, tabelas e qualquer outra representação numérica similar, tratando a avaliação como soma de resultados, reduzindo-a a índices.

Freitas (2007) afirma que através das avaliações de larga escala o Estado promove mudanças nas políticas públicas cumprindo sua função reguladora sobre os resultados, contribuindo com transformações estruturais já consolidadas. Nesse sentido, as escolas acabam participando do processo uma vez que são representantes do progresso dos estudantes. Dessa forma, os resultados apresentados pelos alunos nas provas de larga escala parecem não ser reais, visto que são muitos os processos e fatores envolvidos nesse singular instrumento de avaliação que incluem desde a maneira que os conteúdos foram conduzidos em sala de aula até a compreensão do estudante.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa sobre a relevância dos processos avaliativos no Ensino de Ciências mostrou o quanto é necessário abrir espaço para que os professores discutam o tema em seus ambientes de trabalho. Percebe-se que há uma lacuna entre o conhecimento e a prática efetiva para encaminha-

mentos que de fato sirvam como ferramenta de investigação das aprendizagens adquiridas, bem como a reflexão sobre as atividades desenvolvidas pelos docentes para ensinar e avaliar os conhecimentos.

Neste sentido, entende-se que a ciência é uma disciplina que requer um olhar mais cuidadoso para o diagnóstico das práticas, já que busca contextualizar vivências reais sobre as aprendizagens propostas.

Por fim, acreditamos que apresentar aos professores uma possibilidade de discutir, debater, refletir e questionar qual o sentido do Ensino de ciências em seu aspecto técnico e político é valioso. Essa disciplina escolar em suas múltiplas dimensões deve permitir que o educador redimensione o seu percurso metodológico, pedagógico e didático e assim o expresse no ensino ofertado aos discentes. A contextualização social e o cenário real de existência dos estudantes têm que estar relacionado aos conteúdos estudados, vivência e por sua vez, aos testes e provas.

Verificamos também, que todos os atores da escola sofrem pressão pelos resultados, o que de algum modo, pode levar a uma percepção equivocada do ensino e do preparo inadequado para prestar os testes. O acompanhamento, orientação pedagógica e uma atenção aos professores se fazem necessários, para que essa disciplina consiga alcançar a realidade de aprendizagem fidedigna na escola. O contrário ocasionaria o falseamento da realidade apenas para dar respostas às avaliações externas, o que de fato não é o desejado.

Em contrapartida, temos ainda a seguinte posição, evidenciada pela pesquisa em relação ao Ensino de Ciências, que aponta novas formas de o professor perceber a

sua importância e o seu papel dentro da realidade escolar, bem como caminhos para executar as devidas competências com os discentes.

É necessário que sejam criadas alternativas para minimizar os distanciamentos no tocante ao Ensino de Ciências, levando-as ao cotidiano da escola, estudantes e professores, vindo a favorecer certa cultura de investigação e diálogo, contribuindo assim para a educação de qualidade.

Portanto, acreditamos que ainda existem lacunas a respeito de pesquisas envolvendo o Ensino de Ciências e os impactos das avaliações externas neste contexto, mas esperamos ter colaborado com as ideias a respeito desta temática.

## 6 REFERÊNCIAS

BIZZO, Nélío. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Biruta, 2009.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação.** Uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL, MEC. **Base Nacional Comum Curricular** - BNCC 2a. versão, abril de 2017. Disponível em: < <http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2020

BRASIL – MEC / Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (PCN). Ciências Naturais. 2. ed. RJ: DP & A, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais** :Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, 1997.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de Ciências.** São Paulo:Cortez,2000

DELIZOICOV, D. La Educación em Ciências y La Perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria- Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 37 – 62, jul./2008.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. **Pedagogia e prática docente**. São Paulo: Cortez, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2008.

FREITAS, Helena Costa Lopes de. **As novas políticas de formação dos educadores. In: Formação do educador, Educação, demandas sócias e utopias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

GASPARIN, J.L. **Uma didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**, 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KOSIK, Karel. **Dialética do concreto**. Trad. NEVES, Célia; TORÍBIO, Alderico. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010.

LÜDKE, Menga. **O professor e a pesquisa**. Campinas: Papirus, 2001a.

MATOS, K. S. L. de. VIEIRA, S. L. **Pesquisa educacional: o prazer de conhecer**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, UECE, 2001.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 2007

NOVASKI, Augusto J.C. **Sala de aula: uma aprendizagem do humano**. In: MORAIS, Regis de (org.) **Sala de aula: que espaço é esse?** 6. Ed. Campinas: Papirus, 1993.

PIMENTA, Selma Garrido. **O estágio na formação de professores: unidade teoria e prática?** 4. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. Campinas: Autores Associados, 2000.

SAVIANI, D. **História das Ideias Pedagógicas no Brasil**. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

SAVIANI, Dermeval. **A pedagogia no Brasil: história e teoria**. Campinas, SP: Autores Associados, 2008. (Coleção Memória da Educação)

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução Daniel Grassi. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro. **A prática pedagógica do professor de Didática**. 2. Ed. Campinas: Papirus, 1992.

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Carina Maria Rodrigues Lima**

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pelo IFCE, campus Fortaleza. Graduada em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará (2019). Atuou como bolsista do Programa Institucional de Bolsas e Iniciação à Docência (2017) e no projeto Química forense como bolsista de extensão (2016). Professora temporária na escola de Ensino Médio LICEU de Maracanaú (atual). Professora temporária na Escola João Cirino Nogueira (2018). Atua em pesquisas na área de ensino, com ênfase em: Ensino de Química, Tecnologias; Educação Inclusiva.

### **Maria Cleide da Silva Barroso**

Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Federal do Ceará (2004). Foi aluna do curso de Filosofia da UECE. Mestre em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará UFC (2009). Doutora em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará UFC (2017). Pesquisadora Colaboradora do Instituto de Estudos e Pesquisas do Movimento Operário IMO do Centro de Educação da Universidade Estadual do Ceará UECE. Professora Permanente do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática MACIMAT/IFCE (acadêmico). Coordena o grupo de estudos da Licenciatura em Química do IFCE Campus Maracanaú, intitulado: Trabalho, educação e as políticas de formação docente: uma análise no contexto do capitalismo contemporâneo. Coordena o Laboratório de Práticas Pedagógicas - LAPP, no IFCE/Campus Maracanaú. É Professora da Licenciatura em Química do IFCE- Campus Maracanaú. É diretora colegiado do sindicato SINDIFCE. Tem experiência na área de Educação, principalmente nos seguintes temas: Formação de Professores; Educação e Marxismo; Construtivismo e Formação Docente; Professor e prática reflexiva; Educação Infantil; Avaliação de Sistema; Didática; História do curso de Pedagogia no Brasil e Estágio Supervisionado.

### **Leidy Gabriela Ariza Ariza**

Doutora em Educação Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande (Brasil - FURG). Mestrado em Docência da Química UPN, Licenciada em Química UDFJC. Professora na Universidad Pedagógica Nacional no departamento de química, coordenadora no programa de Licenciatura em ciências naturais e educação ambiental, pesquisadora nas áreas de educação ambiental, formação de professores, didática das ciências experimentais, avaliação, e educação a distância. Pesquisadora no grupo Alternaciencias – UPN. [lgariza@pedagogica.edu.co](mailto:lgariza@pedagogica.edu.co)

### **Cyndi Beatriz Anjos**

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE e Graduada em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará - IFCE Campus Maracanaú. Atuou como Bolsista Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência PIBID-IFCE, desenvolvendo projetos na área de Ensino de Química, Química Ambiental com âmbito em novas metodologias de Ensino. Trabalha como Professora de Química no órgão Governo do Estado do Ceará no Ensino básico - Nível Médio. Autora de artigos nas áreas de ensino aliadas a meio ambiente.

### **Caroline de Goes Sampaio**

Doutora e Mestre em Química pela Universidade Federal do Ceará - UFC, Graduada em Química pela Universidade Estadual do Ceará - UECE, Técnica em Química Industrial pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará - CEFET/CE. Professora efetiva no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE) - Campus Maracanaú (40 h/ DE) e coordenadora do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática - PGECM/IFCE (acadêmico). No campo da pesquisa, desenvolve trabalhos na área de produtos naturais, nanotecnologia, ensino de Química através da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e aprendizagem significativa.

### **Greycianne Felix Cavalcante Luz**

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE; graduação em Química pelo Instituto Federal do Ceará – Reitoria (2015) e ensino médio pela Fundação Educacional Professora Edith Nunes Costa (2010). Atualmente é Professora de Química da Escola Estadual de Ensino Profissionalizante de Pacatuba. Tem experiência na área de Ensino de Química.

### **Francisca Helena de Oliveira Holanda**

Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará (1995). Mestre em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará (2009), Especialização em Educação Biocêntrica pela Universidade Estadual do Ceará (2005). Doutorado em Educação pela Universidade Estadual do Ceará (2013-2017). Foi professora de educação básica da Prefeitura Municipal de Maracanaú (1995 a 2016) no ensino fundamental, supervisão escolar e gestão escolar. Atuou como professora de educação básica da Prefeitura de Fortaleza (2001-2005) no ensino fundamental com ênfase na educação de jovens e adultos e da Faculdade Vale do Jaguaribe - FVJ, Ceará, esta última instituição (2011-2013) no curso de pedagogia, em disciplinas de fundamentos da educação; em especializações em gestão escolar.

### **Vicente Tomé do Nascimento Filho**

Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática (IFCE). Graduação em Licenciatura Plena (2017) em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Licenciado em Química pela Universidade do Porto-PT (2015) pelo PLI/UECE (PLI-Portugal/Capes, Edital 2013). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química

### **Ana Karine Portela Vasconcelos**

Doutora e Mestre em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Gra-

duada em Licenciatura Química pela UFC e Técnica em Química Industrial pela Escola Técnica Federal do Ceará (ETFCE). Docente efetiva do Instituto Federal Ceará (IFCE), atualmente lotada no Campus Paracuru. Docente Permanente do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática do IFCE (Campus Fortaleza). Desenvolve atividades nas seguintes áreas: Aprendizagem Significativa no Ensino de Química, e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA).

### **Joel de Sousa Giffoni**

Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática (IFCE). Possui graduação em Licenciatura plena em Química pela Universidade Estadual do Ceará (2011) e especialização em especialização em gestão escolar pela Universidade Estadual do Ceará (2019). Atualmente é Professor da Eemti Professora Telina Barbosa da Costa. Tem experiência na área de Química.

### **Valdiana Gomes Cavalcante**

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática (IFCE). Graduada (2018) em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE).

### **Nágila Menezes Rocha**

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática (IFCE). Possui graduação em Química pela Universidade Estadual do Ceará (2018). Atualmente é Professora do Instituto de Estudos, Pesquisas e Projetos da UECE e Professora de Ciências da Prefeitura Municipal de Fortaleza.

### **Blanca Rodríguez Hernández**

Doutora em Educação (Universidad Pedagógica Nacional), Mestrado em modelos de ensino problemático (U.INCCA de Colombia), Engenheira de Alimentos (UNAD – Colombia) e Licenciada em Química (Universidad Pedagógica Nacional). Professora na Universidad Pedagógica Nacional no departamento de química, e

coordenadora da escola IED Cedit Guillermo Cano Isaza. Pesquisadora no grupo Alternancias – UPN. blanchita31@gmail.com

### **Francisco Ellivelton Barbosa**

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do IFCE (PGECM/IFCE). Licenciado em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) E-mail: ellivelton.barbosa@hotmail.com

### **Juscileide Braga de Castro**

Professora adjunta da Universidade Federal do Ceará, na Faculdade de Educação/FACED, vinculada ao Departamento de Teoria e Prática do Ensino. Professora no Programa de Pós-graduação no Ensino de Ciências e Matemática (PGECM) do IFCE. Integrante do Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA) e Líder do Grupo de Pesquisa e Produção Colaborativa de Mídias Digitais e Aprendizagem da Matemática (PROMÍDIA).

### **Milena Carolina dos Santos Mangueira**

Mestranda pelo programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Fortaleza, e bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

### **Francisco Regis Vieira Alves**

Bolsista de Produtividade do CNPQ – PQ2. Mestre em Matemática Pura pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e em Educação, com ênfase em Educação Matemática, pela UFC. Doutor, com ênfase no ensino de Matemática pela UFC. Professor Titular do departamento de Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do IFCE. Líder do Grupo de Pesquisa CNPQ Ensino de Ciências e Matemática e Docente do Doutorado em REDE em Ensino de Ciências e Matemática. E-mail: fregis@ifce.edu.br

### **Paula Maria Machado Cruz Catarino**

Doutora em Matemática, área de especialização em Semigrupos - University of Essex, professora associada na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Bolsista pelo Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia. I. P, no âmbito do projeto UID/ CED/00194/2020.

### **Andressa Gomes dos Santos**

Licenciada em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2019). Mestranda do programa de pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará. Membro do grupo de pesquisa em Educação e História da Matemática (GPEHM). Tem interesse pelos temas: História da Matemática, Formação de professores da Matemática e Ensino de Matemática.

### **Ana Carolina Costa Pereira**

Graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará, mestrado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, doutorado em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e pós-doutorado em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Atua como docente adjunta do curso de Licenciatura em Matemática e do Programa de Pós-graduação em Educação, ambos da Universidade Estadual do Ceará; e do Programa de Pós-Graduação de Ensino em Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Ela é Coordenadora do Curso de licenciatura em Matemática, modalidade semi-presencial da UECE/EAD, Coordenadora da área da Matemática do Projeto Areninha junto a Secretaria de Educação do Município de Fortaleza, líder do Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática (GPEHM) e editora do Boletim Cearense de Educação e História da Matemática (BOCEHM). Tem experiência na área de Educação Matemática, com ênfase em História de Matemática, atuando principalmente na formação de professores de matemática e na interface entre história e ensino de matemática.

### **Nassara Maia Cabral Cardoso Gomes**

Pedagoga, mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pelo IFCE, professora da Rede Municipal de Maranguape/Ce. Integrante do Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA) e do Grupo de Pesquisa e Produção Colaborativa de Mídias Digitais e Aprendizagem da Matemática (PROMÍDIA).

### **William Leonardo Gómez Lotero**

Doutorando e Mestre em Educação Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande FURG (Brasil), Administrador Ambiental UDFJC (Bogotá – Colômbia). Faz parte do grupo de pesquisa Alternancias da Universidade Pedagógica Nacional. william.gomez93@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9386-5171>

### **William Manuel Mora Penagos**

Doutor em Educação Ambiental (Universidad de Sevilla), Mestrado em Educação Ambiental (Universidad de Sevilla), Mestrado em Docência da Química (Universidad Pedagógica Nacional), especialista em análises químico estrutural (Pontificia Universidad Javeriana) e Licenciado em Química (Universidad Pedagógica Nacional). Professor no doutorado interinstitucional na Universidad Distrital Francisco José de Caldas, pesquisador no grupo Alternancias – UPN e Didaquim – UDFJC.

### **Natasha Porto Alexandre**

Aluna de mestrado do PGECM-IFCE, na área de Ensino de Física. Atua em pesquisas que envolvem tecnologia educacional, como o Arduino.

### **Mairton Cavalcante Romeu**

Professor de Física do IFCE – *campus* Fortaleza. Doutor em Engenharia de Teleinformática. As pesquisas são, principalmente, nos seguintes temas: Astrofísica experimental, Ensino de Física e de Astronomia.

### **Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida**

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE. Coordenadora do PIBID. Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Federal do Ceará (2001), mestrado em Tecnologia da Comunicação e Informação em EaD pela Universidade Federal do Ceará (2009) e doutorado em Educação (Currículo) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (2014). Atua nas áreas da Educação com ênfase em Tecnologia Educacional, informática educativa, objetos de aprendizagem, tecnologia educacional, educação à distância, currículo e práticas inovadoras.

### **Cristiana Maria dos Santos Silva**

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), com ênfase em Ensino de Física. Possui graduação em Matemática e Física pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (2005). Especialização em Metodologia do Ensino Fundamental e Médio pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (2007). É Tecnóloga em Recursos Hídricos / Irrigação pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC (2004). Professora de Física efetivada pelo concurso da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC) de 2010.

### **Marcelo da Costa Carneiro**

Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática – IFCE *campus* Maracanaú. Pedagogo, licenciatura plena em Física, pós-graduação *lato sensu* em Gestão e Coordenação escolar e em Elaboração e Gerenciamento de Projetos Para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos, professor de educação básica.

### **Euzene Mendonça Barbosa Matos**

Doutora em Ciências da Educação, Mestra em Avaliação Educacional, Especialista em Formação Permanente de Professores, em Adm., Orient., Supervisão Educacional, Pedagoga e Professora dos cursos de Física e Matemática do IFCE.

### **Jáirla Bianca Aires Praciano**

Licenciada em Ciências Biológicas, formada pela Universidade Estadual do Ceará. Aluna do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM), pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino de Biologia, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de Ciências, ensino de Biologia, modelos didáticos e jogos didáticos.

### **Raphael Alves Feitosa**

Professor do Departamento de Biologia da UFC, Docente dos programas de Mestrado PGECM-IFCE (Acadêmico) e ENCIMA-UFC (Profissional). Possui graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura), Mestrado e Doutorado em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Coordenador do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Biologia - LEBIO (UFC) (<http://lebioufc.blogspot.com/>). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino de Ciências e Biologia, atuando principalmente nos seguintes temas: relações arte-ciência, professor artista-reflexivo, educação ambiental, ensino de ciências, formação docente e currículo. Home: <http://raphaelfeitosa.blogspot.com/> E-Mail: [raphael.feitosa@ufc.br](mailto:raphael.feitosa@ufc.br)

### **Diana Lineth Parga Lozano**

Doutora em Educação (UNESP -Brasil), Mestrado em docência da Química (Universidad Pedagógica Nacional), Licenciada em Biologia e Química (Universidad del Tolima). Professora na Universidad Pedagógica Nacional, experiencia docente e área de atuação são no currículo, conhecimento didático do conteúdo, didática da química, CTSA, história e epistemologia da Química. Pesquisadora e líder do grupo Alternancias – UPN. [dparga@pedagogica.edu.co](mailto:dparga@pedagogica.edu.co)

### **Isabel Garzón Barragan**

Doutora em didática das ciências experimentais (Universidad de Valencia – España), Mestrado em ciências físicas (Universidad Nacional de Colombia), especialista em ciências físicas (Universidad Nacional de Colombia) e Licenciada em Física (Universidad Pedagógica Nacional). Professora do departamento de Física na Universidad Pedagógica Nacional (UPN) nos programas de Licenciatura em Física, Mestría em Docência da Ciências Naturais e Doctorado Interinstitucional em Educación. Pesquisadora no grupo Alternancias da UPN. [igarzon@pedagogica.edu.co](mailto:igarzon@pedagogica.edu.co)

### **Samara Sales Frazão**

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de pós-graduação do IFCE, especialista em Alfabetização e Multiletramentos, pela Universidade Estadual do Ceará e graduada em Pedagogia – licenciatura pela – pela Universidade Estadual do Ceará. É funcionária da rede municipal de Maracanaú, possui experiência em formação de professores nas áreas de Português e Matemática. Atualmente exerce a função de gestora geral em uma escola pública.

### **Maria Elizete Pereira Alencar Oliveira**

Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará (2008). Cursou duas especializações (*lato sensu*) em Educação Infantil e Gestão Escolar pela FALC e UFC, respectivamente. Mestranda do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará - PGECEM. Atualmente é professora do Atendimento Educacional Especializado - AEE. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Infantil, Ensino Fundamental I, Educação de Jovens e Adultos e Educação Especial.

## POSFÁCIO

*Diana Lineth Parga Lozano*

Universidad Pedagógica Nacional; Bogotá, Colombia dparga@pedagogica.edu.co

*William Manuel Mora Penagos*

Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Bogotá, Colombia  
wmmorap@correo.udistritaledu.co;

O livro **Ensino de Ciências e Matemática: Pesquisas na Formação de professores da pós-Graduação do IFCE** é uma compilação que apresenta os interesses de pesquisa no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE). Este é um convite para que os seus leitores analisem os balanços feitos, uma vez que a maioria das pesquisas são de revisão bibliográfica e outras de estudos de caso.

Assim, agrupamos os temas na perspectiva CTS/CTSA, que destacam situações ambientais, a contextualização do ensino de ciências para a alfabetização científica, a formação cidadã, a formação de sujeitos críticos para a pandemia da covid-19 e a pós-pandemia e o ensino de soluções químicas. Identificaram-se metodologias usadas pelos professores como a experimentação, interdisciplinaridade, contextualização, problematização, a perspectiva sócio-histórica, Quanto ao uso das tecnologias da informação e da comunicação (TIC), analisaram-se aplicativos para o ensino da matemática, e um recurso educacional digital (RED) proposto para o ensino básico, que ajuda a explorar situações que compõem o Campo Aditivo no contexto do ensino remo-

to por causa da pandemia, a Gamificação e o ensino híbrido no ensino de física. Quanto a pesquisas com propostas didáticas, uma está centrada na engenharia didática no ensino da hibridização da sequência de Mersenne para a inserção da escala dos números de Edmund Gunter enquanto outra proposta propõe o uso de instrumentos astronômicos para o ensino de física. Além destas, a formação docente nas diversas perspectivas de análise (CTSA, TIC, Teoria dos Campos Conceituais (TCC) fundamentada em Gérard Vergnaud, educação inclusiva, metodologias ativas como a Gamificação e o ensino híbrido, análises da BNCC, avaliações externas e seus impactos no ensino fundamental dos anos iniciais também foi posta em consideração.

Desta forma, o livro está em consonância com perspectivas de pesquisa em linhas de investigação internacional que buscam aportar às problemáticas atuais no ensino de ciências (principalmente da física e da química) e da matemática, da educação científica e da didática das ciências e da matemática, contribuindo para uma formação cidadã que favoreça o pensamento crítico, a tomada de decisões argumentadas, e sobretudo, na atual contingência sanitária gerada pela pandemia da covid-19, que tem posto em controvérsia a educação em geral e a educação científico – matemática em particular, seu sentido, sua razão de ser, os conteúdos tradicionais orientados na BNCC e os ensinamentos dos docentes, a falta de uma verdadeira educação ambiental articulada com a educação científica. É o momento para reflexionar sobre os impactos das pesquisas em sala de aula e na formação inicial e continuada dos professores, aspectos que são colocados neste livro.

Finalmente, destacamos que CTS/CTSA evidenciam uma vigência na sua aplicação no educacional, mas apre-

sentam novos desafios em relação a seu uso, porque os fenômenos de crises do conhecimentos associados às crises ambiental e econômica no contexto da pandemia têm posto em consideração a consecução de objetivos deste enfoque, no sentido que as decisões e a formação cidadã para participar na tomada de decisões parece não evidenciar os efeitos esperados a partir dos governos, incluindo os educadores, alunos e cidadania em geral. Estes têm assumido critérios, na maioria das vezes, com pouca clareza, e começaram a se distanciar das bases consolidadas da ciência em relação às demandas de biossegurança, quanto à aceitação, por exemplo, das vacinas para prevenção do Sars-Cov-2. A aplicação da perspectiva CTSA, além de casos simulados em situações reais, tem feito rupturas práticas dos componentes CT e CA. O CT está dando passos em direção orientações ideológicas e políticas, o que demonstra que a formação para o pensamento crítico em contextos de solidariedade e em situações vitais - nas quais estão expostos a segurança e o risco da vida, a união familiar e dos grupos coetâneos -, geram um novo cenário de contexto para uma formação em ciência e tecnologia que demanda revisar sua imagem pública.

De outro lado, é evidente que a mídia e as redes sociais lutam pelo domínio da credibilidade na tomada de decisões em cenários reais, e não tanto como se esperaria na formação recebida nos contextos formais da educação. Sendo assim, demanda-se uma reforma educacional, sobretudo, da educação em ciências, na qual os conteúdos sejam parte da vida real e na qual os educadores, os que aprendem e ensinam, estejam em cenários de implicação e ativismo social para resolver situações conjunturais e atuais do mundo. Para isto, é necessário articular os contextos dos conteúdos com a imagem pública das ciências,

passando para cenários poucos estigmatizados no imaginário social, em que se espera que a ciência tenha fórmulas mágicas e concludentes quanto às posturas relativas da ciência, sendo mais coerentes em relação às metodologias científicas e não em um método único e quase algorítmico como garantia de todas as respostas do mundo.

A pandemia da covid-19, em opinião de muitos, tem mudado muita coisa, mas temos a esperança de que seja para melhor. Em nosso contexto como educadores de ciências e matemática podemos superar a imagem anticiência que a crise sanitária tem produzido e que vem sendo trazida desde os anos 90 pelos usos negativos da C&T, por causa dos impactos da mudança climática e pelos riscos dos desastres naturais e os associados ao terrorismo em grande escala, uso de armas biológicas, químicas e nucleares, além da insegurança informática.

Os sistemas educacionais estão sendo chamados para mudar os cenários da realidade escolar nos quais a sala de aula e os laboratórios, como base cultural dos contextos de ensino -aprendizagem passariam a um segundo lugar. Hoje, os cenários virtuais e remotos demandam processos de socialização diferentes daqueles do conhecimento teórico - prático e de laboratório, para serem cenários alternativos e de mudanças na organização coletiva da aprendizagem e da avaliação das aprendizagens, não mais em períodos curtos, porque devem ser desenvolvidas capacidades e competências que precisam de períodos diferentes dos atuais, mudando-se a ideia que temos sobre o que , quando e como se aprende, e sobre o que tínhamos aprendido.

Por fim, a crise atual tem posto novas demandas ou desafios, sendo possível envolver mudanças nos processos formativos dos professores ainda inimagináveis. No en-

tanto nos permitem também prever, antes que políticos e governantes aproveitem para demonstrar a obsolescência da formação docente, a possibilidade de pesquisas científicas dos processos formativos dos professores em novas perspectivas sem precedentes depois da segunda guerra mundial.

Motivamos os leitores desta obra para que contemplem as novas realidades, pois são de grande interesse não somente para o campo docente, mas também para a sociedade em geral, e para os que estão na política e na criação das normas educacionais.